



**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
TESIS DOCTORAL

El Cribado Cognitivo en Adultos Mayores con Bajo  
Nivel Educativo: Una Propuesta de Protocolo.

**D<sup>a</sup> Isabel Pellicer Espinosa**

**2024**





**UNIVERSIDAD DE MURCIA**  
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO  
TESIS DOCTORAL

El Cribado Cognitivo en Adultos Mayores con Bajo  
Nivel Educativo: Una Propuesta de Protocolo.

Autor: D<sup>a</sup> Isabel Pellicer Espinosa

Director: Dr. Unai Díaz Orueta





**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD  
DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

*Aprobado por la Comisión General de Doctorado el 19-10-2022*

D./Dña. Isabel Pellicer Espinosa

doctorando del Programa de Doctorado en

Ciencias de la Salud

de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Murcia, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

El Cribado Cognitivo en Adultos Mayores con Bajo Nivel Educativo: Una Propuesta de Protocolo.

y dirigida por,

D./Dña. Unai Díaz Orueta

D./Dña.

D./Dña.

**DECLARO QUE:**

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

*Si la tesis hubiera sido autorizada como tesis por compendio de publicaciones o incluyese 1 o 2 publicaciones (como prevé el artículo 29.8 del reglamento), declarar que cuenta con:*

- *La aceptación por escrito de los coautores de las publicaciones de que el doctorando las presente como parte de la tesis.*
- *En su caso, la renuncia por escrito de los coautores no doctores de dichos trabajos a presentarlos como parte de otras tesis doctorales en la Universidad de Murcia o en cualquier otra universidad.*

Del mismo modo, asumo ante la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada, en caso de plagio, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Murcia, a 9 de septiembre de 2024

Fdo.: Isabel Pellicer Espinosa

*Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.*

Información básica sobre protección de sus datos personales aportados	
Responsable:	Universidad de Murcia. Avenida teniente Flomesta, 5. Edificio de la Convalecencia. 30003; Murcia. Delegado de Protección de Datos: dpd@um.es
Legitimación:	La Universidad de Murcia se encuentra legitimada para el tratamiento de sus datos por ser necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento. art. 6.1.c) del Reglamento General de Protección de Datos
Finalidad:	Gestionar su declaración de autoría y originalidad
Destinatarios:	No se prevén comunicaciones de datos
Derechos:	Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia



*Cuando recordar no pueda  
¿Dónde mi recuerdo irá?  
Una cosa es el recuerdo  
y otra cosa recordar.*

*Antonio Machado*



# Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad de Murcia y a mi tutor, el Dr. Enrique Bernal, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación y seguir formándome y progresando en mi carrera académica y profesional.

Al Dr. Rafael Andrade, profesor asociado de Estadística en la Universidad de Maynooth, por compartir conmigo su trabajo y su buen humor, haciendo fácil una de las partes que más me asustaban de la tesis.

A mis padres, Isabel y Enrique, a mi prima Alicia y a mi pareja Antonio, mis principales apoyos, por su eterna predisposición a escuchar hasta las actualizaciones más pequeñas del proceso, por permitirme desahogarme con ellos y por animarme siempre a seguir adelante.

A mis compañeros de Neurología del Hospital Comarcal del Noroeste: Ester, Noelia, Rubén y Fina. Podría decir que les agradezco que me hayan derivado pacientes para el estudio, pero el motivo principal no es ese. Hacen más felices mis días, convierten el trabajo en mi casa, y son mi segunda familia.

A mis adjuntos del Hospital Reina Sofía, por hacer que mi periodo de residencia fuera tan bonito y tan sencillo, haciéndome sentir parte del equipo desde el primer día. En especial, gracias a María Luisa, por ser mi inspiración, tanto en lo personal como en lo profesional.

Un agradecimiento especial a mis pacientes, que me regalaron su tiempo sin dudar, permitiéndome descubrir una cara más relajada y divertida de la práctica clínica, sin las limitaciones de los horarios habituales de consulta.

Pero, sobre todo, quiero agradecer al Dr. Unai Díaz, mi director de tesis, porque sin él, esta tesis no existiría, y no es un decir. Por dedicarme todo su conocimiento, sus recursos y su tiempo, hasta cuando no le sobraba; por su paciencia infinita, incluso con la pregunta más absurda; por su cercanía y su amistad. Por todo eso y más: gracias, Unai.



# Índice

<i>Glosario de abreviaturas</i>	<b>1</b>
<i>Resumen</i>	<b>3</b>
<i>Abstract</i>	<b>5</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Presentación del tema de investigación</b>	<b>7</b>
1.1.1. Los Trastornos Neurocognitivos	7
1.1.2. La alfabetización	8
1.1.3. La reserva cognitiva	9
1.1.4. Las herramientas de cribado de deterioro cognitivo	12
<b>1.2. Revisión sistemática de la literatura sobre tests y tareas de cribado cognitivo y su uso en personas con bajo nivel educativo</b>	<b>13</b>
1.2.1. Objetivos	14
1.2.2. Metodología	14
1.2.3. Resultados	15
1.2.4. Conclusiones / Punto de partida	23
<b>2. Objetivos</b>	<b>25</b>
<b>3. Hipótesis</b>	<b>27</b>
<b>4. Metodología</b>	<b>29</b>
4.1. Participantes	29
4.2. Procedimiento	30
4.3. Batería de evaluación neuropsicológica	31
4.3.1. Justificación para la selección y emparejamiento de tareas	34
4.3.2. Orden de administración de las tareas	36
4.4. Análisis estadísticos	38
<b>5. Resultados</b>	<b>41</b>
5.1. Análisis preliminar de los datos	41
5.2. Formulación y resultados de las preguntas de investigación	44
5.2.1. Comparación de grupos sin deterioro cognitivo (bajo vs. alto nivel educativo)	44
5.2.2. Comparación de individuos sanos con bajo nivel educativo versus individuos con deterioro cognitivo y alto nivel educativo: ¿puede el nivel educativo compensar el deterioro?	47
5.2.3. Comparación de grupos según el nivel educativo: ¿podemos elegir o desestimar determinados tests una vez que conocemos el nivel educativo?	54
5.2.4. Detección precoz del deterioro cognitivo: ¿qué tareas son más adecuadas para sujetos con bajo nivel educativo?	58
5.2.5. Detección precoz del deterioro cognitivo: ¿qué tareas son más adecuadas para sujetos con alto nivel educativo?	59
5.3. Modelos de clasificación	60
5.3.1. Resultados para Random Forests	61
5.3.2. Resultados para la aplicación del algoritmo Boruta	63
<b>6. Discusión</b>	<b>67</b>
6.1. Análisis preliminar de los datos	69

6.2.	¿Qué sucede cuando comparamos el rendimiento en individuos sanos con distinto nivel educativo utilizando tests de evaluación cognitiva de uso frecuente?	70
6.3.	¿El alto nivel educativo compensa el desempeño a pesar del deterioro?	74
6.4.	Una vez que conocemos el nivel educativo, ¿hay determinadas tareas que sería mejor no elegir?	76
6.5.	¿Es posible identificar qué tareas son más discriminativas entre individuos con y sin deterioro, dependiendo del nivel educativo?	78
6.6.	Modelos de clasificación	80
<b>7.</b>	<b><i>Limitaciones del estudio y direcciones futuras</i></b>	<b>83</b>
7.1.	Limitaciones del estudio	83
7.2.	Direcciones futuras	85
<b>8.</b>	<b><i>Conclusiones</i></b>	<b>89</b>
	<b><i>Bibliografía</i></b>	<b>93</b>
	<b><i>Anexos</i></b>	<b>111</b>
	Tablas	111
	Documentos	124
	Lista de variables analizadas	138

# Glosario de abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<b>TNm</b>	Trastorno neurocognitivo menor
<b>TNM</b>	Trastorno neurocognitivo mayor
<b>EA</b>	Enfermedad de Alzheimer
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>NE</b>	Nivel educativo
<b>UNESCO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)
<b>MMSE</b>	Minimental State Examination
<b>CDT</b>	Clock Drawing Test (Test del Reloj)
<b>MoCA</b>	Montreal Cognitive Assessment
<b>LILACS</b>	Literatura Latino-Americana y del Caribe en Ciencias de la Salud
<b>MeSH</b>	Medical Subject Headings
<b>PRISMA</b>	Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses
<b>CSID</b>	Community Screening Instrument for Dementia
<b>IQCODE</b>	Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly
<b>RUDAS</b>	Rowland Dementia Assessment Scale
<b>ADAS-Cog</b>	Alzheimer's Disease Assessment Scale – Cognitive
<b>TNI-93</b>	Test de Nueve Imágenes – 93
<b>FDT</b>	Five Digit Test
<b>FCSRT-Picture</b>	Free and Cued Selective Reminding Test – Picture
<b>M@T</b>	Memory Alteration Test
<b>CVAT</b>	Continuous Visual Attention Test
<b>BANS-S</b>	Bedford Alzheimer Nursing Severity Scale
<b>mTSI</b>	Modified Test for Severe Impairment
<b>DR-BCSB</b>	Delayed Recall – Brief Cognitive Screening Battery
<b>C-EXIT-25</b>	C – Executive Interview – 25
<b>ADL</b>	Activities of Daily Life

<b>IADL</b>	Instrumental Activities of Daily Life
<b>BNT-15</b>	Boston Naming Test de 15 items
<b>10/66 DRG</b>	10/66 Dementia Research Group
<b>TMA-93</b>	Test de Memoria Asociativa – 93
<b>AD8</b>	Alzheimer Disease 8
<b>AMT</b>	Abbreviated Mental Test
<b>Mo-MMSE</b>	Versión modificada del MMSE
<b>SMMSE</b>	Versión Severe del MMSE
<b>CERAD</b>	Consorcio para el Establecimiento de un Registro de la Enfermedad de Alzheimer
<b>TN</b>	Trastorno neurocognitivo
<b>DE</b>	Desviación estándar
<b>TAP</b>	Test de Acentuación de Palabras
<b>TAM</b>	Test de Alternancia Mental
<b>WAIS</b>	Wechsler Adult Intelligence Scale
<b>ACE-III</b>	Addenbrooke’s Cognitive Examination – III
<b>MEC</b>	Miniexamen Cognoscitivo
<b>FVS</b>	Fluencia verbal semántica
<b>FVF</b>	Fluencia verbal fonémica
<b>RF</b>	Random Forest
<b>AUC</b>	Area Under The Curve o Área Bajo la Curva

---

# Resumen

**Introducción:** Diferenciar entre envejecimiento normal y deterioro cognitivo patológico es un desafío clínico. Los tests para detectar trastornos neurocognitivos pueden no ser adecuados para personas con bajo nivel educativo y cultural, afectando su desempeño independientemente del grado de alteración cognitiva.

**Objetivos e hipótesis:** La tesis busca diseñar una batería de pruebas cognitivas que combine herramientas con y sin sesgo por nivel educativo (NE), para mejorar la detección de deterioro cognitivo en las personas mayores con bajo nivel de alfabetización. Se espera que las pruebas sin sesgo educativo sean más precisas y confiables en esta población.

**Metodología:** Se reclutaron 78 adultos mayores de 50 años pertenecientes al área de salud del Hospital Comarcal del Noroeste (Caravaca de la Cruz, Murcia, España), clasificados según su nivel educativo y estado cognitivo, excluyendo a aquellos con patologías psiquiátricas o neurodegenerativas severas. La evaluación incluyó una batería de tests emparejados en función del sesgo por nivel educativo, administrada en dos órdenes diferentes para reducir el sesgo de secuencia. Se emplearon métodos estadísticos con SPSS y R, incluyendo Machine Learning (Random Forest y Boruta) para identificar tareas predictivas del estado cognitivo y educativo.

**Resultados:** Los individuos con un alto NE demostraron un rendimiento superior en diversas evaluaciones, tanto los sujetos sanos como en aquellos con deterioro cognitivo. Tests como el Minimal State Examination, y las tareas relacionadas con la lectoescritura o el cálculo, evidencian las mayores diferencias en el desempeño entre individuos con alto y bajo NE. El interés principal del estudio fue comparar al grupo de alto NE con deterioro cognitivo con los sujetos sanos con bajo NE, destacando que el desempeño entre ellos es comparable en las herramientas de cribado convencionales, y en algunos casos, el grupo de alto NE presenta resultados superiores, compensando el deterioro cognitivo mediante su formación académica. En contraste, solo la puntuación total y el ítem de recuerdo diferido del Fototest favorecen al grupo de sujetos sanos con bajo NE. Herramientas y tareas adicionales, como contar del 20 al 1, el Boston Naming Test – 15 (BNT-15) y el Test del Reloj a la Orden, se revelaron adecuadas para sujetos con bajo NE. Los modelos de clasificación identificaron el Fototest, el BNT-15, el Test

de Lectura de Relojes, el Test de Acentuación de Palabras y la Copia del Cubo del ACE-III como variables predictoras significativas para la asignación de los individuos a sus respectivos grupos.

**Conclusiones:** El NE afecta significativamente al rendimiento en las herramientas de cribado cognitivo clásicas, con individuos de alto NE mostrando mejor desempeño. El NE también puede compensar el deterioro cognitivo en determinados tests. Las tareas deben adaptarse al NE para evitar sesgos y mejorar la precisión en la detección del deterioro cognitivo. Se recomienda una selección cuidadosa de herramientas según el NE para optimizar la evaluación cognitiva.

**Palabras clave:** nivel educativo, deterioro cognitivo, cribado cognitivo, sesgo educativo, precisión diagnóstica.

# Abstract

**Introduction:** Differentiating between normal aging and pathological cognitive decline poses a clinical challenge. Tests designed to detect neurocognitive disorders may not be suitable for individuals with low educational and cultural backgrounds, potentially affecting their performance regardless of the degree of cognitive impairment.

**Objectives and Hypotheses:** This thesis aims to develop a battery of cognitive tests that combines tools with and without educational level (EL) bias to enhance the detection of cognitive decline in older adults with low literacy levels. It is hypothesized that tests without educational bias will be more accurate and reliable in this population.

**Methodology:** 78 older adults aged 50 and over from the Hospital Comarcal del Noroeste (Caravaca de la Cruz, Murcia, Spain) were recruited, classified by their educational level and cognitive status, excluding those with severe psychiatric or neurodegenerative disorders. The assessment included a battery of paired tests based on educational bias, administered in two different sequences to minimize order effects. Statistical methods using SPSS and R, including Machine Learning (Random Forest and Boruta), were employed to identify predictive tasks for cognitive and educational status.

**Results:** Individuals with high EL exhibited superior performance across various evaluations, both among healthy subjects and those with cognitive impairment. Tests such as the Minimental State Examination and tasks related to literacy or calculation showed the greatest performance differences between high and low EL individuals. The primary interest of the study was to compare the high EL cognitive impairment group with low EL healthy subjects, highlighting that their performance is comparable on conventional screening tools, with high EL individuals sometimes outperforming, compensating for cognitive decline through their academic background. Conversely, only the total score and the delayed recall item of the Phototest favored the low NE healthy group. Additional tools and tasks, such as counting from 20 to 1, the Boston Naming Test – 15 (BNT-15), and the Clock Drawing Test, proved effective for low NE individuals. Classification models identified the Phototest, BNT-15, Clock Reading Test, Word Accentuation Test, and the Cube Copy from the ACE-III as significant predictive variables for assigning individuals to their respective groups.

**Conclusions:** EL significantly impacts performance on classical cognitive screening tools, with individuals of high EL showing better performance. EL can also compensate for cognitive decline on certain tests. Tasks should be adapted to EL to avoid biases and improve the accuracy of cognitive decline detection. Careful selection of tools based on EL is recommended to optimize cognitive assessment.

Keywords: educational level, cognitive decline, cognitive screening, educational bias, diagnostic accuracy.

# 1. Introducción

## 1.1. Presentación del tema de investigación

### 1.1.1. Los Trastornos Neurocognitivos

Tras la publicación de la 5ta edición del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (1), también conocido como DSM-5, los términos deterioro cognitivo leve y demencia fueron sustituidos por los de trastorno neurocognitivo menor (TNm) y mayor (TNM) respectivamente. Así pues, este trabajo utilizará la nueva denominación para referirse a dichas entidades.

La incidencia de los trastornos cognitivos se incrementa de forma proporcional al envejecimiento de la población. Según datos recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el TNM afecta a más de 55 millones de personas en todo el mundo, siendo la séptima causa de defunción y una de las causas principales de discapacidad y dependencia (2). Por estos motivos, resulta inquietante el pronóstico presentado por el World Alzheimer Report 2015 (3), el cual estima que la cifra de individuos afectados por Trastorno Neurocognitivo Mayor ascenderá a 74.5 millones para el año 2030, y a 131.5 millones para el año 2050.

El TNM es un trastorno que se manifiesta como una reducción en las capacidades cognitivas, afectando uno o más dominios, tales como la atención, la función ejecutiva, el aprendizaje, la memoria, el lenguaje, las habilidades visoperceptivas y visoconstructivas, así como la cognición social. Para su diagnóstico, debe observarse un deterioro significativo en comparación con el nivel anterior de funcionamiento, lo suficientemente grave como para comprometer la autonomía del individuo (4).

Existen diversas formas de TNM, siendo la más frecuente en población de edad avanzada la enfermedad de Alzheimer, que supone entre el 60 y el 70% de los casos.

Por otro lado, el TNm es un estado intermedio entre la cognición normal y el TNM. Este estado es heterogéneo y aún genera controversia en ciertos aspectos de su definición. El criterio que lo diferencia del TNM es que no interfiere en la capacidad del individuo de desarrollar sus actividades básicas de la vida diaria (5).

Aunque este detrimento en la cognición es común en el envejecimiento normal, está descrito que algunas formas de TNm son manifestaciones tempranas de un TNM.

Distinguir entre el deterioro propio de la edad y aquel que esconde una patología requiere de una habilidad notable, ya que la pérdida de autonomía en las actividades diarias varía de una persona a otra. Es por esto que el diagnóstico depende en gran medida de las competencias del evaluador, si bien se apoya en las pruebas psicométricas.

Por lo tanto, es crucial contar con herramientas para la detección tanto del TNM como del TNm, permitiendo una intervención temprana en casos que podrían ser preclínicos. Estas herramientas se utilizan para el diagnóstico diferencial, la evaluación de la gravedad de la enfermedad y el seguimiento de los pacientes. Se debe aspirar a alcanzar la máxima sensibilidad y especificidad en la identificación de un declive cognitivo con las pruebas que se emplean.

No obstante, muchos de los tests neurocognitivos están sujetos a los llamados "efecto techo" y "efecto suelo", influenciados por el nivel educativo (NE) de los individuos. El "efecto suelo" ocurre cuando la prueba es demasiado difícil para personas con bajo NE, afectando su rendimiento y reduciendo la especificidad de la evaluación. En el otro extremo, el "efecto techo" se presenta en individuos con un NE alto que, a pesar de tener deterioro cognitivo, obtienen mejores resultados en las pruebas, lo que disminuye la sensibilidad de las mismas.

### **1.1.2. La alfabetización**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (en inglés, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization o UNESCO), en su informe más reciente sobre la alfabetización (6) se estimaba que había al menos 763 millones de adultos que no saben leer ni escribir. Las tasas de analfabetismo siguen siendo, pues, significativamente altas a nivel global, y esta situación parece destinada a persistir, ya que se estima que 250 millones de niños no logran adquirir las competencias básicas en lectoescritura.

En el caso de España, la tasa de alfabetización presenta cifras más prometedoras, pues en 2020 se estimaba en el 98,59% de la población total (7). Sin embargo, existe un grupo poblacional con una situación particular, que coincide con la población de estudio

de este trabajo: las personas nacidas y criadas durante el período de posguerra, en las décadas de 1940 y 1950. Esta cohorte experimentó un contexto socioeconómico y educativo significativamente diferente al actual. Durante estos años, el analfabetismo y el bajo nivel educativo eran problemas prevalentes debido a las secuelas de la Guerra Civil Española (1936-1939) y la adversa situación económica. Según datos históricos del analfabetismo en España, en la década de 1950 se estimaba en torno al 15 y el 17% de la población (8). Aunque la alfabetización fue aumentando progresivamente a lo largo del siglo XX, las personas de esta generación mostraron tasas de analfabetismo notablemente más elevadas en comparación con las generaciones posteriores (9).

El acceso a la educación también era limitado durante este período. El sistema educativo en España estaba en proceso de desarrollo, y la educación obligatoria y gratuita no se estableció de manera efectiva hasta la Ley General de Educación de 1970 (10). Como resultado, muchas personas en esta generación no completaron la educación secundaria y recibieron niveles educativos básicos. El aumento en los niveles de escolaridad en décadas posteriores está correlacionado con las mejoras en las políticas educativas y en el acceso a la educación (9).

Así pues, el estudio de esta generación ofrece una perspectiva valiosa sobre las transformaciones en la educación en España y sus efectos intergeneracionales. Asimismo, es esencial considerar sus particularidades para llevar a cabo una evaluación rigurosa de su nivel educativo.

### **1.1.3. La reserva cognitiva**

La relación entre la educación y el deterioro cognitivo es muy estrecha, lo que hace fundamental diferenciar entre la pérdida de capacidades y funciones propias del TNM, y los cambios asociados al envejecimiento normal en personas que nunca desarrollaron esas habilidades. Este factor es clave para evitar un diagnóstico incorrecto y excesivo de esta patología.

Un aspecto al que los investigadores han dirigido su atención es al de la reserva cognitiva. Se trata de un constructo teórico desarrollado para explicar las diferencias individuales en la susceptibilidad a la declinación cognitiva en presencia de neuropatología. Este concepto intenta entender por qué algunas personas con una cantidad considerable de daño cerebral pueden mantener un funcionamiento cognitivo

relativamente intacto, mientras que otras con un daño similar presentan un deterioro cognitivo significativo. La reserva cognitiva no se refiere a una característica estática del cerebro, sino a una capacidad dinámica influenciada por factores como la educación, la ocupación y actividades de ocio.

El término fue propuesto inicialmente por Stern (11), quien sugiere que las personas con mayor reserva cognitiva pueden emplear redes neuronales más eficientes o compensatorias para realizar tareas cognitivas, permitiéndoles mantener un funcionamiento adecuado a pesar de la presencia de neuropatología. Stern distingue entre la "reserva cerebral" y la "reserva cognitiva". La reserva cerebral se refiere a las diferencias en la cantidad de tejido cerebral o la densidad sináptica que pueden ofrecer protección contra la neuropatología, mientras que la reserva cognitiva implica diferencias en el procesamiento y la eficiencia cognitiva.

A pesar de que la comunidad investigadora aún no ha llegado a un consenso sobre los mecanismos precisos a través de los cuales se forma esta reserva cognitiva, abarcando desde factores genéticos hasta ocupaciones que promuevan la actividad mental y la estimulación cognitiva (12), algunos estudios respaldan la idea de que un mejor rendimiento académico durante la infancia, incluso sin un estímulo mantenido en el tiempo (13), actúa como factor protector contra el deterioro cognitivo. Este efecto se acentúa cuando se continúa en entornos laborales que supongan un desafío a las capacidades del individuo (14).

Las investigaciones de Stern y sus colaboradores han sido fundamentales para entender la reserva cognitiva. En varios estudios, han demostrado que niveles más altos de educación y la participación en actividades cognitivamente estimulantes se asocian con un menor riesgo de desarrollar TNM (11, 15). En un estudio longitudinal, Stern et al. (16) encontraron que individuos con mayor educación tenían un menor riesgo de desarrollar la enfermedad de Alzheimer, a pesar de la presencia de patología cerebral significativa. En trabajos más recientes, junto a sus colegas en la Universidad de Columbia, han continuado utilizando neuroimagen para explorar cómo la reserva cognitiva se manifiesta en el cerebro. En 2012 publicaron que las personas con alta reserva cognitiva tienen patrones de activación cerebral más eficientes durante tareas de memoria (17).

Un estudio particularmente influyente sobre la reserva cognitiva es el Estudio de las Monjas de Snowdon et al. (18). Este estudio longitudinal examinó a un grupo de

monjas católicas y encontró que aquellas con un estilo de vida más activo intelectual y físicamente, así como aquellas que mostraban una mayor complejidad de ideas en sus escritos de juventud, tenían un menor riesgo de demencia en la vejez. A pesar de la presencia de placas amiloides y ovillos neurofibrilares en sus cerebros, algunas monjas mantenían una función cognitiva intacta, lo cual se atribuye a una mayor reserva cognitiva.

Katzman et al. (19) también aportaron evidencia significativa al estudiar cerebros de individuos con alto NE que habían fallecido sin signos clínicos de demencia, a pesar de presentar neuropatología extensa en sus autopsias. Este hallazgo sugirió que un alto NE podría contribuir a una mayor reserva cognitiva, permitiendo a los individuos mantener su funcionamiento cognitivo normal a pesar de la patología cerebral. Por otro lado, el Estudio de la Salud y el Envejecimiento en Kungsholmen (20) es uno de los estudios longitudinales más importantes en este campo. Este estudio sueco ha seguido a una cohorte de ancianos durante más de dos décadas, examinando factores como la educación, el nivel socioeconómico y las actividades cognitivas en relación con el riesgo de demencia. Los resultados han demostrado que un NE más alto y la participación en actividades cognitivas complejas están asociados con un menor riesgo de desarrollar demencia.

El Estudio de la Memoria y el Envejecimiento de Baltimore (BLSA) es otro proyecto longitudinal significativo. Este estudio ha seguido a individuos durante varias décadas, analizando cómo los factores de estilo de vida, incluidos la educación y las actividades cognitivas, influyen en la función cognitiva a lo largo del tiempo. Los hallazgos han respaldado la idea de que una mayor actividad cognitiva y una educación prolongada contribuyen a una mayor reserva cognitiva (21).

Líneas más recientes de investigación se dirigen hacia otros factores que puedan influir en la reserva cognitiva, entre ellos los condicionantes genéticos. En 2014, Solé-Padullés et al. encontraron que ciertos polimorfismos genéticos pueden influir en la eficacia de la reserva cognitiva en la protección contra el deterioro cognitivo (22).

Todos estos datos evidencian una estrecha relación entre el deterioro cognitivo y el NE. Por lo tanto, nuestra población de estudio se considera particularmente susceptible a la progresión hacia la demencia, y representa un porcentaje importante de la población. Esto hace imprescindible contar con herramientas que faciliten un diagnóstico diferencial

adecuado entre el envejecimiento no patológico y los estadios iniciales de un trastorno neurocognitivo.

El inconveniente principal con el que se encuentran los clínicos es que el nivel de alfabetización imprime su huella en la realización de la mayoría de las pruebas de cribado cognitivo. No obstante, el correlato entre el NE y el desempeño dependerá de la tarea que se esté examinando, no será una asociación que se dé universalmente (23).

#### **1.1.4. Las herramientas de cribado de deterioro cognitivo**

Para el diagnóstico de un trastorno neurocognitivo, es fundamental recopilar una historia clínica completa, enfocada en las quejas de memoria. Esto incluye una anamnesis detallada a la familia y cuidadores, para determinar el nivel de dependencia funcional del paciente. Posteriormente, se realiza una exploración neurológica y neuropsiquiátrica completa. Por último, se evalúa la situación cognitiva mediante pruebas psicométricas, que proporcionan una valoración objetiva mediante herramientas validadas específicamente para nuestra población, con la consideración de puntos de corte apropiados ajustados a la edad y NE del individuo (23).

Hay diferentes herramientas para evaluar a estos sujetos: pruebas de cribado, diseñadas para una detección preliminar de forma rápida; así como baterías psicométricas completas, que pueden estar enfocadas o no a explorar un área concreta de la cognición. Las pruebas de cribado son un instrumento fundamental para la valoración inicial en personas en las que se sospeche un deterioro cognitivo, pudiendo llevarse a cabo tanto por personal especializado como por los médicos y sanitarios de Atención Primaria que reciban formación para ello. Como requisitos fundamentales para su utilidad y aplicabilidad, se les exige sencillez, precio económico, aplicación rápida y facilidad de interpretación, sin precisar de materiales complejos e inaccesibles en una consulta no especializada. Por último, su aplicabilidad no debe verse limitada por particularidades físicas, sensoriales o culturales de los individuos (25).

Algunos ejemplos de los tests cognitivos breves más utilizados en España son el Mini-Mental State Examination (MMSE) (26), el Fototest (27), el Test del Reloj (en inglés Clock Drawing Test o CDT) (28) y el Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (29).

Desafortunadamente, una proporción significativa de la población se encuentra excluida de la mayoría de los instrumentos disponibles actualmente, ya que estos suelen incorporar tareas que demandan habilidades de lectoescritura. Éstas influyen en la memoria verbal y visual, en el conocimiento fonológico y en las capacidades visoespaciales y visomotoras. Investigaciones de neuroimagen funcional han demostrado que la alfabetización altera las redes neuronales, incluyendo aquellas que utiliza el cerebro para resolver problemas (30). Por ello, se hace imperativo conocer qué herramientas son adecuadas para evaluar a personas mayores con bajo NE, que es el enfoque de este trabajo.

## **1.2. Revisión sistemática de la literatura sobre tests y tareas de cribado cognitivo y su uso en personas con bajo nivel educativo**

En los últimos años, diversos autores han señalado la necesidad de examinar la aplicabilidad de las herramientas de cribado cognitivo en poblaciones con un bajo NE, así como de establecer puntos de corte específicos para estos grupos. En consecuencia, el número de publicaciones relacionadas con este tema ha experimentado un crecimiento constante, lo que ha contribuido a fortalecer la evidencia de que algunos de los tests más comúnmente utilizados no siempre son los más apropiados, ofreciendo en ocasiones alternativas que no presentan un sesgo en estos sujetos.

En investigaciones previas, este equipo de trabajo llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura sobre el sesgo que presentan varios tests de cribado cognitivo al aplicarse en adultos mayores con un bajo NE. El resultado de esta búsqueda dio lugar a un Trabajo de fin de Master (31) y a una publicación en una revista científica (32), que se toman como base para el siguiente apartado.

Partiendo de los criterios de dicha búsqueda, hemos actualizado los resultados con nuevos artículos publicados entre 2020 y 2024.

### **1.2.1. Objetivos**

El objetivo general de la revisión fue la detección de estudios sobre herramientas de evaluación cognitiva que tuvieran en cuenta a la población de avanzada edad con bajo NE a la hora de hacer el cribado de trastornos neurocognitivos.

Los objetivos específicos fueron:

1. Identificar los tests se puedan emplear independientemente del NE del sujeto.
2. Detectar las tareas específicas que supongan una mayor complejidad para los sujetos con bajo NE.
3. Determinar las tareas más óptimas para la evaluación de sujetos con bajo NE.

### **1.2.2. Metodología**

El diseño de la revisión sistemática se fundamentó en el formato PIO, una estrategia de búsqueda que se basa en revisar estudios originales primarios empleando bases de datos concretas. Para la selección de los trabajos se emplean criterios de inclusión y exclusión de aplicación universal, con una evaluación crítica y rigurosa posterior.

Se utilizó el método de la pregunta PIO, el cual establece los criterios requeridos para la selección de los artículos: P (Población de estudio): adultos con edad mayor o igual a 50 años, y bajo NE, definido como 6 años de educación formal o menos, o bien media de 8 años o menos en el grupo. I (Intervención): uso de herramientas de evaluación cognitiva. O (Resultado): detección de trastorno neurocognitivo menor o mayor.

#### **Criterios de inclusión**

Se seleccionarían trabajos publicados en inglés o español basados en estudios primarios transversales o prospectivos, y que estuvieran incluidos los sujetos mayores o de edad igual a 50 años con bajo NE (6 años o menos de educación formal, o una media de 8 años o menos de educación recibida), que tuvieran como objetivo evaluar tests de cribado cognitivo para el TNm o TNM.

### **Criterios de exclusión**

No formarían parte de la revisión aquellos artículos publicados en idiomas diferentes del español o del inglés, revisiones sistemáticas y metaanálisis, y poblaciones de estudio que no se ajustasen a los criterios exigidos (individuos de menor edad o con mayor NE), trabajos en los que la población analfabeta quedase excluida, o que su población de estudio se centrara en sujetos con patologías comórbidas de otra índole: trastornos psiquiátricos mayores, enfermedades cerebrovasculares, otros trastornos neurodegenerativos o patologías sistémicas.

### **Estrategia de búsqueda**

Se seleccionaron las bases de datos electrónicas The Cochrane Library, PubMed y la Literatura Latino-Americana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), llevando a cabo la actualización entre el 25 de enero y el 13 de marzo de 2024.

### **Estrategia de cribado de resúmenes**

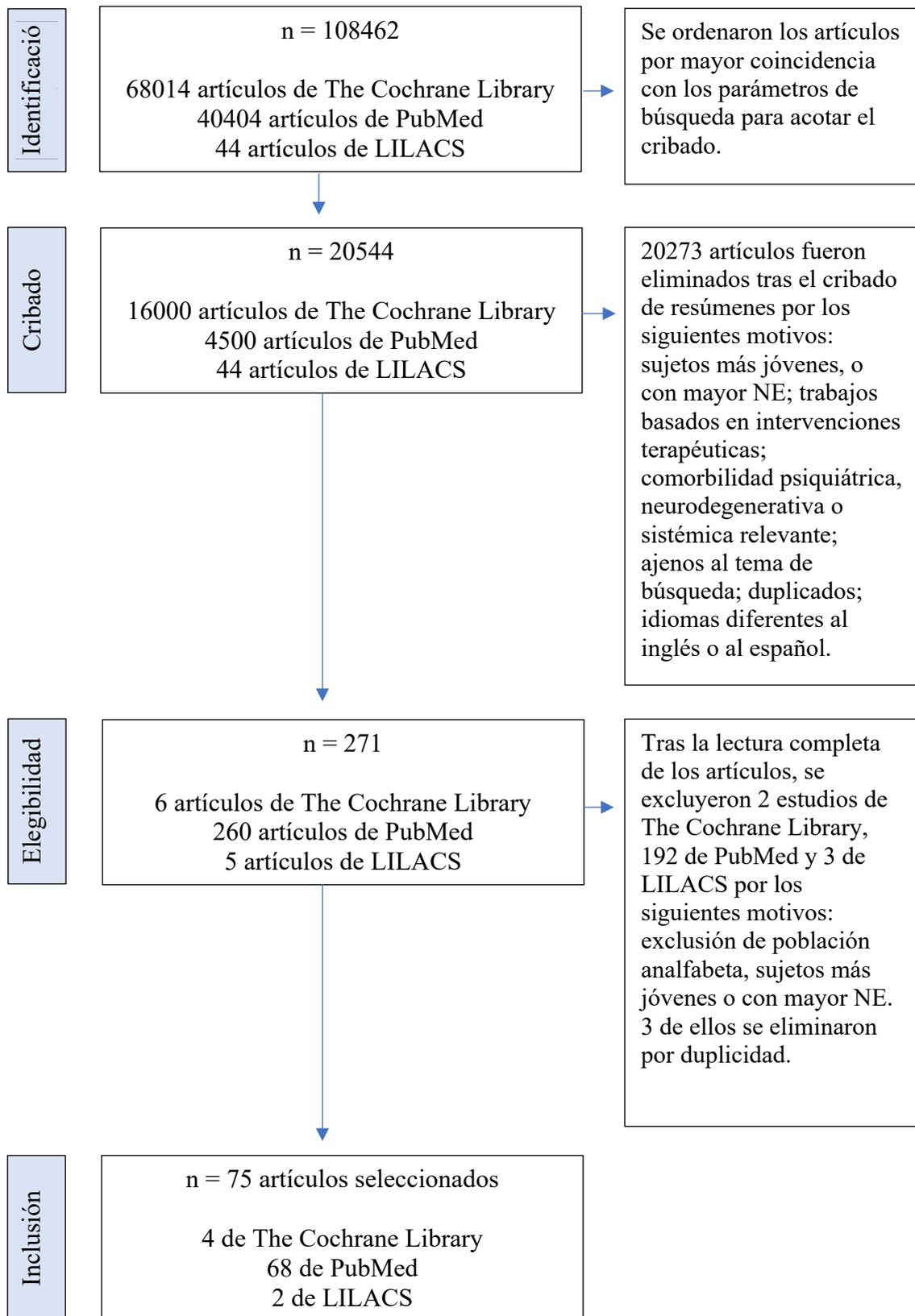
Se obtuvieron 108462 resultados en la búsqueda inicial (68014 en The Cochrane Library, 40404 en Pubmed y 44 en LILACS). En las dos primeras bases se realizó un primer cribado, ordenando los artículos por mayor coincidencia con los términos empleados en la búsqueda, limitándose la lectura de resúmenes a un número más accesible (16000 en The Cochrane Library, 4500 en PubMed).

La selección final fue de 75 artículos, 13 de los cuales fueron incluidos durante la ampliación realizada en 2024, y están recogidos en la Tabla Suplementaria 1 (Anexos). El resto pueden consultarse en el Trabajo Fin de Máster publicado en el repositorio de la Universidad de Almería.

## **1.2.3. Resultados**

El diagrama de flujo a continuación (Figura 1) muestra el trabajo de cribado de artículos siguiendo el modelo de diagrama Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (33).

**Figura 1.** Diagrama de flujo según el modelo PRISMA para la identificación y selección de herramientas de cribado cognitivo en sujetos mayores con bajo nivel educativo.



Pese a que las pruebas de cribado cognitivo empleadas fueron muy diversas ( $n = 76$ ), destacan por su frecuencia de elección el MMSE (54.6%) y el Test del Reloj (14.6%).

En los estudios analizados, se observó una estratificación de las poblaciones según el NE de los participantes, si bien el método de clasificación es muy heterogéneo. Algunos estudios distinguían entre participantes analfabetos y alfabetizados, mientras que otros describían la media de años de educación en cada grupo. Además, algunos subdividían los participantes según el número de años de escolarización, o según sus logros educativos, como la educación primaria, secundaria o estudios superiores. Esta diversidad en los métodos de clasificación dificulta la homogeneización de los datos. Además, es importante destacar que el concepto de "bajo nivel educativo" no está claramente definido en la literatura, ya que puede variar según las fuentes consultadas.

Debido a esta complejidad en la clasificación, tras realizar la revisión sistemática de 2020, intentamos contactar con los autores de los artículos seleccionados a través de correo electrónico y plataformas como ResearchGate, con el objetivo de obtener información adicional sobre los criterios empleados para clasificar a los sujetos según su NE. Logramos una tasa de respuesta del 30% (18 de los 60 autores, además de un grupo de autores que no estaban disponibles). La Tabla 1 muestra la amplia heterogeneidad en las estimaciones del NE en los diferentes estudios, destacando los desafíos para encontrar una métrica común.

**Tabla 1.** Ejemplos de la variabilidad en las metodologías de recopilación de información sobre el nivel educativo

<b>Autores</b>	<b>Métodos de recopilación de información o estimación de logros educativos</b>
Caldas et al. (2012)	<p>Cohorte de Leganés (1993-1999), medidas de los antecedentes educativos con 2 preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Con tres posibles respuestas: a) Sí, sé leer y escribir, b) Sé leer, pero no escribir, y c) No sé leer ni escribir.</li> <li>2. ¿Cuántos años fue a la escuela?</li> </ol> <p>La mezcla de ambas preguntas llevó al descubrimiento de un grupo que no fue a la escuela pero que aprendió a leer y escribir con sus propios medios y recursos.</p>
Calero et al. (2002)	<p>Tres categorías:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analfabetos totales (grupo 1).</li> <li>2. Analfabetos funcionales, es decir, capaces de leer y escribir, aunque no con fluidez (grupo 2).</li> <li>3. Los que tenían estudios primarios, con una media de 6 a 8 años de escolarización (grupo 3). Muy pocos participantes de la muestra habían recibido una educación superior a la primaria.</li> </ol>
Carnero-Pardo & Montoro-Ríos (2004)	<p>Tres categorías para la educación formal: Sin estudios o estudios incompletos, estudios primarios y estudios superiores a los primarios.</p> <p>Tres categorías para los años de educación: Ninguno, menos de 10 años, más de 10 años.</p>
Carnero-Pardo et al. (2011)	<p>Tres categorías para la educación formal: Sin estudios o estudios incompletos, estudios primarios y estudios superiores a los primarios.</p>
Contador et al. (2016)	<p>Ambos estudios se obtuvieron de la misma cohorte (NEDICES, Trastornos Neurológicos del Centro de España) y la educación se registró de la siguiente manera:</p>
Contador et al. (2017)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cualitativamente, utilizando cuatro categorías: analfabeto, sabe leer y escribir, estudios primarios y estudios secundarios o superiores.</li> <li>2. Cuantitativamente, mediante el número de años de escolarización.</li> </ol>
De Paula et al. (2013)	<p>Número de años completados en la educación formal a partir de la educación primaria (excluyendo, por tanto, la educación preescolar).</p>
De Paula et al. (2017)	<p>Cuatro categorías basadas en el total de años de educación formal, también a partir de la educación primaria, pero definieron un grupo de adultos mayores analfabetos</p>

- Kang et al. (2018) Número de años de educación formal
- Maillet et al. (2017) Número de años de educación formal
- Narasimhalu et al. (2008) Número de años de educación formal
- Nielsen et al. (2016) Número de años de educación formal y alfabetización autodeclarada
- Nitrini et al. (2005) Número de años de educación formal informados por los participantes o sus familiares.
- Paddick et al. (2017) Años de educación y preguntas sobre educación en la edad adulta (por ejemplo, aprender a leer de adulto).  
Pregunta sobre educación o formación postsecundaria.  
La alfabetización se definió como la capacidad actual o pasada de leer y escribir una nota breve en caso necesario (por ejemplo, al profesor de su hijo).
- Prieto et al. (2012) Cualitativamente, utilizando cuatro categorías: analfabeto, sabe leer y escribir, estudios primarios y estudios secundarios o superiores.
- Sczufca et al. (2009) Clasificación dicotómica: Ningún año de educación frente a uno o más años de educación.
- Schmand et al. (1995) Seis categorías específicas del estudio AMSTEL en los Países Bajos.
  1. Primaria incompleta
  2. Primaria completa: 6 años de educación
  3. Primaria ampliada: ampliación de la escolarización primaria en los Países Bajos a 7 años en 1928 y a 8 años en 1942.
  4. Secundaria inferior: de 3 a 4 años para el trabajo cualificado
  5. Secundaria media: 4 años para la preparación de trabajos administrativos.
  6. Niveles superiores: hasta 6 años de educación secundaria de preparación para la universidad.
- Storey et al. (2002) Tanto el número de años de educación como el nivel más alto de educación formal alcanzado (por ejemplo, primaria, secundaria, universidad...).
-

En relación con las herramientas de evaluación cognitiva, se encontró que 23 de ellas demostraron precisión en la detección de trastornos neurocognitivos en adultos mayores con bajo NE:

- El Community Screening Instrument for Dementia modificado (CSID) (34).
- El Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly (IQCODE) como herramienta aislada (35, 56) o en combinación con el Rowland Dementia Assessment Scale (RUDAS) (39, 52) o con el MMSE (68).
- Algunas variantes MMSE como el Modificado (36) o la versión Severe (73).
- El Alzheimer's Disease Assessment Scale – Cognitive (ADAS-Cog) (55).
- El Test de Nueve Imágenes (TNI)-93 (44, 50).
- El Test de los 5 Dígitos o Five Digit Test (FDT) (59).
- El Eurotest (23, 62).
- El Fototest (49, 62, 106).
- Las tareas de recuerdo libre y total del Free and Cued Selective Reminding Test (FCSRT)-Picture (42).
- El Test de Alteración de Memoria o Memory Alteration Test (M@T) (62).
- El Test de Atención Visual Continua o Continuous Visual Attention Test (CVAT) (43, 47).
- El Bedford Alzheimer Nursing Severity Scale (BANS-S) y la versión modificada del Test for Severe Impairment (mTSI) (76).
- El recuerdo diferido o Delayed Recall en la Brief Cognitive Screening Battery (DR-BCSB) (81).
- La C-Executive Interview (EXIT)-25 (85).
- Las Actividades de la Vida Diaria o Activities of Daily Life (ADL) y las Instrumentales o Instrumental Activities of Daily Life (IADL) (86).
- El Test Cognitivo de Leganés (88).
- El Test de Denominación de Boston o Boston Naming Test en una versión reducida de 15 ítems (BNT-15) (94)
- Algunas baterías combinadas como la de 10/66 Dementia Research Group (DRG) (72) o la que reúne aprendizaje verbal de Rey-Auditor, evaluación frontal, fluidez por categoría y letra, Stick Design Test, Test del Reloj, intervalo de dígitos, Token Test, test de denominación y Actividades de la Vida Diaria (69).

En contraposición, instrumentos como el cuestionario Alzheimer Disease (AD)-8 (38) y el Abbreviated Mental Test (AMT) (67) presentaron un “efecto techo” en poblaciones con mayor NE (en ambos casos definido como 6 o más años de educación formal). Así pues, su uso tampoco se podría generalizar, pues, si bien podrían resultar aceptables en personas con menores estudios, su sensibilidad es baja para el cribado de TNM en sujetos con mayor alfabetización.

El MMSE destacó como la herramienta de referencia en la mayor parte de los trabajos, además de que 27 de ellos se centraban específicamente en él, algunos como estudios de validación, otros enfocados a definir su aplicabilidad y posible sesgo en sujetos con bajo NE. Exceptuando aquellas versiones adaptadas del test anteriormente citadas, o bien en combinación con el cuestionario IQCODE empleando el método estadístico “suma ponderada” para obtener el puntaje de los sujetos, lográndose mitigar el impacto del NE, el resto de los trabajos abogan en contra de su uso generalizado de forma contundente.

Los resultados muestran que el NE está directamente relacionado con la puntuación del MMSE, sin importar la edad de los individuos. Algunos autores proponen distintos puntos de corte con el fin de incrementar la sensibilidad y especificidad en sujetos con bajo nivel de alfabetización (el rango de valores propuestos es amplio, yendo desde 14 puntos para TNM y 15 para TNm en analfabetos, y 17/18 en aquellos con un mínimo de un año de educación formal en población brasileña estudiada por el grupo de Sczufca (99), hasta 24/25 puntos para personas con estudios inferiores a educación primaria, y 26/27 para estudios primarios y superiores en población holandesa en el trabajo de Schmand y sus colegas (80)).

Una de las áreas de interés del trabajo fue el análisis por tareas específicas. Siguiendo este enfoque, se objetivó que las áreas problema en contexto de un bajo NE eran la lectoescritura, el dibujo y el cálculo. Por otro lado, las tareas de orientación, memoria (recuerdo inmediato y diferido), la ejecución de órdenes en tres pasos y la denominación de objetos parecen estar menos influenciadas por el NE.

También enfocados en el análisis detallado por tareas específicas, el equipo liderado por Ortega y sus colaboradores (45) compararon distintas herramientas de cribado cognitivo comúnmente utilizadas. Para ello, emparejaron las herramientas según la función cognitiva que cada una explora y confrontaron aquellas que, teóricamente, presentan cierto sesgo educativo con otras que no lo tienen. En su estudio, compararon la

Figura en Blanco y Negro con la Figura a Color del Test de Memoria, el Test del Reloj a la Orden con el Test de Lectura de Relojes, la Fluidez Verbal por categorías semánticas de animales con la de alimentos, y la tarea de praxia constructiva de la batería del Consorcio para el Establecimiento de un Registro de la Enfermedad de Alzheimer (CERAD) con el Stick Design Test.

Los resultados revelaron que las medias de los controles alfabetizados y analfabetos no difirieron significativamente en la prueba de memoria de Figuras en Blanco y Negro (recuerdo inmediato), la prueba de memoria de Figuras Coloreadas (recuerdo diferido), el Test de Lectura de Relojes y las categorías de animales y alimentos (fluidez verbal). Sin embargo, las medias de los grupos clínicos (controles versus enfermedad de Alzheimer) mostraron diferencias significativas en la mayoría de las pruebas, excepto en la tarea de praxia constructiva de la batería CERAD y el Stick Design Test. Además, no se observaron diferencias significativas en la precisión diagnóstica entre las pruebas comparadas.

En el estudio presentado por Raina et al. (61), enfocado también en tareas específicas, se analiza únicamente la Copia de la Intersección de los Pentágonos del MMSE. Aunque un mayor porcentaje de sujetos analfabetos intentó realizar la tarea en comparación con los alfabetizados (56.11% frente a 42.08%), el éxito fue significativamente menor en el grupo sin educación formal, alcanzando solo el 4.12%, mientras que en el grupo alfabetizado fue del 13.46%.

La propuesta del Mo-MMSE, una modificación del test original (36), diseñada para cubrir una gama más amplia de niveles de dificultad y mejorar la fiabilidad y validez de las puntuaciones, es sustituir los pentágonos por una intersección de dos triángulos. Además, en lugar de restar de siete en siete desde 100, se empieza desde 25 y se sustrae de uno en uno. Otra variante es la Severe (SMMSE) (73), en la que la función visoespacial se evalúa pidiendo a los examinados que copien un cuadrado, mientras que la función ejecutiva se mide mediante el dibujo de un círculo por indicación verbal, eliminándose el ítem de cálculo. Estas modificaciones, entre otras, permiten que ambos tests funcionen de manera eficaz en personas analfabetas o con baja escolarización.

### 1.2.4. Conclusiones / Punto de partida

Los resultados extraídos de esta revisión coinciden con otros estudios previos, indicando que los pacientes analfabetos o con bajo NE muestran una particular dificultad en tareas que requieren de habilidades de lectoescritura, cálculo, dibujo, praxias, así como de habilidades visoespaciales y visoconstructivas. Sin embargo, demuestran un mejor rendimiento en áreas como la denominación, la orientación y la memoria.

A la luz de la información recabada, resulta imprescindible tener en cuenta la competencia lectoescritora y el grado de escolarización de los individuos que serán sometidos a evaluaciones neurocognitivas. Sin embargo, se presenta una dificultad adicional: la falta de una clasificación uniforme de los niveles educativos y la variabilidad en la adquisición de habilidades en función de los años de escolarización. Por lo tanto, un área de investigación relevante sería la validación de algún cuestionario breve de inteligencia diseñado específicamente para población adulta, que se pueda administrar antes de las pruebas de cribado de deterioro cognitivo. Esto podría ayudarnos a seleccionar la evaluación más apropiada según el nivel de competencia del paciente.

No obstante, aun cuando se realice una caracterización exhaustiva de nuestra población objetivo, el diseño de instrumentos de evaluación que puedan mitigar el sesgo del nivel de alfabetización y, al mismo tiempo, ofrecer una evaluación precisa del estado cognitivo de los pacientes, no es una tarea sencilla. Incluso el simple acto de tomar un bolígrafo crea una distancia abismal entre los sujetos analfabetos y la tarea que deben llevar a cabo.

El Test del Reloj a la Orden sirve como ejemplo ilustrativo de esta situación. Es ampliamente utilizado debido a su simplicidad logística (requiere escaso tiempo y material) y al amplio espectro de información que puede proporcionar sobre múltiples déficits en los sujetos a estudio. Inicialmente, el dibujo de un reloj no parece una tarea compleja, dado que se trata de un objeto de uso diario que no está condicionado por el nivel socioeconómico ni cultural, lo que lo convierte en una referencia universalmente accesible. Sin embargo, el rendimiento en esta tarea implica una serie de habilidades, como la capacidad visoespacial y visoconstructiva, la interpretación semántica, el razonamiento abstracto y las funciones ejecutivas, estando todas ellas profundamente influenciadas por el NE (66, 71).

Algunas herramientas en las que los sujetos con bajo NE muestran un adecuado rendimiento son el Fototest, el Eurotest (23) y el M@T (107), como se mencionó anteriormente. Estos instrumentos evalúan principalmente la memoria, con algunos ítems adicionales en el Fototest, que también evalúan la denominación y la fluidez verbal. Adicionalmente, la Prueba Cognitiva de Leganés (108), además de abordar la denominación y la memoria, valora la orientación en las esferas temporal, espacial y personal. Todos estos instrumentos se centran en tareas que exploran el dominio mnésico en sus diversas variantes, un área menos influenciada por el NE.

Otro instrumento que ha demostrado ser efectivo en esta población es el Five Digit Test (109), una modificación del clásico Test de Stroop. En 1935, John R. Stroop desarrolló una tarea en la que los participantes debían reconocer y nombrar el color en el que estaba escrita una palabra, la cual representaba un color diferente al de la tinta utilizada (110). Este procedimiento genera una interferencia semántica y tiene como propósito medir la atención. Por su parte, el objetivo del Five Digit Test (llamado en español Test de los 5 Dígitos) es reducir el sesgo relacionado con la lectoescritura mediante el uso de números y cantidades restringidas entre uno y cinco.

Como añadido de interés derivado de la ampliación de la búsqueda, el FCSRT-Picture (111) ha demostrado precisión diagnóstica en individuos con bajo NE. Este test evalúa la memoria episódica mediante la presentación de una serie de imágenes. Se muestra al sujeto una secuencia de imágenes y luego se le pide que recuerde tantos elementos como sea posible, primero sin ayudas (recuerdo libre) y luego con pistas semánticas (recuerdo facilitado) para recuperar los elementos no recordados en la fase inicial. Aunque existe una versión con palabras (FCSRT-Word), el uso de imágenes resulta crucial para individuos con baja alfabetización, ya que depende de dominios cognitivos menos influenciados por la educación formal, como la memoria semántica.

Así pues, de la necesidad de contar con herramientas de cribado cognitivo que reduzcan el sesgo por NE, y que permitan un diagnóstico lo más preciso posible de deterioro cognitivo en sujetos de cualquier grado de escolarización, se propone un estudio centrado en las tareas, con el objetivo de hallar la forma más inclusiva de explorar los diferentes dominios de la cognición.

## 2. Objetivos

### Objetivo general

Diseñar una batería de pruebas de detección cognitiva, emparejando herramientas de cribado cognitivo por tareas, una con sesgo y otra sin sesgo por NE, con el fin de identificar la selección ideal de pruebas para la detección temprana del deterioro cognitivo en personas mayores con bajo nivel de alfabetización.

### Objetivos específicos

1. Seleccionar pruebas de cribado cognitivo con y sin sesgo por NE, dentro de herramientas ya validadas en nuestro medio, identificando aquellas que han demostrado ser más efectivas en poblaciones con bajo nivel de alfabetización.
2. Adaptar las pruebas seleccionadas para asegurar su comprensión y aplicabilidad en personas mayores con bajo nivel de alfabetización, garantizando su validez y fiabilidad.
3. Diseñar una batería de pruebas emparejadas por tareas, combinando una prueba con sesgo y otra sin sesgo por NE, para evaluar diferentes dominios cognitivos, tomando como base la revisión de la literatura científica al respecto.
4. Aplicar la batería diseñada en una muestra de personas mayores con distintos niveles de alfabetización, analizando su efectividad en la detección temprana del deterioro cognitivo y su diferenciación del envejecimiento normal en dos escenarios:
  - a) Análisis por tareas.
  - b) Análisis de tests completos: MMSE, Fototest, Test de Stroop y Test de los 5 Dígitos.



## 3. Hipótesis

### Hipótesis general

Los individuos con bajo nivel educativo tendrán un peor desempeño en las pruebas de cribado cognitivo que aquellos con alto nivel educativo, incluso si los primeros están sanos y los segundos presentan demencia. Además, las herramientas de cribado cognitivo de uso más frecuente en la práctica clínica presentan un sesgo significativo por nivel educativo.

### Hipótesis específicas

1. Las pruebas de cribado cognitivo adaptadas para asegurar su comprensión y aplicabilidad en personas mayores con bajo nivel de alfabetización mantendrán su validez y fiabilidad en la detección del deterioro cognitivo.
2. Entre las tareas que forman parte de la batería, aquellas a las que se les atribuye menor sesgo por NE serán más precisas para evaluar diferentes dominios cognitivos y diferenciar entre el deterioro cognitivo y el envejecimiento normal en personas mayores con bajo NE.
3. Al aplicar la batería en una muestra de personas mayores con distintos niveles de alfabetización:
  - a) El análisis por tareas mostrará diferencias significativas en el desempeño cognitivo entre individuos con bajo y alto NE.
  - b) El análisis de tests completos revelará que las pruebas que minimizan el sesgo por nivel educativo (Fototest y Test de los 5 Dígitos) serán más precisas en la detección del deterioro cognitivo en personas mayores con bajo NE.



## 4. Metodología

### 4.1. Participantes

#### Criterios de inclusión

Adultos mayores de 50 años del entorno sociosanitario del Hospital Comarcal del Noroeste (Caravaca de la Cruz, Murcia), hablantes de español como lengua materna.

#### Criterios de exclusión

Patología psiquiátrica mayor, otras patologías neurodegenerativas diferente al ámbito de las demencias, y disminución sensorial auditiva o visual incapacitantes.

#### Muestra

Se reclutaron un total de 78 adultos mayores procedentes del entorno de las consultas ambulatorias de Neurología. La población se constituye de 41 varones y 37 mujeres, con una edad media de edad de  $71.65 \pm 8.72$  años. La media de años de educación formal recibidos por el grupo es de  $6.05 \pm 4.75$ , con un rango de entre 0 y 19 años (datos recogidos en la Tabla 2).

**Tabla 2.** Características demográficas de la muestra

	Bajo NE sanos	Bajo NE x TN	Alto NE sanos	Alto NE x TN
<b>Sexo [n (%)]</b>				
Varones	10 (52.6)	9 (47.4)	10 (52.6)	12 (57.1)
Mujeres	9 (47.4)	10 (52.6)	9 (47.4)	9 (42.9)
<b>Edad (DE) (años)</b>	72.89 (9.21) [56-87]	77.95 (5.17) [66-87]	66 (8.29) [51-80]	69.95 (7.62) [54-82]
<b>Educación (DE) (años)</b>	2.58 (1.68)	1.68 (1.73)	10.89 (3.93)	8.86 (2.76)

Abreviaturas: NE, nivel educativo; TN, trastorno neurocognitivo; DE, desviación estándar

Dividimos a los participantes en cuatro grupos, primero en base a su NE (NE) (menos de 6 años de educación formal, y 6 o más), y después basándonos en su estado

cognitivo (sujetos sanos, y sujetos con deterioro cognitivo), quedando los grupos distribuidos de la siguiente manera:

1. Bajo nivel educativo (<6 años) sanos (sin deterioro cognitivo o deterioro subjetivo, estadio GDS 1 ó 2), n = 19.
2. Bajo nivel educativo (<6 años) con deterioro cognitivo (diagnóstico de TNm o TNM, estadio GDS 3, 4 ó 5), n = 19.
3. Alto nivel educativo ( $\geq 6$  años) sanos (sin deterioro cognitivo o deterioro subjetivo, estadio GDS 1 ó 2), n = 19.
4. Alto nivel educativo ( $\geq 6$  años) con deterioro cognitivo (diagnóstico de TNm o TNM, estadio GDS 3, 4 ó 5), n = 21.

La Tabla 3 ilustra los puntos de corte para definir el estado cognitivo de los sujetos para su división en grupos.

---

**Tabla 3.** Criterios para determinar el estado cognitivo basado en los criterios DSM-5 y en la escala GDS-FAST

---

<b>Cognitivamente sanos</b>		<b>Deterioro cognitivo</b>	
<b>DSM-5</b>	<b>GDS-FAST</b>	<b>DSM-5</b>	<b>GDS-FAST</b>
Ausencia de déficit cognitivo	1	Trastorno neurocognitivo menor (TNm)	3
Déficit cognitivo muy leve	2	Trastorno neurocognitivo mayor (TNM)	$\geq 4$

---

## 4.2. Procedimiento

A todos los participantes se les entregó el formulario de consentimiento informado, que o bien leyeron ellos mismos, o se les leyó a las personas analfabetas, y fue firmado por todos tras responder a sus preguntas. El protocolo de estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca (al que pertenece el área IV).

Para llevar a cabo el reclutamiento, se implementó un muestreo intencional con el objetivo de emparejar los grupos de estudio según variables como la edad, el género, el grado de afectación cognitiva y los años de educación formal.

De todos los pacientes se recogieron los años de educación formal que habían recibido, recabando esta información del paciente o sus acompañantes y clasificándolos de forma cuantitativa. Se realizó una entrevista clínica con una valoración neurológica del estado cognitivo, correlacionándolo con el acompañante, clasificándolos según los criterios DSM-5 en estado cognitivo adecuado, TNm y TNM (Tablas Suplementarias 2 y 3 en Anexos) y la escala GDS-FAST (112) (Tabla Suplementaria 4 en Anexos). No se incluyeron pacientes con estadio GDS de 6 o más por la imposibilidad de la realización de la mayor parte de los ítems de la batería de estudio.

Las sesiones se llevaron a cabo en el área de Consultas Externas del Hospital Comarcal del Noroeste, en Caravaca de la Cruz, entre septiembre de 2022 y abril de 2023.

### 4.3. Batería de evaluación neuropsicológica

En base a los resultados obtenidos de la revisión sistemática inicial, se seleccionaron una serie de tareas de tests de cribado cognitivo ya validados en el idioma español, con la intención de explorar las distintas áreas de la cognición, emparejándolas entre sí por su capacidad de minimizar o presentar sesgo por NE. Algunos tests se incluyeron en su totalidad.

Así pues, la batería se compuso, en primer lugar, de cuatro tareas para determinar el NE premórbido de los sujetos de una forma objetiva y breve, empleándose los siguientes:

1. **Test de Acentuación de Palabras o TAP** (113), una adaptación española del Adult Reading Test (114), que se emplea en inglés para evaluar la inteligencia general de forma rápida (inteligencia cristalizada o verbal). Variable de interés: aciertos en la acentuación de palabras.
2. **Decir el abecedario completo**. Variable de interés: omisiones al recordar el abecedario.
3. **Contar del 1 al 20, y posteriormente del 20 al 1 en orden inverso**. Variable de interés: errores y omisiones.

4. **Test de alternancia mental (TAM)** (115). Durante 30 segundos, el individuo debe alternar un número con una letra en orden correlativo. Variable de interés: número de ítems intercalados correctamente.

A continuación, se seleccionaron las siguientes tareas de evaluación cognitiva. Fueron administradas en dos órdenes diferentes a cada mitad de la muestra, tal como se describe más adelante. Para cada test o tarea, se indican las variables de interés recogidas:

5. **MMSE**: evalúa Orientación en Tiempo y Espacio (5 ítems cada una), Recuerdo Inmediato de tres palabras, Cálculo mental restando de 3 en 3 desde 30 (realizando 5 sustracciones), Recuerdo Diferido, Denominación de bolígrafo y reloj, Repetición de una frase, obedecer una Orden de tres comandos, Lectura e interpretación adecuada de una frase, Escritura de una frase a la orden y Copia de la intersección de pentágonos. Variables de interés: cuantificación de aciertos en todas las categorías.
6. **Fluidez semántica** (categoría de animales (116)) y **fonémica** (palabras que empiecen por la letra “p”, tarea del MoCA) **en un minuto**. Variables de interés: se contabiliza el cómputo total de palabras nombradas, y se recoge por cuartiles de minuto (15 segundos) cuántas palabras es capaz de nominar, como en la adaptación MoCA-Pa (117).
7. **Cálculo mental con restas de 7 en 7 desde 100** (tarea del MoCA). Variable de interés: número de aciertos en cinco restas.
8. **Test del Reloj** (a la Orden, a la Copia y al Calco). En la versión a la Orden (118), se le entrega al evaluado una hoja en blanco y se le indica que dibuje un reloj con todos los números y las agujas señalando las once y diez. En la versión de la Copia (119), se le proporciona al participante un modelo del reloj para que lo reproduzca, y en la versión al Calco (120), se le da una hoja de calco transparente para que trace el reloj del ejemplo. Mientras que la versión a la Orden evalúa la función ejecutiva y la memoria semántica, la versión de Copia se centra en las habilidades visoperceptivas y visoconstructivas (con cierta planificación) y, por su parte, la versión de Calco permite determinar la presencia o ausencia de problemas grafomotores. Variables de interés: fallos en su realización.
9. **Test de Colores y Palabras o test de Stroop** (121). Mide la atención, el control inhibitorio, la velocidad de procesamiento y las funciones ejecutivas. Comprende tres tareas: una tarea de Lectura de palabras (leer tantas palabras como sea posible

de una hoja de papel en 45 segundos), una tarea de Denominación de colores (nombrar el color en cada grupo de XXXs tan rápido como sea posible en 45 segundos) y la tarea de Interferencia palabra-color (nombrar el color de la tinta, no el color escrito en la palabra, en una lista de palabras que son nombres de colores escritos con tintas de colores diferentes - por ejemplo, AZUL escrito con tinta verde, la respuesta correcta es verde, no azul-, tan rápido como sea posible en 45 segundos). Variables de interés: número de aciertos en las diferentes fases del test.

10. **Test de los 5 Dígitos** (122). Esta prueba evalúa la atención, el control inhibitorio, la velocidad de procesamiento y las funciones ejecutivas, así como la flexibilidad cognitiva, utilizando un paradigma similar al Stroop con números y elementos que deben contarse del 1 al 5, lo que la hace accesible incluso para personas con menor NE. Variables de interés: tiempo de realización de las distintas tareas y número de errores.
11. **Recuerdo inmediato de Dígitos Directos, e Inversos**, tarea que forma parte del Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS) (123) o Escala de Inteligencia de Wechsler para Adultos. Se seleccionaron tres series de dígitos directos (de tres, cuatro y cinco cifras) y tres para inversos (también de tres, cuatro y cinco cifras). Variables de interés: aciertos en el orden y cuántos de los números fueron capaces de recordar de forma inmediata.
12. **Fototest**: Denominación de 6 objetos representados en fotografías, Fluencia semántica (nombres del sexo contrario, y del mismo sexo) en 30 segundos, Recuerdo Diferido de los objetos de las fotografías. Variables de interés: Aciertos en la denominación de objetos y en su recuerdo, número total de nombres que recuerdan, y cantidad de nombres evocados en grupos de 10 segundos.
13. **Test de Denominación de Boston de 15 ítems** (124), una versión abreviada del BNT (125). Variables de interés: número total de aciertos y aciertos globales por cada imagen obtenidos de la muestra actual.
14. **Copia de dibujos de la intersección de dos infinitos y de un cubo** (tareas del Addenbrooke's Cognitive Examination – III o ACE-III (126)). Variable de interés: acierto en la copia.
15. **Test de Lectura de Relojes** (127), en el que los participantes deben leer la hora en 12 relojes que no tienen números. Variable de interés: aciertos totales.

16. **Escritura de frase a la orden**, tarea del Miniexamen Cognoscitivo de Lobo o MEC (128): se le pide al paciente que escriba la frase «Quiero ir a mi casa». Variable de interés: escritura correcta de la frase.

### **4.3.1. Justificación para la selección y emparejamiento de tareas**

Como se ha mencionado anteriormente en este trabajo, el MMSE es un test de uso controvertido, ya que la mayoría de los estudios han demostrado un sesgo relacionado con el NE. No obstante, algunas de sus tareas pueden ser adecuadas para poblaciones que presentan una mayor propensión a este sesgo. Los ítems de orientación temporoespacial, recuerdo inmediato y diferido, denominación de objetos y obedecer órdenes estarían libres de sesgo. En la denominación del MMSE se emplean objetos reales, lo cual, según los investigadores, tendría incluso menos sesgo que utilizar fotografías o imágenes, por lo que, en teoría, debería ser más adecuado que la tarea de denominación de objetos mediante fotografías del Fototest, con el que se le empareja. Para la evaluación de la memoria diferida, el MMSE utiliza palabras, mientras que en el Fototest se deben recordar las fotografías previamente denominadas, a color, lo cual supondría mayor facilidad para sujetos con bajo NE al poder evocar una imagen.

Los ítems del MMSE que presentan mayor sesgo por NE incluyen: el cálculo mental (aunque se trate de sustracciones de 3 en 3 desde 30, se emparejan con las sustracciones de 7 en 7 partiendo de 100 del MoCA, que entraña mayor dificultad), la lectura de una frase y su interpretación, la escritura de una frase por orden y el dibujo de la intersección de pentágonos. Algunas versiones del MMSE adaptadas para sujetos con bajo NE sustituyen los pentágonos por figuras geométricas más sencillas, como dos triángulos. En esta batería, decidimos compararlo con dos tareas de dibujo del ACE-III: la intersección de dos infinitos, que consideramos de mayor sencillez al no tener ángulos, y el dibujo de un cubo, la opción más compleja, ya que es una figura tridimensional. La tarea de escribir una frase se equipara a la escritura de una frase a la orden ("Quiero ir a mi casa"), utilizando un comando específico como un facilitador, en vez de requerir que el paciente la genere de manera espontánea.

El Fototest es otro de los tests que incluimos íntegramente, siendo el contrapunto al MMSE al no presentar un sesgo por NE en los estudios revisados. Además de explorar

la denominación y la memoria, incluye una tarea de Fluencia verbal semántica, evaluando la categoría de nombres de personas tanto del mismo sexo como del sexo contrario al sujeto participante. Para complementar la valoración de esta área, se incluyeron dos pruebas adicionales de fluencia verbal: una semántica (FVS) con animales y una fonémica (FVF) con la letra "p".

Las tareas de fluidez verbal dependen de procesos léxico-semánticos y de funciones ejecutivas como la memoria de trabajo. Se considera que la realización de las tareas de FVS y FVF se relaciona con procesos cognitivos diferentes, aunque no existe consenso en la literatura sobre cuáles intervienen específicamente en cada una (129). En la FVS se recurre a un almacén mental, que es la memoria semántica, para enumerar los distintos ejemplos. Así, se ha objetivado una mayor facilidad al realizar tareas de FVS que de FVF, evocando una mayor cantidad de ejemplares en la primera (130). Al realizar tareas de fluidez semántica, basta con activar y recuperar la información siguiendo el mismo criterio con el que ésta fue almacenada (en este caso, categoría "animales"). Sin embargo, en una tarea de FVF, la búsqueda se realizaría de modo intercategorial a partir de un criterio fonológico (131, 132).

Otro de los seleccionados fue el Test de Denominación de Boston en su versión reducida a 15 ítems. Este test no presenta sesgo por NE y también explora la denominación, una de las áreas menos dependientes de formación académica.

El Test de Stroop y el Test de los 5 Dígitos evalúan la atención, el control inhibitorio, la velocidad de procesamiento y las funciones ejecutivas. Adicionalmente, el Test de los 5 Dígitos requiere flexibilidad cognitiva. Tal como se ha expuesto, el Test de Stroop está más influenciado por el NE, ya que exige mayores habilidades de lectura. En contraste, el Test de los 5 Dígitos utiliza tanto números como cantidades del 1 al 5, lo que lo hace accesible incluso para personas de estratos educativos más bajos.

También en el dominio atencional, se incluyen las pruebas de Dígitos Directos e Inversos, que forman parte de la batería WAIS, diseñada para determinar el nivel intelectual. Al tratarse de series numéricas progresivamente más largas, su desempeño sí se vería influido por el NE, considerando más fácil la repetición en el orden directo y emparejándolo con su antagonista, la repetición en orden inverso.

Finalmente, se incluyen tareas de dibujo y lectura de relojes, las cuales requieren habilidades visoespaciales, visoconstructivas, memoria de trabajo y otras funciones

ejecutivas, además de atención y, en el caso del dibujo, habilidades motoras. El Test del Reloj a la Orden (CDT) y el Test de Lectura de Relojes miden procesos cognitivos diferentes a las variantes del Test del Reloj a la Copia y al Calco, y su administración conjunta permite obtener un perfil cognitivo del paciente más completo (133, 134).

### **4.3.2. Orden de administración de las tareas**

Todos los participantes recibieron la misma batería de pruebas cognitivas (de una hora de duración aproximada), si bien, con el propósito de mitigar el sesgo de secuencia, se generaron dos versiones del protocolo (adjuntas como Documentos 1 y 2), invirtiendo el orden de realización de las tareas emparejadas. Esta medida busca reducir cualquier influencia que la realización inicial pueda ejercer sobre el rendimiento en la segunda tarea, en caso de que exista alguna facilitación derivada de la ejecución previa.

Se administró cada versión del protocolo a la mitad de los individuos de cada uno de los cuatro grupos. Ambas variantes mantienen una parte común, que incluye la entrevista sobre el NE, las preguntas para estimar el coeficiente intelectual premórbido y la alfabetización, el TAM y las escalas clínicas para determinar su nivel de deterioro cognitivo.

La principal diferencia entre las dos variantes es la ubicación y el orden de administración del MMSE versus el Fototest, y del Test de Stroop versus el Test de los 5 Dígitos, ya que se determinó que el rendimiento en uno de ellos podría afectar el rendimiento en el otro. Los análisis realizados no mostraron diferencias estadísticamente significativas atribuibles a la asignación a cualquiera de las variantes de orden de administración de pruebas.

La Tabla 4 muestra los detalles del orden de administración de tareas en las dos versiones.

**Tabla 4.** Variantes alternativas de administración de pruebas utilizadas cada una con la mitad de la muestra.

	<b>Versión 1</b>	<b>Versión 2</b>
<b>Parte común</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista sobre el nivel educativo</li> <li>- TAP</li> <li>- Abecedario</li> <li>- Contar del 1 al 20</li> <li>- Contar del 20 al 1</li> <li>- TAM</li> <li>- Escalas clínicas (DSM-5 y GDS-FAST)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista sobre el nivel educativo</li> <li>- TAP</li> <li>- Abecedario</li> <li>- Contar del 1 al 20</li> <li>- Contar del 20 al 1</li> <li>- TAM</li> <li>- Escalas clínicas (DSM-5 y GDS-FAST)</li> </ul>
<b>Variaciones en el orden de administración de tareas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MMSE</li> <li>- Fluencia verbal: <ul style="list-style-type: none"> <li>o FVF (letra “p”)</li> <li>o FVS (animales)</li> </ul> </li> <li>- BNT-15</li> <li>- Restas 100 – 7</li> <li>- Test de los 5 Dígitos</li> <li>- Test de Stroop</li> <li>- Dibujo: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Copiar infinitos</li> <li>o Copiar cubo</li> <li>o Test del reloj a la Orden</li> <li>o Test del reloj a la Copia</li> <li>o Test del reloj al Calco</li> </ul> </li> <li>- Test de lectura de relojes</li> <li>- Dígitos directos e Inversos</li> <li>- Fototest</li> <li>- Escritura de frase a la orden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restas 100 – 7</li> <li>- Escritura de frase a la orden</li> <li>- Fototest</li> <li>- BNT-15</li> <li>- Dibujo: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Copiar infinitos</li> <li>o Copiar cubo</li> <li>o Test del reloj a la Orden</li> <li>o Test del reloj a la Copia</li> <li>o Test del reloj al Calco</li> </ul> </li> <li>- Test de lectura de relojes</li> <li>- Dígitos directos e Inversos</li> <li>- Fluencia verbal: <ul style="list-style-type: none"> <li>o FVS (animales)</li> <li>o FVF (letra “p”)</li> </ul> </li> <li>- Test de Stroop</li> <li>- Test de los 5 Dígitos</li> <li>- MMSE</li> </ul>

## 4.4. Análisis estadísticos

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando dos paquetes estadísticos: el software IBM SPSS Statistics versión 28 (135), y R (136) utilizando sus extensiones caret (137) y Boruta (138) para llevar a cabo el *Machine Learning* (o “aprendizaje automático”).

En el presente estudio se llevaron a cabo diversos análisis estadísticos para evaluar las diferencias y asociaciones entre los grupos de participantes en diferentes variables, y se consideró un valor de  $p$  menor a 0.05 como estadísticamente significativo.

Para comparar las diferencias entre dos o más grupos en variables no paramétricas, se empleó la prueba de la H de Kruskal-Wallis (139). Este test se eligió en lugar del análisis de varianza debido al tamaño y la naturaleza de la muestra, que no seguía una distribución normal.

Para comparar las medias de dos grupos independientes en variables paramétricas, se utilizó la prueba t para muestras independientes (140). Además, para medir el tamaño del efecto de estas diferencias, se calculó la  $d$  de Cohen, la cual proporciona una medida estandarizada de la magnitud de la diferencia entre los grupos, permitiendo así una interpretación más clara de los resultados.

La "d de Cohen" es una medida de tamaño del efecto que se utiliza para cuantificar la magnitud de la diferencia entre dos medias en términos de desviación estándar combinada, proporcionando una interpretación estándar de la significancia práctica de los resultados estadísticos. Esta medida se calcula utilizando la fórmula:

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p}$$

Aquí,  $\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$  representan las medias de los grupos 1 y 2 respectivamente y  $s_p$  es la desviación estándar combinada de ambos grupos (141). La interpretación de la  $d$  de Cohen sigue directrices generales: 0.2 indica un tamaño del efecto pequeño, 0.5 un tamaño del efecto mediano, y 0.8 un tamaño del efecto grande (141, 142).

La  $d$  de Cohen es crucial en la investigación porque permite comparar la magnitud de las diferencias entre estudios distintos y evaluar la relevancia práctica de los hallazgos más allá de la significancia estadística. Este enfoque estandarizado facilita la comprensión del impacto real de las variables estudiadas, lo cual es esencial para la

aplicación práctica de los resultados en campos como la psicología y las ciencias sociales (143). Por lo tanto, la inclusión de la  $d$  de Cohen en los análisis estadísticos de una tesis doctoral no solo complementa la significancia estadística tradicional, sino que también proporciona una perspectiva más completa sobre la importancia de los efectos observados.

En el caso de las variables categóricas, se empleó la prueba de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) (144) para evaluar la asociación entre el rendimiento en una tarea específica y la pertenencia a diferentes grupos. Esta prueba permitió determinar si existía una relación significativa entre las variables categóricas. Para cuantificar la magnitud de esta asociación, se calculó el coeficiente de contingencia, que se interpreta de manera similar a la correlación de Pearson en términos de la fuerza de la relación entre las variables.

Para identificar las tareas y tests de cribado cognitivo que permiten una mejor predicción del grupo de clasificación al que pertenecen los sujetos (educación x nivel de deterioro cognitivo), se emplearon dos métodos de aprendizaje automático basados en árboles: Random Forest (RF) y Boruta. Estos métodos se utilizaron bajo diferentes supuestos, considerando las tareas o tests incluidos en la batería del estudio como predictores, y el grupo de clasificación (educación x deterioro cognitivo) como la variable de respuesta a predecir.

En términos breves, el método RF consiste en la creación de múltiples árboles de clasificación, en los cuales se utiliza un subconjunto aleatorio de predictores para cada árbol. Este enfoque permite una exploración más exhaustiva del espacio de predictores y contribuye a la reducción de la varianza en las predicciones.

El método Boruta es una extensión del método RF. Fue diseñado para identificar todas las características relevantes de un conjunto de datos, a diferencia de otros métodos que se centran únicamente en encontrar un subconjunto de características. Para cada variable original o predictor, se crea también una copia denominada "predictor sombra", cuyos valores son aleatorios. Estas copias sirven como referencia para determinar la importancia de las variables originales.

Se realizan análisis con RF tanto con las variables originales como con las variables sombra. Se calcula la importancia de cada variable (tanto originales como sombras) y se comparan entre sí para determinar si la importancia de una variable original es significativamente mayor que la de su sombra. No se espera que un predictor sombra

muestre importancia en el algoritmo RF; por lo tanto, si un predictor sombra funciona mejor, igual de bien, o no mucho peor que su predictor original en términos de importancia, se puede concluir que el predictor original no es importante para la clasificación de los sujetos y se consideraría una variable irrelevante.

El objetivo del método Boruta es realizar una selección exhaustiva y robusta de características, asegurando que todas las variables relevantes se identifiquen y preserven, lo que contribuye a la precisión e interpretabilidad del modelo de aprendizaje automático.

El conjunto de datos completo estaba compuesto por 78 pacientes y 110 predictores. Para los análisis, se aplicaron los algoritmos Random Forest (RF) y Boruta en dos subconjuntos diferentes extraídos del total de datos. En el primer subconjunto, se incluyeron los 78 pacientes y 93 predictores, excluyendo el Test de los 5 Dígitos y el Test de Stroop debido a la existencia de valores perdidos en estos tests durante las fases iniciales de recogida de datos. Para el segundo subconjunto, se utilizaron 62 pacientes que habían completado tanto el Test de Stroop como el Test de los 5 Dígitos, y 107 predictores, excluyendo únicamente la tarea de lectura del MMSE y los registros de la serie de tres Dígitos Directos (tanto la variable de acierto de orden como la de cualquier acierto). Esta exclusión se realizó porque la totalidad de la población analizada había completado correctamente estas tareas, permitiendo así maximizar el número de realizaciones de la batería completa con el mayor número posible de predictores.

El Test de Alternancia Mental fue finalmente excluido de los análisis estadísticos debido a la considerable dificultad para establecer un método preciso y fiable para puntuar los aciertos y errores de los sujetos.

Una elección crucial de hiperparámetro al ajustar el RF es la cantidad de predictores que se muestrearán aleatoriamente para cada árbol. Para cada subconjunto del conjunto de datos completo, determinamos este número utilizando el método de validación cruzada leave-one-out. En este método, se excluye a un paciente del conjunto total de datos cada vez, se reajusta el RF con los pacientes restantes y se intenta predecir la clase a la que pertenece el individuo excluido. Posteriormente, se agrupan las precisiones de clasificación de todos los sujetos para obtener una métrica de la precisión general. A continuación, se calculó la importancia de los predictores basándonos en la diferencia estandarizada entre la precisión de clasificación para los pacientes excluidos durante la validación cruzada del predictor original y una versión permutada de dicho predictor.

# 5. Resultados

## 5.1. Análisis preliminar de los datos

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis preliminar de las diferencias en el desempeño de la batería en global ente los cuatro grupos, con el fin de identificar aquellas pruebas o tareas específicas (ya fuera de forma aislada o como un test completo, como puede ser el MMSE o el Fototest) que pudiesen ser descartadas desde el principio en un protocolo de evaluación cognitiva. Es decir, asumiendo la hipótesis de que, entre los cuatro grupos, habría diferencias significativas, el objetivo del análisis preliminar fue identificar las taras incapaces de detectar tales diferencias en cuanto a estatus cognitivo entre grupos tan heterogéneos.

La Tabla 5 recoge las tareas que no lograron detectar diferencias estadísticamente significativas entre grupos. Además de éstas, ninguna de las medidas estudiadas en la prueba de Dígitos Directos (número total de series en orden secuencial, número total de series en cualquier orden y rendimiento específico para series de 3, 4 y 5 dígitos) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados ( $p > 0.05$  en todas). Por lo tanto, en conjunto, esta prueba no parece ser óptima para diferenciar entre los grupos.

**Tabla 5.** Tareas que no muestran diferencias significativas en el análisis preliminar de diferencias entre grupos

<b>Tarea</b>	<b>Resultados (H de Kruskal-Wallis, <i>p</i> medias de rango)</b>		
<b>Recuerdo inmediato del MMSE</b>	Bajo NE sanos	40.5	.587
	Bajo NE x TN	47	
	Alto NE sanos	40.5	
	Alto NE x TN	38.62	
<b>Denominación del MMSE</b>	Bajo NE sanos	39.50	1.000
	Bajo NE x TN	39.50	
	Alto NE sanos	39.50	
	Alto NE x TN	39.50	
<b>Orden de tres comandos del MMSE</b>	Bajo NE sanos	42.32	.065
	Bajo NE x TN	30.95	
	Alto NE sanos	43.82	
	Alto NE x TN	40.79	
<b>Restas 100 – 7 (errores)</b>	Bajo NE sanos	40.35	.301
	Bajo NE x TN	34.11	
	Alto NE sanos	28.95	
	Alto NE x TN	38.58	
<b>Lectura del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo NE sanos	34.92	.259
	Bajo NE x TN	39.69	
	Alto NE sanos	33.00	
	Alto NE x TN	36.58	

<b>Conteo del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo NE sanos	35.36	.641
	Bajo NE x TN	38.66	
	Alto NE sanos	33.44	
	Alto NE x TN	36.63	
<b>Tarea de interferencia palabra – color del Test de Stroop</b>	Bajo NE sanos	33.66	.079
	Bajo NE x TN	25.59	
	Alto NE sanos	40.12	
	Alto NE x TN	41.48	
<b>Denominación del Fototest</b>	Bajo NE sanos	41.34	.307
	Bajo NE x TN	33.55	
	Alto NE sanos	43.74	
	Alto NE x TN	39.38	
<b>Fluencia verbal (nombres del mismo sexo) del Fototest</b>	Bajo NE sanos	45.74	.073
	Bajo NE x TN	33.26	
	Alto NE sanos	46.97	
	Alto NE x TN	32.74	
<b>Recuerdo facilitado del Fototest</b>	Bajo NE sanos	33.92	.082
	Bajo NE x TN	49.53	
	Alto NE sanos	34.37	
	Alto NE x TN	40.12	

---

## **5.2. Formulación y resultados de las preguntas de investigación**

Después de esta primera aproximación, decidimos estructurar los resultados principales del estudio en base a las siguientes cuatro preguntas de investigación:

**Pregunta #1:** ¿Qué sucede cuando comparamos el rendimiento en individuos sanos (bajo vs. alto NE) utilizando los tests de evaluación cognitiva que más se emplean en práctica clínica?

**Pregunta #2:** ¿Es posible distinguir a aquellos individuos con bajo NE que no presentan deterioro cognitivo de aquellos con nivel académico alto con un TN utilizando las herramientas de cribado cognitivo habituales? Es decir, ¿el alto NE compensa el desempeño en estos tests a pesar del deterioro?

**Pregunta #3:** Una vez que conocemos el NE del sujeto, de cara a valorar su estado cognitivo, ¿hay determinadas tareas que sería mejor no elegir (o, al menos, ser conscientes de que debemos interpretar los resultados con precaución)?

**Pregunta #4:** ¿Es posible identificar qué tareas son más discriminativas entre individuos con y sin deterioro, dependiendo del NE?

### **5.2.1. Comparación de grupos sin deterioro cognitivo (bajo vs. alto nivel educativo)**

Para responder a la primera pregunta, se realizó una prueba T de muestras independientes de dos colas, para estimar las diferencias en el rendimiento entre grupos de individuos sanos (es decir, GDS 1 o 2, sin deterioro o solo con deterioro cognitivo subjetivo), comparando así individuos sanos con bajo NE versus aquellos con alto NE. Se obtuvo el tamaño de la  $d$  de Cohen para estimar el tamaño del efecto de estas diferencias, que resultó ser grande para todas las medidas incluidas a continuación en la Tabla 6. Tal como se esperaba, un número relevante de tareas y de tests completos mostraron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo de individuos sanos con alta educación.

**Tabla 6.** Diferencias entre grupos sin deterioro cognitivo (bajo vs. alto NE)

<b>Tarea o test</b>	<b>Resultados (media y DE)</b>	<b><i>p</i></b>	<b>d de Cohen</b>	
<b>TAP</b>	Bajo NE	3.42 (4.74)	.000***	-1.37
	Alto NE	14.32 (10.31)		
<b>Omisiones en alfabeto</b>	Bajo NE	11.42 (8.46)	.000***	1.266
	Alto NE	3.21 (3.54)		
<b>Puntuación del MMSE</b>	Bajo NE	26.79 (3.01)	.009***	-.894
	Alto NE	28.84 (1.21)		
<b>Orientación temporal del MMSE</b>	Bajo NE	4.26 (1.99)	.037*	-.723
	Alto NE	4.89 (0.31)		
<b>Cálculo del MMSE</b>	Bajo NE	4.11 (1.29)	.026*	-.778
	Alto NE	4.84 (.37)		
<b>Copia de pentágonos del MMSE</b>	Bajo NE	.58 (.51)	.008**	-.936
	Alto NE	.95 (.23)		
<b>BNT-15</b>	Bajo NE	10 (3.43)	<.020*	-.793
	Alto NE	12.47 (2.78)		
<b>Restas 100 – 7</b>	Bajo NE	2 (1.56)	<.004**	-.995
	Alto NE	3.58 (1.61)		
<b>Conteo del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Bajo NE	33.94 (7.80)	<.047*	.697
	Alto NE	28.24 (8.58)		
<b>Selección del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Bajo NE	79.78 (26.61)	.000***	1.326
	Alto NE	51.71 (13.13)		
<b>Alternancia del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Bajo NE	119.94 (62.99)	<.013*	.887
	Alto NE	74.82 (33.51)		
<b>Alternancia del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo NE	4.72 (3.58)	<.026*	.788
	Alto NE	2.06 (3.15)		

<b>Lectura de palabras del Test de Stroop</b>	Bajo NE	71.06 (18.39)	<.022*	-.827
	Alto NE	87.41 (21.07)		
<b>5 dígitos en orden de los Dígitos Directos</b>	Bajo NE	3.42 (1.77)	<.036*	-.709
	Alto NE	4.53 (1.31)		
<b>3 dígitos en orden de los Dígitos Inversos</b>	Bajo NE	1.47 (1.39)	<.018*	-.809
	Alto NE	2.42 (0.90)		
<b>5 dígitos en orden de los Dígitos Inversos</b>	Bajo NE	1.37 (1.38)	<.023*	-.770
	Alto NE	2.58 (1.74)		

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

Adicionalmente, se realizó un análisis chi-cuadrado sobre las tareas individuales que no pudieron analizarse de forma cuantitativa, con el fin de establecer si se asociaba un mayor rendimiento con alguno de los dos grupos considerados. Los resultados mostraron asociaciones significativas con un mejor rendimiento en el grupo de alto NE para las Copias de la intersección de infinitos ( $\chi^2 = 14,148$ ,  $CC = .521$ ,  $p < .001$ ) y del cubo ( $\chi^2 = 22,167$ ,  $CC = .607$ ,  $p < .001$ ), ambos del ACE-III. Para este último, ninguno en el grupo sano de bajo NE puntuó, frente a cinco en el grupo sano de alto NE.

Asimismo, para el Test de Dibujo del Reloj, se observó la presencia de errores grafomotores ( $\chi^2 = 5,700$ ,  $CC = .361$ ,  $p < .05$ ) y conceptuales ( $\chi^2 = 4,385$ ,  $CC = .322$ ,  $p = .036$ ) en la versión a la Orden; errores de planificación ( $\chi^2 = 4.886$ ,  $CC = .338$ ,  $p = .027$ ) para la versión de Copia; y errores grafomotores para la versión al Calco ( $\chi^2 = 8.581$ ,  $CC = .429$ ,  $p = .003$ ) de manera frecuente en el grupo sano de bajo NE. Del mismo modo, para el comando de Escritura de frase a la orden, sólo el 52,6% en el grupo sano de bajo NE lo completó frente al 89,5% en el grupo sano de alto NE ( $\chi^2 = 6,269$ ,  $CC = .376$ ,  $p = .012$ ).

### **5.2.2. Comparación de individuos sanos con bajo nivel educativo versus individuos con deterioro cognitivo y alto nivel educativo: ¿puede el nivel educativo compensar el deterioro?**

Una de las preguntas centrales del presente estudio fue establecer si es posible distinguir entre individuos sanos con bajo NE e individuos con deterioro cognitivo y alto NE, ya que la revisión de la literatura ha señalado un rendimiento similar entre estos grupos, destacando como principal problema el uso de herramientas clásicas de cribado cognitivo, las cuales parecen requerir competencias avanzadas en lectoescritura y otras habilidades académicas adquiridas a través del proceso de alfabetización, y permiten que los individuos con mayor NE compensen su rendimiento a pesar de un deterioro cognitivo concurrente (23).

A continuación, se exponen:

- Las tareas y tests que no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos analizados (Bajo NE sanos vs. Alto NE x TN) (Tabla 7).
- Aquellas en las que el grupo de Alto NE, pese a presentar deterioro cognitivo, tuvo mejor rendimiento que el grupo de Bajo NE sin deterioro (Tabla 8).
- Finalmente, las tareas en las que el grupo de Bajo NE sin deterioro cognitivo tuvo mejor desempeño, y que podrían ser una buena opción para baterías de cribado cognitivo en este grupo poblacional (Tabla 9).

**Tabla 7.** Comparación de los grupos Bajo NE sanos vs. Alto NE x TN: resultados que no muestran diferencias significativas

<b>Tarea</b>	<b>Resultados (media y DE)</b>			<b>p</b>	<b>d de Cohen</b>
<b>Omisiones en alfabeto</b>	Bajo sanos	NE	11.42 (8.46)	.105	.524
	Alto TN	NE x	6.86 (8.91)		
<b>Puntuación total del MMSE</b>	Bajo sanos	NE	26.79 (3.01)	.441	.241
	Alto TN	NE x	25.81 (4.81)		
<b>Orientación temporal del MMSE</b>	Bajo sanos	NE	4.26 (1.19)	.169	.437
	Alto TN	NE x	3.62 (1.69)		
<b>Orientación espacial del MMSE</b>	Bajo sanos	NE	4.89 (0.46)	.487	.222
	Alto TN	NE x	4.76 (0.70)		
<b>Recuerdo inmediato del MMSE</b>	Bajo sanos	NE	3 (0.00)	.348	.301
	Alto TN	NE x	2.90 (0.44)		
<b>Cálculo del MMSE</b>	Bajo sanos	NE	4.11 (1.29)	.840	-.064
	Alto TN	NE x	4.19 (1.37)		
<b>Memoria diferida del MMSE</b>	Bajo sanos	NE	2.37 (0.76)	.112	.505
	Alto TN	NE x	1.86 (1.20)		
<b>Repetición de frase del MMSE</b>	Bajo sanos	NE	1 (0.00)	.348	.301

	Alto TN	NE	x	0.95 (0.22)		
<b>Orden en tres pasos del MMSE</b>	Bajo sanos	NE		2.84	.592	.171
	Alto TN	NE	x	2.76		
<b>Lectura del MMSE</b>	Bajo sanos	NE		.95 (0.23)	.331	-.333
	Alto TN	NE	x	1.00 (0.00)		
<b>Escritura de frase del MMSE</b>	Bajo sanos	NE		.74 (0.45)	.594	-.170
	Alto TN	NE	x	.81 (0.40)		
<b>Copia de pentágonos del MMSE</b>	Bajo sanos	NE		.58 (0.51)	.056	-.639
	Alto TN	NE	x	.86 (0.36)		
<b>Lectura del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Bajo sanos	NE		35.39 (12.73)	.774	.094
	Alto TN	NE	x	34.20 (12.53)		
<b>Lectura del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo sanos	NE		.06 (0.24)	.462	-.242
	Alto TN	NE	x	.15 (0.49)		
<b>Conteo del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Bajo sanos	NE		33.94 (7.08)	.526	.208
	Alto TN	NE	x	32.30 (8.00)		
<b>Conteo del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo sanos	NE		.17 (0.51)	.844	-.064
	Alto TN	NE	x	.20 (0.52)		

<b>Selección del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo sanos	NE	2.61 (2.28)	.284	.353
	Alto TN	NE x	1.90 (1.74)		
<b>Alternancia del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Bajo sanos	NE	119.94 (62.99)	.393	.281
	Alto TN	NE x	104.50 (46.64)		
<b>Alternancia del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo sanos	NE	4.72 (3.58)	.818	.075
	Alto TN	NE x	4.45 (3.66)		
<b>Lectura de palabras del Test de Stroop</b>	Bajo sanos	NE	71.06 (18.39)	.354	-.310
	Alto TN	NE x	77.05 (20.11)		
<b>Denominación de colores del Test de Stroop</b>	Bajo sanos	NE	49.50 (13.22)	.993	-.003
	Alto TN	NE x	49.55 (18.23)		
<b>Tarea de Interferencia palabra-color del Test de Stroop</b>	Bajo sanos	NE	23.25 (6.65)	.380	-.284
	Alto TN	NE x	25.80 (10.45)		
<b>FVF</b>	Bajo sanos	NE	7.74 (6.01)	.782	-.088
	Alto TN	NE x	8.24 (5.39)		
<b>FVS</b>	Bajo sanos	NE	13 (4.53)	.427	.254
	Alto TN	NE x	11.67 (5.81)		

<b>BNT-15</b>	Bajo sanos	NE	10 (3.43)	.126	.488
	Alto TN	NE x	7.90 (4.95)		
<b>Restas 100 – 7</b>	Bajo sanos	NE	2.11 (1.53)	.428	-.258
	Alto TN	NE x	2.52 (1.66)		
<b>Test de lectura de relojes</b>	Bajo sanos	NE	7.53 (2.67)	.615	.162
	Alto TN	NE x	7 (3.7)		
<b>Puntuación total de los Dígitos Directos</b>	Bajo sanos	NE	2.37 (0.59)	.352	-.299
	Alto TN	NE x	2.57 (0.75)		
<b>Puntuación total de los Dígitos Inversos</b>	Bajo sanos	NE	.74 (.73)	.097	-.539
	Alto TN	NE x	1.19 (.93)		
<b>Denominación del Fototest</b>	Bajo sanos	NE	5.74 (0.56)	.429	.253
	Alto TN	NE x	5.52 (1.03)		
<b>Fluencia semántica (sexo contrario) del Fototest</b>	Bajo sanos	NE	8.42 (1.80)	.806	.078
	Alto TN	NE x	8.24 (2.74)		
<b>Fluencia semántica (mismo sexo) del Fototest</b>	Bajo sanos	NE	8.84 (1.83)	.215	.400
	Alto TN	NE x	7.81 (3.11)		

<b>Recuerdo Facilitado del Fototest</b>	Bajo sanos	NE	0.63 (0.76)	.323	-.317
	Alto TN	NE x	0.9 (0.94)		

Puesto que los resultados de las tareas previamente reflejadas no mostraron diferencias significativas entre los grupos, era de esperar tamaños del efecto de moderados a bajos. Sin embargo, existe una tendencia a tamaños del efecto más altos para la tarea de Copia de intersección de pentágonos del MMSE, lo que sugiere un patrón de mejor rendimiento, aunque no significativo, para el grupo con alto NE y deterioro cognitivo.

La Tabla 8 muestra cómo los individuos con alto NE y deterioro cognitivo rinden significativamente mejor que los individuos sanos con bajo NE en el Test de Acentuación de Palabras, test fuertemente sesgado, ya que mide el coeficiente intelectual premórbido y es una medida indirecta del nivel educativo (145, 146). También ocurre en el tiempo de selección en el Test de los 5 Dígitos, una tarea en la que los individuos con alto NE también rinden mejor a pesar del deterioro, lo que sugiere que es una tarea con una mayor demanda ejecutiva y menos dependiente de problemas de alteración mnésica, que son aquellos que los adultos mayores con deterioro suelen tener en las etapas iniciales de los trastornos neurocognitivos.

**Tabla 8.** Comparación de los grupos Bajo NE sanos vs. Alto NE x TN: resultados que muestran diferencias significativas a favor del grupo de alto NE (a pesar del deterioro cognitivo)

<b>Tarea</b>	<b>Resultados (media y DE)</b>		<b>p</b>	<b>d de Cohen</b>
<b>Aciertos en el TAP</b>	Bajo NE sanos	3.61 (4.80)	.007**	-.891
	Alto NE x TN	10.19 (9.02)		
<b>Selección del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Bajo NE sanos	79.78 (26.61)	.003**	1.043
	Alto NE x TN	57.60 (14.92)		

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

Además, se realizó un análisis empleando el test de chi cuadrado sobre las tareas que no pudieron ser analizadas de manera cuantitativa, con el fin de establecer si alguno de los dos grupos de interés en este apartado presentaba un mejor rendimiento en ellos. Los resultados mostraron asociaciones significativas, con un mejor rendimiento en el grupo de alto NE con deterioro para las tareas de Copia de intersección de infinitos ( $\chi^2 = 8.087$ ,  $CC = .41$ ,  $p = .004$ ) y la Copia del cubo, ambos del ACE-III ( $\chi^2 = 9.048$ ,  $CC = .429$ ,  $p = .003$ ). En el caso de esta última, ningún sujeto del grupo de bajo NE sanos la realizó correctamente, mientras que 8 de los 21 participantes del grupo de alto NE con deterioro puntuaron en este apartado.

De igual forma, en la tarea de Escritura de frase a la orden, sólo el 53% del grupo de bajo NE sanos la escribieron correctamente, frente al 90.5% en el otro grupo ( $\chi^2 = 7.166$ ,  $CC = .39$ ,  $p = .007$ ).

Finalmente, la Tabla 9 muestra resultados prometedores para una prueba ya descrita en revisiones sistemáticas previas como una opción para la evaluación cognitiva en grupos con bajo nivel educativo y baja alfabetización: el Fototest. En este caso, el grupo sano con bajo NE presentó un rendimiento significativamente mejor, tanto en el desempeño global del test como específicamente en la tarea de Recuerdo Diferido, la cual se basa en estímulos visuales que los participantes deben recordar, en lugar del paradigma habitual de recuperación de palabras (como ocurre en el MMSE, que no ha mostrado diferencias entre grupos), el cual proporciona una cierta ventaja a los individuos con un alto NE.

**Tabla 9.** Comparación de los grupos Bajo NE sanos vs. Alto NE x TN: resultados que muestran diferencias significativas a favor del grupo de bajo NE sanos

<b>Tarea</b>	<b>Resultados (media y DE)</b>	<b><i>p</i></b>	<b>d de Cohen</b>
<b>Puntuación total del Fototest</b>	Bajo NE sanos	34.16 (3.79)	.045*
	Alto NE x TN	30.05 (7.82)	
<b>Recuerdo Diferido del Fototest</b>	Bajo NE sanos	10.53 (1.87)	.01*
	Alto NE x TN	7.67 (4.33)	

\* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

### **5.2.3. Comparación de grupos según el nivel educativo: ¿podemos elegir o desestimar determinados tests una vez que conocemos el nivel educativo?**

Para responder a esta pregunta, realizamos los análisis considerando por separado los grupos por pares según su nivel educativo. Así pues, se desglosa el rendimiento obtenido por los grupos de bajo NE (sanos vs. deterioro cognitivo), seguido de los resultados de las diferencias entre grupos de alto NE. El objetivo era determinar si los individuos deben ser orientados hacia un conjunto particular de tareas aisladas y/o herramientas completas de evaluación cognitiva una vez que se conoce su alfabetización, y, por ende, si ciertas pruebas o tests deben ser específicamente indicadas (o contraindicadas) para individuos con un determinado NE con el fin de obtener un perfil cognitivo lo más preciso posible.

Al comparar los grupos de bajo NE, la hipótesis era que los individuos con deterioro cognitivo mostrarían un rendimiento significativamente peor en todas las pruebas y tareas administradas en comparación con los individuos sanos. Sin embargo, a pesar de que los resultados mostraron este resultado para la mayoría de las tareas administradas, hubo dos conjuntos diferenciados de tareas en los que esta hipótesis no se confirmó:

1. Tareas en las que el rendimiento fue defectuoso en todos los grupos de baja educación, y
2. Tareas en las que el rendimiento fue igualmente bueno en todos los grupos de baja educación.

La Tabla 10 muestra los resultados de esta comparación entre el grupo de baja educación, con tamaños del efecto moderados para la mayoría de las medidas.

**Tabla 10.** Comparación entre grupos de bajo NE (sanos vs. TN)

<b>Tarea</b>	<b>Resultados (media y DE)</b>	<b><i>p</i></b>	<b>d de Cohen</b>	
<b>Tareas con rendimiento deficiente en ambos grupos</b>				
<b>TAP</b>	Bajo NE sanos	3.61 (4.80)	.201	.429
	Bajo NE x TN	1.84 (3.35)		
<b>Omisiones en alfabeto</b>	Bajo NE sanos	11.42 (8.46)	.757	-.101
	Bajo NE x TN	12.32 (9.19)		
<b>Lectura del MMSE</b>	Bajo NE sanos	.95 (.23)	.161	.468
	Bajo NE x TN	.79 (.42)		
<b>Restas 100 – 7</b>	Bajo NE sanos	2.11 (1.53)	.185	.444
	Bajo NE x TN	1.42 (1.58)		
<b>Tareas con adecuado rendimiento en ambos grupos</b>				
<b>Orientación espacial del MMSE</b>	Bajo NE sanos	4.89 (.46)	.122	.514
	Bajo NE x TN	4.53 (.91)		
<b>Recuerdo inmediato del MMSE</b>	Bajo NE sanos	3 (0)	.331	.324
	Bajo NE x TN	2.95 (.23)		
<b>Lectura del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo NE sanos	.06 (.236)	.240	-.442
	Bajo NE x TN	.38 (.236)		
<b>Conteo del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Bajo NE sanos	.17 (.51)	.245	-.435
	Bajo NE x TN	.69 (1.66)		
<b>Selección del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Bajo NE sanos	79.78 (26.61)	.134	-.549
	Bajo NE x TN	95.21 (30)		
<b>Aciertos totales con 5 dígitos de los Dígitos Inversos</b>	Bajo NE sanos	1.37 (1.38)	.394	.280
	Bajo NE x TN	1 (1.25)		
<b>Denominación del Fototest</b>	Bajo NE sanos	5.74 (.56)	.238	.390
	Bajo NE x TN	5.47 (.77)		

Por otra parte, la Tabla 11 muestra los resultados de esta comparación entre los grupos con mayor NE. Todas las tareas administradas muestran diferencias estadísticamente significativas a favor de los individuos sanos, excepto las siguientes, en las cuales el rendimiento fue igualmente bueno en ambos grupos de alto NE (a pesar del deterioro cognitivo), con tamaños del efecto moderados para la mayoría de las medidas:

**Tabla 11.** Comparación entre grupos de alto NE (sanos vs. TN)

<b>Tarea</b>	<b>Resultados (media y DE)</b>	<b><i>p</i></b>	<b>d de Cohen</b>	
<b>TAP</b>	Alto NE sanos	14.42 (10.31)	.174	.438
	Alto NE x TN	10.19 (9.02)		
<b>Omisiones del alfabeto</b>	Alto NE sanos	3.21 (3.54)	.104	-.528
	Alto NE x TN	6.86 (8.91)		
<b>Orientación espacial del MMSE</b>	Alto NE sanos	5	.135	.469
	Alto NE x TN	4.76 (.70)		
<b>Recuerdo inmediato del MMSE</b>	Alto NE sanos	3	.348	.301
	Alto NE x TN	2.90 (.44)		
<b>Repetición de frase del MMSE</b>	Alto NE sanos	1	.348	.301
	Alto NE x TN	.95 (.22)		
<b>Lectura del MMSE</b>	Alto NE sanos	1	-	-
	Alto NE x TN	1		
<b>Orden en tres pasos del MMSE</b>	Alto NE sanos	2.84 (.50)	.630	.154
	Alto NE x TN	2.76 (.54)		
<b>Escritura del MMSE</b>	Alto NE sanos	.84 (.37)	.793	.084
	Alto NE x TN	.81 (.40)		
<b>Copia de pentágonos del MMSE</b>	Alto NE sanos	.95 (.23)	.355	.296
	Alto NE x TN	.86 (.36)		
<b>FVF</b>	Alto NE sanos	10.84 (4.60)	.110	.517

	Alto NE x TN	8.24 (5.40)		
<b>Lectura del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Alto NE sanos	28.76 (11.05)	.174	-.458
	Alto NE x TN	34.20 (12.53)		
<b>Lectura del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Alto NE sanos	0	.186	-.416
	Alto NE x TN	.15 (.49)		
<b>Conteo del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Alto NE sanos	28.24 (8.58)	.145	-.491
	Alto NE x TN	32.30 (8.01)		
<b>Conteo del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Alto NE sanos	.06 (.24)	.290	-.337
	Alto NE x TN	.15 (.49)		
<b>Selección del Test de los 5 Dígitos (tiempo)</b>	Alto NE sanos	51.71 (13.13)	.214	-.417
	Alto NE x TN	57.6 (14.92)		
<b>Selección del Test de los 5 Dígitos (errores)</b>	Alto NE sanos	1.76 (1.44)	.801	-.084
	Alto NE x TN	1.90 (1.74)		
<b>Lectura de palabras del Test de Stroop</b>	Alto NE sanos	87.41 (21.07)	.136	.504
	Alto NE x TN	77.05 (20.11)		
<b>Denominación de colores del Test de Stroop</b>	Alto NE sanos	55.47 (12.83)	.269	.370
	Alto NE x TN	49.55 (18.23)		
<b>Interferencia palabra-color del Test de Stroop</b>	Alto NE sanos	26.71 (10.40)	.784	.087
	Alto NE x TN	25.80 (10.45)		
<b>Puntuación total de Dígitos Directos</b>	Alto NE sanos	2.84 (.37)	.152	.451
	Alto NE x TN	2.57 (.75)		
<b>Puntuación total de Dígitos Inversos</b>	Alto NE sanos	2 (.74)	.692	.126
	Alto NE x TN	1.90 (.54)		
<b>Denominación del Fototest</b>	Alto NE sanos	5.84 (.37)	.198	.402
	Alto NE x TN	5.52 (1.03)		
	Alto NE sanos	9.16 (2.19)	.125	.497

<b>Fluencia verbal</b> <b>(nombres del mismo sexo) del Fototest</b>	Alto NE x TN	7.81 (3.11)		
<b>Recuerdo facilitado del Fototest</b>	Alto NE sanos	.63 (.68)	.306	-.329
	Alto NE x TN	.90 (.94)		

Estos análisis sugieren que las tareas recogidas en las Tablas 10 y 11 podrían no ser las más adecuadas para sujetos de bajo y de alto NE respectivamente, al no ser capaces de distinguir el rendimiento diferencial atribuible al deterioro cognitivo en estos grupos, una vez conocemos el nivel de alfabetización. Podría ser un primer paso para seleccionar y configurar baterías de cribado cognitivo según el NE de los pacientes.

A continuación, se presentan las dos secciones finales de los resultados, que se enfocarán en responder la cuarta pregunta de investigación y en identificar una selección óptima de tareas específicas para la valoración cognitiva de adultos mayores con diferentes niveles educativos (alto o bajo).

Este apartado complementa los dos siguientes, ya que en ambos casos se realiza un análisis estratificado: bajo NE (sujetos sanos vs. con deterioro cognitivo) y alto NE (mismos subgrupos). No obstante, el apartado 4.2.3 se concentra en las variables cuantitativas, mientras que en las siguientes secciones se hará una aproximación a las variables cualitativas capaces de discriminar entre individuos sanos y aquellos con deterioro cognitivo.

#### **5.2.4. Detección precoz del deterioro cognitivo: ¿qué tareas son más adecuadas para sujetos con bajo nivel educativo?**

Basándonos en los análisis de chi-cuadrado realizados en las tareas que no pudieron ser analizadas numéricamente, en individuos con bajo NE, contar de 20 a 1 en orden inverso, seis de los ítems del del BNT-15 y los errores de planificación en la versión

a la Orden del Test del Reloj parecen ser las mejores para diferenciar entre individuos sanos y con deterioro en nuestra muestra.

En primer lugar, en la tarea de contar de 20 a 1: el 89.5% de los individuos sanos frente al 57.9% de los individuos con deterioro cognitivo fueron capaces de completar la tarea ( $\chi^2= 4.886$ ,  $CC = .338$ ,  $p = .027$ ).

En el BNT-15, la capacidad de denominar específicamente estas 6 de las 15 palabras (#2 (sacapuntas), #5 (bozal), #10 (magdalena), #11 (cactus), #13 (dardo) y #15 (pergamino): todos con  $CC$  entre 0.33 y 0.36  $p<.05$ ) se asoció con pertenecer al grupo sin deterioro cognitivo de bajo NE.

Por último, en cuanto a los errores en la versión del Test del Reloj a la Orden, el 73.69% del grupo sano de baja educación cometió errores frente al 100% en el grupo con deterioro cognitivo de bajo NE ( $\chi^2= 5.758$ ,  $CC = .363$ ,  $p = .016$ ), y, entre ellos, los errores de planificación fueron los más frecuentes en dichos participantes.

### **5.2.5. Detección precoz del deterioro cognitivo: ¿qué tareas son más adecuadas para sujetos con alto nivel educativo?**

Realizando de nuevo análisis de chi-cuadrado con las tareas no cuantitativas, en individuos con alto NE, la tarea de Copia del cubo del ACE-III, 12 de las 15 palabras del BNT-15 y los errores grafomotores en ambas versiones del Test del Dibujo del Reloj (Orden y Copia) parecen ser las mejores para distinguir entre individuos sanos y con deterioro en nuestra muestra.

En la tarea de Copia del cubo del ACE-III, el 73.7% de los individuos sanos de alta educación completaron correctamente la tarea, frente al 36.4% en el grupo con deterioro cognitivo de alto NE ( $\chi^2 = 5.105$ ,  $CC = .336$ ,  $p = .024$ ).

En cuanto al BNT-15, 12 de las 15 palabras (todas excepto #6 (pinzas), #8 (rinoceronte) y #11 (cactus)) fueron denominadas correctamente por los individuos sanos (todos los CC entre 0.297 y 0.429,  $p < .05$ ).

Finalmente, en el Test del Reloj a la Orden, el 42.1% de los individuos sanos cometieron errores frente al 85.71% en el grupo con deterioro cognitivo ( $\chi^2 = 8.338$ , CC = .415,  $p = .004$ ), mientras que, para la versión de Copia, el 5.2% del grupo sin deterioro cometió errores frente al 33.33% en el otro ( $\chi^2 = 4.912$ , CC = .331,  $p = .027$ ). En ambas modalidades del dibujo del reloj, los errores grafomotores fueron los más frecuentes en los sujetos con deterioro cognitivo.

### **5.3. Modelos de clasificación**

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de los modelos de clasificación desarrollados utilizando técnicas de aprendizaje automático, específicamente Random Forests (RF) y el algoritmo Boruta. Estos modelos se emplearon para analizar la capacidad predictiva de diferentes herramientas y tareas de evaluación cognitiva en la clasificación de pacientes en los cuatro grupos previamente definidos según su NE y estado cognitivo.

Inicialmente, se aplicaron RF para evaluar la precisión y la capacidad de los predictores en la asignación correcta de los individuos a sus respectivos grupos. Sin embargo, debido a las limitaciones observadas en la sensibilidad de estos modelos, se procedió a implementar el algoritmo Boruta. Este algoritmo permitió identificar las variables más relevantes al comparar la importancia de los predictores originales con predictores aleatorizados (predictores sombra), mejorando así la interpretación y robustez de los resultados obtenidos. A continuación, se detallan los hallazgos clave de ambos enfoques en los dos conjuntos de datos analizados.

### 5.3.1. Resultados para Random Forests

#### Resultados para el primer conjunto de datos (n = 78)

Para el primer conjunto de datos, como se mencionó anteriormente, se utilizaron 78 pacientes y un subconjunto de 93 predictores (donde se eliminaron el Test de los 5 Dígitos y el Test de Stroop por presentar valores perdidos) con el fin de estimar el nivel de precisión para clasificar a los pacientes en cada uno de los cuatro grupos predefinidos (bajo NE sanos, bajo NE con deterioro cognitivo, alto NE sanos y alto NE con deterioro cognitivo). Los resultados mostraron un AUC (*Area Under the Curve* o Área Bajo la Curva) de 0.73 con una precisión de 0.5384. El valor predictivo positivo medio (Verdaderos Positivos/Positivos Predichos) fue de 0.5384, con una sensibilidad media del 54.26%, mientras que el valor predictivo negativo (Verdaderos Negativos/Negativos Predichos) fue de 0.8488, con una especificidad media de 84.65%. Este modelo mostró bajos errores de clasificación para los grupos de bajo NE con deterioro cognitivo (0.37) y alto NE sanos (0.26), si bien mostró problemas evidentes para distinguir entre los grupos de bajo NE sanos y alto NE con deterioro cognitivo, como lo indican sus altos valores de error de clasificación (0.63 y 0.71, respectivamente). La Tabla 12 muestra la matriz de confusión para este modelo que incluyó a los cuatro grupos de pacientes.

**Tabla 12.** Matriz de confusión para el modelo de clasificación para los cuatro grupos de pacientes (n = 78)

<b>Reales vs. Predichos</b>	<b>Bajo NE x Sanos - Predichos</b>	<b>Bajo NE x TN - Predichos</b>	<b>Alto NE x Sanos - Predichos</b>	<b>Alto NE x TN - Predichos</b>
<b>Bajo NE x Sanos - Reales</b>	7	5	3	4
<b>Bajo NE x TN - Reales</b>	4	12	1	2
<b>Alto NE x Sanos - Reales</b>	3	1	14	1
<b>Alto NE x TN - Reales</b>	7	4	4	6

Al analizar las variables más importantes que contribuyeron al modelo (es decir, aquellas cuya eliminación conduciría a una peor clasificación), se estableció un punto de corte en 70 sobre 100 para determinar las tareas y pruebas más relevantes utilizadas en el estudio. Los resultados mostraron una puntuación de importancia máxima para el BNT-15 (100), seguido por el Test de Lectura de Relojes (97.34), el TAP (96.83), la puntuación total del Fototest (87.58), la puntuación total del MMSE (82.66), la edad (80.70), la Copia del Cubo del ACE-III (75.76) y la Fluidez Verbal Fonética durante los primeros 15 segundos (71.43).

### **Resultados para el segundo conjunto de datos (n = 62)**

Para el segundo conjunto de datos, como se mencionó anteriormente, se utilizaron 62 pacientes y 107 predictores (excluyendo únicamente la tarea de Lectura del MMSE y los registros de la serie de tres Dígitos Directos (tanto la variable de acierto de orden como la de cualquier acierto), ya que la totalidad de la población analizada había completado correctamente estos ítems), lo que permitió utilizar el máximo número de casos completos con el mayor número posible de predictores. Este modelo de RF incluyó pruebas previamente excluidas como el Test de Stroop y el Test de los 5 Dígitos. En este caso, los resultados mostraron un AUC de 0.68 con una precisión de 0.4838. El valor predictivo positivo medio (Verdaderos Positivos/Positivos Predichos) fue de 0.4541, con una sensibilidad media de 45.42%, mientras que el valor predictivo negativo (Verdaderos Negativos/ Negativos Predichos) fue de 0.8272, con una especificidad media de 82.56%. Este modelo mostró, a diferencia del modelo que incluyó el conjunto de datos completo, tasas de error de clasificación sustancialmente más altas para los grupos de bajo NE con deterioro cognitivo (0.80) y alto NE sanos (0.41), pero tasas de error más bajas para clasificar a los grupos de bajo NE sanos y alto NE con deterioro cognitivo (0.50 y 0.52, respectivamente). La Tabla 13 muestra la matriz de confusión para este modelo.

**Tabla 13.** Matriz de confusión para el modelo de clasificación para los cuatro grupos de pacientes (n = 62)

<b>Reales vs. Predichos</b>	<b>Bajo NE x Sanos – Predichos</b>	<b>Bajo NE x TN - Predichos</b>	<b>Alto NE x Sanos - Predichos</b>	<b>Alto NE x TN - Predichos</b>
<b>Bajo NE x Sanos - Reales</b>	8	3	2	3
<b>Bajo NE x TN – Reales</b>	5	2	1	2
<b>Alto NE x Sanos - Reales</b>	4	0	<b>10</b>	3
<b>Alto NE x TN – Reales</b>	3	2	5	<b>9</b>

Al analizar las variables más importantes que contribuyeron al modelo, nuevamente se estableció un punto de corte en 70 sobre 100 para determinar las tareas y pruebas más relevantes utilizadas en el estudio. Los resultados mostraron una puntuación de importancia máxima para el Tiempo de Selección del Test de los 5 Dígitos (100), seguido por la puntuación total del Fototest (87.55), la Copia del Cubo del ACE-III (85.22), la tarea de Interferencia Palabra-Color del Test de Stroop (84.16), el TAP (83.30), el BNT-15 (82.01) y el Test de Lectura de Relojes (71.83). La importancia de la puntuación total del MMSE (58.62) y la edad (37.93) disminuyeron sustancialmente con la inclusión de los predictores previamente excluidos.

### 5.3.2. Resultados para la aplicación del algoritmo Boruta

Dado que los resultados de los RF previamente realizados mostraron un alto nivel de errores de clasificación (adecuados para descartar individuos que no pertenecen a un determinado grupo, pero no lo suficientemente sensibles para predecir correctamente la clasificación de los individuos en sus grupos objetivo), se aplicó un algoritmo Boruta. Como ya se explicó anteriormente, el método Boruta es una versión extendida del RF en la que para cada predictor se crea un predictor "sombra" con valores aleatorizados. No se esperaría que un predictor sombra presentara importancia en el algoritmo RF pues es un valor aleatorio; por lo tanto, si un predictor sombra tiene un desempeño mejor, igual, o no mucho peor que su predictor original en términos de importancia, se puede concluir

que el predictor original no es relevante para la clasificación. Se realizaron dos aplicaciones del algoritmo, una con el primer conjunto de datos ( $n = 78$ ) y otra con el segundo conjunto ( $n = 62$ ).

### **Resultados para el primer conjunto de datos ( $n = 78$ )**

Los resultados de la aplicación del algoritmo Boruta con el conjunto de datos completo confirmaron 12 variables (cinco puntuaciones de tests completos y siete tareas aisladas) que demostraron su capacidad para clasificar correctamente a los pacientes en su grupo correspondiente, mientras que 7 resultaron ser solo tentativas y 74 fueron rechazadas por no ser predictivas. La Tabla 14 a continuación muestra estas 19 variables de interés.

**Tabla 14.** Variables confirmadas como predictoras y aquellas declaradas tentativas en la clasificación del primer conjunto de datos (n = 78)

<b>Variables confirmadas como predictores</b>	<b>como</b>	<b>Variables mostradas como predictor tentativo</b>
TAP		Edad
MMSE		Omisiones del Alfabeto
Test de Lectura de Relojes		Primeros 15 segundos de la FVF
Fototest		Ítem #2 (Sacapuntas) del BNT-15
BNT-15		Errores grafomotores del Test del Reloj al Calco
Aciertos consecutivos en Restas 100 – 7		Puntuación total para la serie de 4 dígitos de Dígitos Inversos
Copia de la Intersección de Infinitos del ACE-III		Intervalo de los segundos 10 a 20 en la Fluencia verbal (nombres del sexo contrario) del Fototest
Copia del Cubo del ACE-III		
Errores en el Test del Reloj a la Orden		
Orientación Temporal del MMSE		
Copia de la Intersección de Pentágonos del MMSE		
Fluencia verbal (nombres del sexo contrario) del Fototest		

### **Resultados para el segundo conjunto de datos (n = 62)**

Los resultados de la aplicación del algoritmo Boruta con el segundo conjunto de datos confirmó seis variables (cuatro puntuaciones de tests completos y dos tareas) que demostraron su capacidad para clasificar correctamente a los pacientes en su grupo correspondiente, mientras que 9 resultaron ser solo tentativas y 92 fueron rechazadas por no ser predictivas. La Tabla 15 muestra estas 15 variables de interés.

**Tabla 15.** Variables confirmadas como predictoras y aquellas declaradas tentativas en la clasificación del segundo conjunto de datos (n = 62)

<b>Variables confirmadas como predictores</b>	<b>como</b>	<b>Variables mostradas como predictor tentativo</b>
TAP		MMSE
BNT-15		Orientación Temporal del MMSE
Test de Lectura de Relojes		Primeros 15 segundos de la FVF
Fototest		Ítem #2 (Sacapuntas) del BNT-15
Copia del Cubo del ACE-III		Errores grafomotores del Test del Reloj al Calco
Tiempo de Selección del Test de los 5 Dígitos		Fluencia verbal (nombres del sexo contrario) del Fototest
		Intervalo de los segundos 10 a 20 en la Fluencia verbal (nombres del sexo contrario) del Fototest
		Fluencia verbal (nombres del mismo sexo) del Fototest
		Copia de la Intersección de Infinitos del ACE-III

## 6. Discusión

En la presente discusión, se revisarán los objetivos y las hipótesis que han guiado esta investigación, integrando también el análisis de los resultados en función de las cuatro preguntas de investigación planteadas. Esta tesis se ha enfocado en desarrollar una batería de pruebas cognitivas para analizar el cribado cognitivo por tareas en personas mayores con bajo nivel de alfabetización, un grupo que enfrenta desafíos particulares en la evaluación neuropsicológica debido al sesgo potencial introducido por el NE en los resultados de las pruebas cognitivas convencionales.

El objetivo general de este trabajo fue diseñar una batería de pruebas de cribado cognitivo, emparejando tareas y herramientas con y sin sesgo por NE, con el fin de identificar la combinación óptima de pruebas para la detección de deterioro cognitivo en personas mayores con bajo NE. Así pues, los objetivos específicos fueron: (1) seleccionar pruebas validadas con distinta propensión al sesgo por NE; (2) adaptar estas pruebas para asegurar su aplicabilidad y validez en la población objetivo; (3) diseñar una batería que combine pruebas con y sin sesgo para evaluar diferentes dominios cognitivos; y (4) aplicar esta batería a una muestra estratificada según el NE y estado cognitivo, analizando su efectividad a través de dos enfoques: por tareas individuales y por pruebas completas.

La muestra de estudio fue dividida en cuatro grupos según su nivel educativo y estado cognitivo: (1) Bajo NE y cognitivamente sanos, (2) Bajo NE con deterioro cognitivo, (3) Alto NE y cognitivamente sanos, y (4) Alto NE con deterioro cognitivo. Esta estratificación permitió investigar la interacción entre el NE y el desempeño en las pruebas cognitivas, en línea con la hipótesis general de que los individuos con bajo nivel educativo mostrarán un peor desempeño en las pruebas cognitivas que aquellos con alto nivel educativo, independientemente del estado cognitivo.

Las hipótesis específicas plantean que las pruebas adaptadas para personas mayores con bajo NE mantendrán su validez y fiabilidad en la detección del deterioro cognitivo, y que las pruebas con menor sesgo por NE serán más precisas para diferenciar entre el deterioro cognitivo y el envejecimiento normal en esta población. Además, se anticipa que el análisis por tareas revelará diferencias significativas en el desempeño cognitivo entre los grupos con bajo y alto NE, y que las pruebas que minimizan el sesgo

por NE serán más efectivas en la detección del deterioro cognitivo en personas mayores con bajo NE.

En este contexto, los resultados y la discusión de esta tesis se han estructurado en torno a responder cuatro preguntas clave de investigación:

**Pregunta #1:** ¿Qué sucede cuando comparamos el rendimiento en individuos sanos (bajo vs. alto NE) utilizando los tests de evaluación cognitiva más empleados en la práctica clínica? Esta pregunta aborda cómo el NE influye en el desempeño de las pruebas, incluso en ausencia de deterioro cognitivo, proporcionando una base para entender el impacto del NE en la interpretación de resultados.

**Pregunta #2:** ¿Es posible distinguir a aquellos individuos con bajo NE que no presentan deterioro cognitivo de aquellos con alto NE y un TN utilizando las herramientas de cribado cognitivo habituales? Es decir, ¿el alto NE compensa el desempeño en estos tests a pesar del deterioro? Esta pregunta explora si el alto NE puede enmascarar el deterioro cognitivo en los resultados de las pruebas, generando falsos negativos.

**Pregunta #3:** Una vez que conocemos el NE del sujeto, de cara a valorar su estado cognitivo, ¿hay determinadas tareas que sería mejor no elegir (o, al menos, ser conscientes de que debemos interpretar los resultados con precaución)? Aquí se investiga si existen tareas que, debido a su sesgo por NE, podrían llevar a interpretaciones erróneas si no se consideran con cuidado.

**Pregunta #4:** ¿Es posible identificar qué tareas son más discriminativas entre individuos con y sin deterioro, dependiendo del NE? Esta última pregunta se centra en determinar qué tareas dentro de la batería diseñada son más efectivas para distinguir entre deterioro cognitivo y envejecimiento normal en función del NE, optimizando así la evaluación clínica.

Estas preguntas han sido fundamentales para guiar la interpretación de los resultados obtenidos, permitiendo una discusión detallada sobre la eficacia de la batería de pruebas desarrollada y sobre las diferencias observadas entre los grupos definidos por nivel educativo y estado cognitivo.

## 6.1. Análisis preliminar de los datos

En un primer abordaje de los datos obtenidos, se buscaron diferencias significativas en el rendimiento de las diferentes pruebas entre los cuatro grupos del estudio, identificándose una serie de tareas en las que no existían tales diferencias en nuestra muestra.

Los ítems de Memoria inmediata, Denominación y Orden en tres pasos del MMSE se encontraban entre estas tareas. Estos resultados son contrapuestos a las afirmaciones de la búsqueda bibliográfica, pues son las tareas que menor sesgo por nivel educativo presentan en sujetos con bajo NE. Esto puede deberse al “efecto techo” que presentan en aquellos con alto NE, en los que no resultarían útiles para discriminar entre individuos sanos y con deterioro cognitivo (147).

También la cuantificación de errores en la tarea de Restas 100 – 7. En la revisión sistemática llevada a cabo por Ramos-Henderson et al. (148) se desaconseja el uso del MMSE, del ACE y del MoCA (test del que se extrae la tarea de restas secuenciales) en individuos con menos de 6 años de educación formal, entre otros, porque las tareas de lectura, escritura, cálculo, fluencia verbal fonética y habilidades visoconstructivas se ven afectadas por el NE.

Del Test de los 5 Dígitos, no mostraron diferencias entre los grupos los errores en Lectura y Conteo. Estas tareas son un nuevo ejemplo de “efecto techo”, pues carecen de un significativo poder discriminativo entre individuos sanos y aquellos con deterioro cognitivo, independientemente del nivel educativo de los participantes, como se detalla en los apartados subsiguientes.

La tarea de Interferencia palabra-color del Test de Stroop tampoco demostró ser discriminativa en el análisis preliminar. Lin et al. (149) sostienen que, en la evaluación de las funciones ejecutivas, el nivel educativo representa un factor crucial que influye en el desempeño en tareas que requieren flexibilidad cognitiva y alternancia.

Por último, se incluían las tareas de Denominación, Fluencia semántica con nombres del mismo sexo y Recuerdo facilitado del Fototest. A pesar de que Carnero-Pardo y sus colegas han validado el Fototest en condiciones de práctica clínica, demostrando que es una herramienta eficaz para identificar a los individuos con TNM o TNM sin sesgo relacionado con el NE (150), se observa que, al desglosar las tareas, las

mencionadas anteriormente no resultan ser tan discriminativas como la puntuación total o el recuerdo diferido libre.

Si bien estas tareas se mantuvieron para el resto de los análisis, no parecen ser las más adecuadas a la hora de diferenciar entre pacientes con y sin deterioro cognitivo. Por lo tanto, a falta de un estudio con una muestra poblacional más amplia, se recomienda interpretarlas con cautela.

Para continuar con la discusión de los resultados, seguiremos el mismo esquema que a la hora de presentar los resultados, y responderemos a las preguntas de investigación planteadas.

## **6.2. ¿Qué sucede cuando comparamos el rendimiento en individuos sanos con distinto nivel educativo utilizando tests de evaluación cognitiva de uso frecuente?**

Para abordar la pregunta de investigación sobre las diferencias en el rendimiento cognitivo entre individuos sanos con bajo y alto NE, se observaron variaciones significativas en el desempeño en diversas tareas cognitivas. Los participantes con alto NE exhibieron mejores resultados en varias medidas:

En primer lugar, destacan las tareas que evalúan el nivel educativo premórbido, como el Test de Acentuación de Palabras y recitar el Alfabeto. Estas pruebas reflejaron un desempeño superior entre individuos con mayor formación educativa, lo cual es congruente con la literatura, que sugiere una influencia directa del NE en habilidades lingüísticas básicas (151).

En cuanto al MMSE, la revisión sistemática obtuvo resultados consistentes acerca del importante sesgo por NE que presenta esta herramienta, hecho que se replica en nuestra muestra, donde se ven diferencias significativas en la puntuación total del test (80, 99). Además, se encontró que tareas específicas como la Orientación Temporal, el Cálculo y la Copia de la intersección de pentágonos mostraron un sesgo por NE, corroborando hallazgos previos sobre la sensibilidad de este test a factores educativos.

Si bien nuestra revisión inicial de la literatura exponía que la orientación, tanto espacial como temporal, era una de las áreas de la cognición menos influenciadas por el NE, otros autores como Laks (91) o Hong (152) han reportado hallazgos consistentes con los nuestros: la puntuación del ítem Orientación temporal mejora a medida que aumenta el NE de los sujetos. Esto podría explicarse porque la educación fomenta el desarrollo de habilidades de procesamiento de información y memoria, siendo más eficientes en la codificación, almacenamiento y recuperación de información temporal, como la fecha, el mes y el año actuales.

El cálculo, junto con la lectoescritura, son las habilidades cognitivas más influenciadas por el nivel educativo (153). En la mayoría de los tests de cribado cognitivo, como el MMSE, el MEC o el MoCA, los ítems que evalúan la capacidad de cálculo son operaciones matemáticas abstractas, principalmente restas seriadas. Por este motivo, aunque la tarea de cálculo en el MMSE implique restas de cantidades pequeñas (de 3 en 3), sigue siendo una de las áreas de la cognición más afectadas por el nivel educativo.

Además de este ítem del MMSE, en pruebas de cálculo más complejas, como las restas seriadas de 100 menos 7, donde se manejan cifras mayores que en la tarea del MMSE, también se observaron diferencias significativas. Estos resultados subrayan una vez más la influencia del nivel educativo en la capacidad para realizar procesos numéricos más exigentes.

Una alternativa a estas tareas que evalúa la capacidad de cálculo es el Eurotest, o su versión original, el Test de las monedas (25, 153), promovidos en España por el grupo de Carnero-Pardo. En lugar de requerir operaciones aritméticas abstractas, los pacientes trabajan con monedas de curso legal en su país, lo que facilita la realización de tareas de cálculo incluso en ausencia de habilidades de lectoescritura. Esto se debe a que, en el desarrollo funcional de una persona, la adquisición de habilidades básicas de cálculo para la gestión del dinero es fundamental, incluso en ausencia de una educación formal.

La tarea de la Copia de la intersección de pentágonos fue objeto de estudio del grupo de Raina et al. (61), bajo la premisa de que resultaría difícil de realizar para la población analfabeta debido a los requisitos de habilidades ejecutivas y de construcción visuoespacial. Conforme a sus expectativas, observaron que los individuos analfabetos de edad avanzada presentaron mayores dificultades para dibujar la intersección de pentágonos, especialmente al intentar representar correctamente ambas figuras. Katzman

(14) postuló que, si un sujeto no aprende a copiar figuras en su infancia, no será capaz de completar esta tarea en su vida adulta.

El BNT-15, aunque facilitado por el uso de imágenes (las herramientas que emplean material visual en lugar de textos escritos suelen ser más adecuadas para evaluar sujetos con bajo NE), también evidenció diferencias. El conocimiento previo de los nombres de objetos presentados (154) y las habilidades de acceso léxico-semántico (155) muestran una relación directa con la educación formal recibida, afectando el rendimiento en términos de memoria de trabajo y recuperación de información semántica. Así, aunque la versión del BNT-15 seleccionada para este estudio, del grupo de Fernández-Blázquez (124), se presentó como una herramienta que minimiza el sesgo por NE, continúan existiendo diferencias significativas en el desempeño en función de la alfabetización de los sujetos. Esto se refleja en el hecho de que los autores presentaron diferentes puntos de corte en función de la edad y la alfabetización.

Según la revisión sistemática, el Test de los 5 Dígitos era una alternativa no sesgada por NE al clásico Test de Stroop (59) pues, en lugar de palabras, emplea números o grupos de asteriscos en cantidades del 1 al 5 (cifras pequeñas), fácilmente reconocibles por sujetos con bajo NE. Sin embargo, en nuestra muestra sí se han objetivado diferencias significativas a favor del grupo de alto NE en el análisis por tareas (tiempo de Conteo, Selección y Alternancia, y errores en la Alternancia). Los sujetos con menor NE presentaban dificultades para comprender las instrucciones del test o para ejecutar correctamente las tareas requeridas; el NE tiene una relación directamente proporcional con la velocidad de procesamiento de la información y los tiempos de reacción (156), lo cual puede reflejarse en un peor desempeño en términos de tiempo y precisión; también puede verse mermada la memoria de trabajo, con menor capacidad de mantener y emplear las instrucciones de cómo realizar las tareas de Selección o de Alternancia (157).

Además, la tarea de Lectura del Test de Stroop reveló una relación directa con el NE, especialmente en términos de velocidad lectora. Como su propio nombre indica, se trata de una tarea en la que los sujetos deben leer una lista de nombres de colores, tantos como sea capaz en 45 segundos. Además del mero hecho de que la adquisición de la lectoescritura es una habilidad inherentemente vinculada a la educación formal, se ha encontrado relación entre la memoria de trabajo, la inhibición, la inteligencia fluida y la velocidad lectora (158), aspectos independientemente ligados al NE.

Cabe destacar que, si bien en nuestra muestra sí ha habido diferencias significativas a favor del grupo de alto NE en el desempeño de algunas tareas del Test de los 5 Dígitos, el único tiempo en el que no se han apreciado diferencias ha sido el tiempo en la tarea de Lectura, empleándose números del 1 al 5 en este test. Así pues, comparándolo con su tarea apareada de Lectura de colores (palabras, a fin de cuentas), los sujetos con menor NE realizan la tarea de forma similar a los de alto NE cuando se emplean cifras numéricas pequeñas en lugar de palabras escritas. Así pues, la naturaleza de los estímulos puede modular la influencia del nivel educativo en el desempeño cognitivo.

En el Test de Dígitos Directos (5 dígitos en orden) y Dígitos Inversos (3 y 5 dígitos en orden), que implican memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, control ejecutivo, atención auditiva, procesamiento secuencial y organización temporal (159, 160, 161), se observó un sesgo significativo por NE.

Similarmente, la tarea de Escritura de frase a la orden confirmó el resultado esperado para una tarea que requiere habilidades de escritura.

Las tareas de Copia de la intersección de infinitos y la Copia del cubo fueron seleccionadas para la batería como alternativas a la copia de pentágonos del MMSE, en las que suponíamos que los infinitos serían la versión “más sencilla” al no tratarse de figuras geométricas, y el cubo la versión “compleja” por ser un dibujo tridimensional. Sin embargo, al implicar funciones visoconstructivas, percepción espacial, habilidades motoras finas con control preciso de los movimientos de la mano, coordinación visomotora y planificación y organización (162, 163), las tres tareas presentan sesgo significativo por NE.

En nuestro estudio, en la Copia de infinitos, prácticamente la totalidad de los individuos sanos de alto NE (18/19) la completaron correctamente, frente a menos de la mitad del grupo de bajo NE (7/19). En la Copia del cubo, ambos grupos presentaron dificultades, aunque en el grupo de bajo NE ningún individuo fue capaz de realizarla, frente a 5 de los 19 de alto NE.

El grupo dirigido por Ericsson (164) llevó a cabo un estudio en 1995 en el que evaluaron diversos tests de copia de figuras geométricas y de escritura, con el objetivo de determinar su utilidad como herramientas de cribado cognitivo en poblaciones mayores. Los participantes realizaron la copia de un cubo, dos pentágonos, un rombo, la

intersección de dos rectángulos y un círculo. Los resultados mostraron una relación significativa entre el nivel educativo y la capacidad para copiar el cubo, los pentágonos y el rombo, mientras que la copia de los rectángulos y el círculo no presentó sesgo significativo en función del nivel educativo en la muestra analizada. En la adaptación del Mo-MMSE utilizada por Brito-Marques (36), se reemplaza la tarea de copiar la intersección de pentágonos por la de copiar la intersección de triángulos, lo cual resultó en un mejor desempeño de los sujetos con bajo nivel educativo en comparación con la versión clásica del test. Por tanto, en las tareas de copia de figuras geométricas, es aconsejable optar por figuras más simples, como círculos, triángulos o rectángulos, para reducir el sesgo asociado al nivel educativo.

En definitiva, estos resultados destacan la importancia de considerar el NE al interpretar los resultados de las evaluaciones cognitivas clínicas. Las diferencias observadas subrayan que la educación formal desempeña un papel crucial en diversas áreas cognitivas medidas por estos tests, lo cual debe ser tenido en cuenta tanto en el diseño de estudios clínicos como en la interpretación de resultados en la práctica clínica y de investigación.

### **6.3. ¿El alto nivel educativo compensa el desempeño a pesar del deterioro?**

Esta es, posiblemente, la pregunta central de todo el estudio. Anticipábamos, a partir de las conclusiones de la revisión sistemática inicial, que existirían diferencias en el desempeño de sujetos sanos en función de su NE. Observar estas diferencias reflejadas en nuestra muestra refuerza el conocimiento previo del que ya disponíamos.

Sin embargo, la posibilidad de que una elevada formación académica pudiera compensar el deterioro cognitivo, de tal manera que los resultados en los exámenes sean iguales o incluso mejores que en sujetos de bajo NE sin deterioro, plantea la necesidad de reconsiderar nuestra forma de evaluar a nuestra población.

Para explorar esta premisa, se llevó a cabo una comparativa entre el rendimiento de los grupos 1 y 4 de nuestra muestra (Bajo NE sanos vs. Alto NE x TN). Tal como se

refleja en la Tabla 7, en la inmensa mayoría de herramientas y tareas de la batería, no existen diferencias significativas entre el grupo de sujetos sanos con bajo NE y el de alto NE con deterioro cognitivo; es decir, en nuestra muestra, ninguna de ellas resulta discriminativa entre ambos grupos.

Dado que son prácticamente la totalidad de las tareas, resulta más ilustrativo destacar aquellas en las que alguno de los dos grupos tuviese un mejor desempeño que el otro. Aquellas en las que el grupo de alto NE con deterioro cognitivo obtuvo mejores resultados fueron el Test de Acentuación de Palabras que, como ya se ha mencionado, está directamente relacionado con el NE y la inteligencia premórbida; el tiempo de Selección del Test de los 5 Dígitos, una tarea más influenciada por las habilidades ejecutivas que por las mnésicas (165); e, igual que en el anterior apartado, la Copia de la intersección de infinitos y la Copia del cubo, además de la Escritura de frase a la orden, altamente dependientes de habilidades grafomotoras, además de visoespaciales y semánticas, respectivamente. Por su parte, en la tarea de Copia de la intersección de pentágonos del MMSE, tal como se mencionó en el apartado de resultados, aunque no se observaron diferencias significativas, existe una tendencia a un tamaño del efecto grande según la *d* de Cohen. Esto sugiere una tendencia hacia un mejor rendimiento en esta tarea por parte del grupo con alto NE y deterioro cognitivo.

Estos resultados respaldan la hipótesis de que los sujetos con alto NE son capaces de compensar el deterioro cognitivo gracias a su formación académica, lo que les permite obtener un mejor desempeño en las pruebas de cribado cognitivo en comparación con sujetos sanos pero con menor NE. Sin embargo, Ardila (23, 166) advierte que este fenómeno no implica que los individuos con alto NE posean capacidades cognitivas adicionales que los de bajo NE no tienen. Más bien, el mejor rendimiento de los primeros se debe a que las herramientas de cribado están diseñadas para evaluar habilidades que han sido desarrolladas a través de su educación formal.

Existen únicamente dos ítems en los que el grupo de individuos sanos con bajo NE muestra un rendimiento superior: la puntuación total del Fototest y el Recuerdo libre en esta prueba. A diferencia del Recuerdo Diferido del MMSE, donde no se observan diferencias significativas entre grupos, el uso de fotografías en lugar de palabras en el Fototest ha demostrado ser determinante. La memoria visual, o al menos la memoria evaluada mediante materiales de carácter visual en contraste con la demanda cognitiva

que supone el recuerdo de material verbal, parece estar menos influenciada por la educación formal recibida. Esto contrasta con la memoria semántica, que depende en mayor medida de la formación académica (167).

Además, el grupo de Franzen (168) diseñó una versión modificada del Visual Association Test, que empleaba imágenes en tres dimensiones en lugar de los clásicos dibujos en blanco y negro, logrando una mayor capacidad discriminativa en sujetos con bajo NE en comparación con la versión original. De este modo, se observa que los sujetos sanos con baja alfabetización presentan un rendimiento inferior en tareas de denominación que utilizan dibujos en blanco y negro (169, 170), mientras que el uso de fotografías ayuda a mitigar el sesgo asociado al NE.

Por lo tanto, únicamente el Fototest logró contrarrestar la compensación del deterioro cognitivo por parte de los sujetos con alto NE. El resto de tests (MMSE, Test de los 5 Dígitos, Test de Stroop, Fluencia Verbal, entre otros) y tareas no logran discriminar entre ambos grupos, e incluso en algunos casos, el alto nivel educativo conlleva un mejor rendimiento a pesar del trastorno neurocognitivo.

## **6.4. Una vez que conocemos el nivel educativo, ¿hay determinadas tareas que sería mejor no elegir?**

Se realizó un análisis del desempeño de los grupos de alto y de bajo NE por separado, comparando individuos con y sin deterioro cognitivo, con el fin de identificar aquellas tareas que hubieran sido capaces de, en nuestra muestra, discriminar entre diferentes estados cognitivos.

Entre los sujetos con bajo NE se hizo distinción entre aquellas tareas en las que ambos subgrupos (con y sin deterioro cognitivo) presentaban un rendimiento deficitario de aquellas en las que ambos presentaban un buen desempeño.

Es coherente, a la luz de los resultados previos, que tanto los sujetos sanos como aquellos con deterioro cognitivo, pero de bajo NE, obtuvieran bajos puntajes en el TAP,

en la tarea de recitar el alfabeto, en la tarea de Lectura del MMSE y en las Restas 100 – 7. Estas tareas, como se ha mencionado, están fuertemente influenciadas por el NE.

La otra cara de la moneda son las tareas de Orientación espacial y Recuerdo inmediato del MMSE, los errores en Lectura y Conteo, y el tiempo en Selección del Test de los 5 Dígitos, los aciertos totales en los Dígitos Directos de 5 dígitos y la tarea de Denominación del Fototest. En estas tareas, ambos grupos obtuvieron un rendimiento igualmente bueno, por lo que no resultan discriminativas del deterioro cognitivo al presentar un “efecto techo” incluso en grupos de bajo NE. Excepto la Orientación espacial, el resto de estas tareas se incluían entre las que no mostraron diferencias significativas entre los cuatro grupos en el análisis preliminar.

En el caso de los sujetos con alto NE, y en consonancia con los resultados presentados anteriormente, podríamos clasificar las tareas con “efecto techo” en este colectivo en tres categorías:

1. **Tareas que presentan "efecto suelo" en el grupo de bajo NE:** Estas tareas exhiben un doble sesgo, ya que su escasa dificultad para los sujetos con alta formación académica permite que dicha formación contrarreste el deterioro cognitivo. En contraste, para aquellos con bajo NE, resultan tan complejas que incluso los individuos sin deterioro cognitivo obtienen un rendimiento similar al de aquellos que sí presentan deterioro. Se incluyen el TAP, recitar el alfabeto y la tarea de Lectura del MMSE, ya mencionadas anteriormente.
2. **Tareas que también presentan "efecto techo" en el grupo de bajo NE:** Estas tareas se consideran inadecuadas para ambos niveles educativos y, además, fueron identificadas como no discriminativas en el análisis preliminar. Se trata de la Orientación espacial y Recuerdo inmediato del MMSE, errores en Lectura y Conteo, y el tiempo de Selección del Test de los 5 Dígitos.
3. **Tareas que presentan buena discriminación en sujetos de bajo NE:** Este conjunto lo forman la Repetición de frases y Orden en tres pasos del MMSE, tiempo de Lectura y Conteo, y errores de Selección del Test de los 5 Dígitos, las tres tareas del Test de Stroop, las puntuaciones totales de Dígitos Directos y Dígitos Inversos, tareas de Fluencia verbal (mismo sexo y sexo contrario), y Recuerdo facilitado del Fototest. Cabe mencionar que la Orden en tres pasos, la tarea de Interferencia del Test de Stroop, la Fluencia verbal para nombres del mismo sexo y el Recuerdo facilitado del Fototest también fueron identificadas en

el análisis preliminar como no discriminativas entre los cuatro grupos. No obstante, podría considerarse su uso en la evaluación de individuos con un NE bajo.

Este trabajo realiza un análisis que no se suele encontrar en la literatura, y que ha sido uno de los objetivos fundamentales en el diseño del mismo: el análisis por tareas. Así, es difícil encontrar otros estudios que respalden los hallazgos descritos. Lo que se suele encontrar descrito es que el MMSE sí presenta un “efecto techo” en sujetos de alto NE, mientras que el Fototest resulta discriminativo independientemente de su alfabetización (106, 150, 171). En cuanto a las tareas de Dígitos Directos e Inversos, también se ha documentado este "efecto techo", el cual ha sido abordado en algunos trabajos mediante la extensión de las series de cifras (172, 173). Sin embargo, en pruebas como el Stroop y el Test de los 5 Dígitos, no se ha identificado dicho efecto en poblaciones con alto NE, con lo que serían necesarios estudios con muestras más amplias y con enfoque en las tareas para corroborar o desmentir los hallazgos anteriores.

En resumen, la idoneidad de las tareas empleadas en esta batería resulta ser altamente heterogénea y dependiente del nivel educativo del sujeto evaluado. Algunos de los tests deberían ser descartados o, al menos, interpretados con cautela, ya que su eficacia varía significativamente en función del NE de los participantes. En particular, ciertas tareas están contraindicadas para individuos con bajo NE, dado que se anticipa un rendimiento deficiente en sujetos tanto con como sin deterioro cognitivo. En contraste, en el grupo con alto NE, la educación previa puede permitir un desempeño óptimo, incluso en presencia de deterioro cognitivo.

## **6.5. ¿Es posible identificar qué tareas son más discriminativas entre individuos con y sin deterioro, dependiendo del nivel educativo?**

Uno de los aspectos fundamentales que se buscó destacar en este estudio es el enfoque basado en los procesos. A diferencia de la práctica común de evaluar los tests de cribado en su totalidad, se optó por centrarse en el análisis por tareas individuales, siguiendo el enfoque empleado por el grupo de Blanco-Campal y Díaz-Orueta con el

MoCA (174). La literatura existente ofrece pocos ejemplos publicados que utilicen este enfoque, lo que dificulta la discusión o comparación de nuestros resultados con otros estudios previamente documentados.

A la hora de presentar y analizar los resultados obtenidos en este estudio, nos pareció importante adoptar un enfoque dual que nos permitiera enfatizar los aspectos imprescindibles a la hora de seleccionar las herramientas de cribado más adecuadas para cada sujeto. Así pues, en la pregunta 3 pusimos el foco en identificar las tareas que resultan inadecuadas: aquellas en las que los sujetos de bajo NE fallan indistintamente de su estado cognitivo debido a la falta de formación académica (resultando en falsos positivos), y aquellas en las que los sujetos con alto NE obtienen buenos resultados por su bagaje académico, a pesar de presentar un trastorno neurocognitivo (resultando en falsos negativos). Para ilustrar este escenario, se desarrollaron los resultados de las pruebas cuantitativas en el apartado anterior.

En contraposición, la pregunta 4 se enfoca en las tareas que sí son capaces de identificar a los sujetos con deterioro cognitivo en cada uno de los espectros de NE. En este caso, optamos por centrarnos en las pruebas cualitativas, las cuales ofrecen resultados muy reveladores en este aspecto.

Las tareas cualitativas incluidas en la batería son: contar del 1 al 20 y del 20 al 1; las tareas de Repetición, Lectura, Escritura y Copia de la intersección de pentágonos del MMSE; los aciertos al nominar cada ítem del BNT-15; la Copia de la intersección de infinitos y del cubo del ACE-III; y, en los Tests del Reloj, a la Orden, Copia y Calco, la presencia de errores de cualquier tipo, errores grafomotores, asociados a estímulos, conceptuales o de planificación.

Para sujetos con bajo NE, resultaron discriminativas contar del 20 al 1 en orden inverso, 6 de los ítems del BNT-15 (#2 (sacapuntas), #5 (bozal), #10 (magdalena), #11 (cactus), #13 (dardo) y #15 (pergamino)), y la presencia de errores de planificación en el Test del Reloj a la Orden. La tarea de contar del 1 al 20 tuvo un buen desempeño en ambos subgrupos (sanos y deterioro cognitivo), al igual que la Repetición y Lectura del MMSE. Las tareas de Escritura y Copia de la intersección de pentágonos del MMSE, la Escritura de frase a la orden, la Copia de la intersección de infinitos y del cubo (el 100% de los sujetos lo hizo mal, en uno y otro subgrupo) presentan “efecto suelo”, en el que el grupo de sujetos sanos tiene peor desempeño y no llegan a ser discriminativos del deterioro cognitivo.

Por otro lado, en sujetos con alto NE, son óptimas la copia del cubo, 12 de los ítems del BNT-15 (todos excepto #6 (pinzas), #8 (rinoceronte) y #11 (cactus), en los cuales las diferencias observadas no fueron lo suficientemente pronunciadas como para ser significativas, bien porque los sujetos sanos mostraron una mayor frecuencia de errores, bien porque un número mayor de sujetos con deterioro cognitivo logró nombrar correctamente los objetos) y la presencia de errores grafomotores en el Test del Reloj, tanto en la versión a la Orden como en la versión de Copia.

Las tareas de contar del 1 al 20 y del 20 al 1, las tareas del MMSE (Repetición, Lectura, Escritura y Copia de la intersección de pentágonos), la Copia de la intersección de infinitos y la Escritura de frase a la orden no fueron discriminativas por presentar “efecto techo”, logrando compensar el deterioro cognitivo con la educación formal previamente recibida.

Así pues, dependiendo del nivel educativo, seleccionaríamos los siguientes tests y tareas:

- Para el grupo de bajo NE: contar del 20 a 1, el BNT-15 y el Test del Reloj a la Orden.
- Para el grupo de alto NE: la Copia del cubo, el BNT-15 y el Test del Reloj en las versiones a la Orden y a la Copia.

## **6.6. Modelos de clasificación**

Por último, se realizaron estudios de aprendizaje automático utilizando los dos subconjuntos de datos ya descritos. El primero incluía a los 78 pacientes de la muestra, pero dejaba fuera del análisis el Test de los 5 Dígitos y el Test de Stroop al presentar valores perdidos. Esta exclusión se debió a que estos tests se incorporaron a la batería posteriormente al inicio del estudio; así, algunos pacientes ya habían sido evaluados cuando se añadieron a la batería. El resto de valores perdidos se debe a que el NE de los pacientes no les permitió leer las palabras del test de Stroop o comprender las instrucciones de las últimas tareas del Test de los 5 Dígitos, además de un sujeto que era daltónico. El segundo subconjunto, por su parte, incluyó tan solo a 62 pacientes, pero contemplando todas las variables. Resulta particularmente interesante observar el

impacto que tienen solo estos dos tests, junto con su análisis por tareas, en la capacidad predictiva de la batería.

En el subconjunto que excluye los tests de interferencia, la batería presenta una capacidad de clasificación aceptable para los grupos más extremos: (2) Bajo NE con deterioro cognitivo, en el que asigna correctamente a 12 de los 19, y (3) Alto NE sanos, en el que clasifica adecuadamente a 14 de los 19 sujetos. Estos grupos representan los extremos de la muestra, aquellos que lo harán “todo mal” o “todo bien” respectivamente.

En contraste, los grupos (1) Bajo NE sanos y (4) Alto NE con deterioro cognitivo muestran un desempeño más uniforme en los tests de cribado. Esto puede atribuirse a que la educación académica formal entrena a los individuos con alto NE para realizar mejor estas pruebas, en comparación con aquellos con menor alfabetización (166, 175). En estos, la capacidad de la batería de asignar correctamente a los sujetos a su grupo es de 7 de los 19 participantes sanos con bajo NE y 6 de los 21 de alto NE con deterioro cognitivo.

Entre las variables con mayor contribución a esta adecuada clasificación se encuentran el BNT-15 y la Copia del Cubo, previamente identificados como herramientas óptimas en el apartado anterior. El BNT-15 es efectivo tanto para sujetos con alto NE como con bajo NE, mientras que la Copia del Cubo es más útil para aquellos con mayor alfabetización. Destacan también el Test de Lectura de Relojes, el TAP, la puntuación total del MMSE y la edad.

En el análisis del segundo subconjunto, que presenta una menor muestra, pero mayor número de variables, se observa un cambio en la capacidad predictiva de la batería con la inclusión del Test de los 5 Dígitos y el Test de Stroop. Los grupos (2) y (3) presentan un aumento significativo en el error de clasificación (80% para el grupo (2) y 41% para el grupo (3)), mientras que la clasificación correcta en los grupos (1) y (4) aumenta hasta aproximadamente el 50% en ambos casos.

También cambian las variables con mayor contribución al modelo de clasificación, destacando el Tiempo de Selección del Test de los 5 Dígitos como la variable de mayor relevancia. Se añaden a este conjunto la puntuación total del Fototest, que ya ha demostrado su capacidad de clasificación, y la Interferencia Palabra-Color del Test de Stroop. Por otro lado, se mantienen como importantes la Copia del Cubo, el TAP, el BNT-15 y el Test de Lectura de Relojes. No obstante, se observa una reducción

considerable en la capacidad de clasificación del MMSE y de la edad cuando se utiliza la batería completa.

Aunque la capacidad de clasificación de los sujetos en sus respectivos grupos con la batería de cribado diseñada es mejorable en ambos subconjuntos, el objetivo principal no era alcanzar una alta precisión en sí misma. Dado el sesgo inherente a las tareas seleccionadas en relación con el NE, era previsible que la capacidad discriminativa fuera limitada. Lo más relevante de este estudio es el análisis de las tareas y tests específicos, con el fin de identificar aquellos que resultan más efectivos en la detección del deterioro cognitivo en diferentes poblaciones.

La aplicación del algoritmo Boruta en ambos subconjuntos de datos revela que, tanto en el análisis con la muestra completa como en el de la muestra reducida que incluye todas las variables, se confirman las mismas pruebas y tareas como variables predictoras. En particular, se destacan el TAP, el Test de Lectura de Reloj, el Fototest y el BNT-15 como tests completos, así como la Copia del Cubo del ACE-III como tarea aislada.

Así pues, el análisis de aprendizaje automático mediante RF y Boruta muestran resultados congruentes con el resto del estudio: que los grupos Bajo NE sanos y Alto NE con deterioro cognitivo presentan las mayores dificultades en su clasificación al ser los que presentan un desempeño más parecido en los tests de cribado cognitivo habituales (si bien esta tendencia se modifica ligeramente al añadir pruebas como el Test de los 5 Dígitos y el Test de Stroop), y refuerza de nuevo las tareas y tests que, de forma consistente, se han mostrado adecuadas para el cribado cognitivo durante todo el estudio: el TAP, el Fototest, el BNT-15 y la Copia del Cubo.

# 7. Limitaciones del estudio y direcciones futuras

## 7.1. Limitaciones del estudio

El presente estudio tiene como objetivo explorar las diferencias en el desempeño cognitivo entre individuos con distintos niveles educativos utilizando diversas pruebas ampliamente empleadas en la práctica clínica. Aunque los hallazgos obtenidos proporcionan una visión valiosa sobre la influencia del NE en la evaluación cognitiva, es crucial reconocer las limitaciones inherentes a esta investigación. Éstas no solo afectan la interpretación de los resultados, sino que también dibujan el camino para futuros estudios que busquen ampliar y profundizar en los conocimientos obtenidos. A continuación, se detallan las principales limitaciones del estudio y se discuten sus implicaciones para la validez y generalización de los hallazgos.

### 1. Características de la muestra:

- **Muestra reducida:** Este estudio se trata de un análisis preliminar, que requeriría un estudio de validación a nivel poblacional con una muestra mayor para obtener datos de normalidad más robustos. Aunque el tamaño limitado de la muestra destaca la profunda huella que imprime el NE en el desempeño de las tareas, al evidenciar diferencias estadísticamente significativas incluso con un tamaño muestral reducido, esta limitación impide la generalización de los hallazgos a la población en general. No obstante, es importante señalar que, aunque la muestra es reducida, los sujetos fueron incluidos en los cuatro grupos existentes de manera emparejada según sexo, edad, estadio en la escala GDS de evaluación cognitiva y años de educación formal, lo que garantiza una alta comparabilidad entre los grupos.
- **Grupo con deterioro cognitivo:** Existe cierta heterogeneidad en el grupo de individuos con deterioro cognitivo. Si bien todos los sujetos están clasificados por el estadio de deterioro en el que se encuentran, el tamaño muestral impide un

análisis por subgrupos, por lo que se acabó haciendo distinción únicamente entre individuos con y sin deterioro cognitivo.

- **Falta de estandarización en la medición del NE:** A pesar del uso de múltiples indicadores como los años de educación formal recibidos, el TAP, la capacidad para recitar el alfabeto o contar del 1 al 20 en orden directo e inverso, aún no existe un método estandarizado para medir de manera uniforme el nivel educativo de los sujetos. Además, no se tiene en cuenta la calidad de la educación recibida, que podría ser más determinante que la duración de la misma. Esta limitación no solo afecta este estudio específico, sino que también se extiende a investigaciones sobre el sesgo educativo en la evaluación cognitiva, dificultando la clasificación precisa de los participantes y la normalización de los datos para una selección óptima de las pruebas de cribado.

## **2. Diseño del estudio:**

- **Muestreo intencional:** Debido al muestreo intencional, los sujetos incluidos podrían no ser representativos de la población general por cómo se seleccionaron los participantes, pudiendo haber un sesgo de selección. Esto puede influir en la capacidad de generalizar los resultados.
- **Recolección de datos en un único momento:** Un estudio longitudinal podría haber aportado una mejor comprensión de cómo evolucionan las diferencias en el rendimiento cognitivo a lo largo del tiempo.
- **Uso de medios analógicos:** Se emplearon únicamente medios analógicos, que, si bien es la forma estandarizada de evaluación cognitiva en la práctica clínica diaria, el empleo de tecnologías avanzadas, como la Realidad Virtual, podría haber sido relevante para crear entornos de prueba más relevantes y menos sesgados, especialmente para individuos con bajo NE.
- **Subjetividad en la interpretación de tareas:** Algunas de las tareas seleccionadas pueden ser interpretadas de manera subjetiva tanto por los participantes (por la forma de entender las instrucciones, una persona con bajo NE puede interpretarlas de manera distinta a alguien con alto NE, pudiendo influir en el abordaje de la prueba) como por los evaluadores (a la hora de evaluar aciertos y fallos), afectando la consistencia de los resultados.

### 3. Análisis de los resultados:

- **Exclusión de pruebas específicas:** El Test de Alternancia Mental (TAM) no fue incluido en el análisis final. La exclusión se debió a la dificultad para correlacionar los resultados obtenidos con los datos de normalidad, lo cual complicaba la interpretación de las puntuaciones. Este aspecto representa una limitación, dado que la inclusión del TAM podría haber proporcionado información adicional sobre las capacidades cognitivas evaluadas.
- **Normalización de las puntuaciones:** Este trabajo no pretende basarse en puntuaciones estandarizadas como puntos de corte de los diferentes tests, ya que se busca ir más allá de estas métricas convencionales dado que, tal como se señala a lo largo del mismo, excluyen y categorizan de forma errónea a una parte significativa de la población. Sin embargo, es importante señalar que el estudio no puede establecer sus propios puntos de corte debido al tamaño reducido de la muestra y la naturaleza preliminar de la investigación. Esto limita la capacidad del estudio para ofrecer conclusiones definitivas sobre la normalización de las puntuaciones, al reducirse la capacidad de comparación con otros estudios y la interpretación precisa de los niveles de deterioro cognitivo.

## 7.2. Direcciones futuras

En base a los hallazgos y limitaciones de este estudio, las futuras investigaciones deberían considerar varios enfoques para profundizar en la comprensión de la influencia del NE en el desempeño en los tests de cribado cognitivo:

### 1. Realización de estudios complementarios:

- **Estudios longitudinales:** Implementar estudios longitudinales que permitan observar cómo evolucionan las diferencias en el rendimiento cognitivo a lo largo del tiempo. Esto ayudaría a comprender mejor la progresión del deterioro cognitivo en relación con el NE y a identificar patrones de compensación cognitiva.
- **Normalización y estandarización de pruebas:** Desarrollar puntos de corte específicos y normalizaciones ajustadas a distintos niveles educativos. Esto

implicaría la creación de baterías de pruebas cognitivas que puedan discriminar eficazmente entre individuos con y sin deterioro cognitivo, independientemente de su NE.

- **Pruebas adicionales:** Considerar la inclusión de tests que no fueron analizados en este estudio, como el Free and Cued Selective Reminding Test (FCSRT), que también emplea material visual con imágenes, o herramientas que entrevistan al acompañante como el IQCODE, que han demostrado ser efectivas en poblaciones con bajo NE y son menos dependientes del nivel educativo.

## **2. Incluir nuevas poblaciones:**

- **Ampliación y diversificación de la muestra:** Para mejorar la generalización de los resultados, sería fundamental realizar estudios con muestras más amplias y representativas de la población general. Incluir una mayor diversidad de participantes en términos de edad, género y contextos socioeconómicos permitiría obtener datos más robustos y extrapolables.
- **Diversificación de grupos de estudio:** Incluir participantes con distintas condiciones neurocognitivas y culturales para ver cómo estas variables interactúan con el NE en el desempeño de las tareas cognitivas.

## **3. Inclusión de nuevas tecnologías:**

- **Tecnologías avanzadas:** Integrar tecnologías como la realidad virtual y la inteligencia artificial en la evaluación cognitiva. Estas herramientas pueden ofrecer entornos de prueba más dinámicos y menos sesgados, particularmente para individuos con bajo NE, y permitir una evaluación más precisa y objetiva de las capacidades cognitivas.

## **4. Mejoras en la metodología de clasificación educativa:**

- **Métodos estandarizados:** Establecer un método estandarizado y uniforme para medir el NE de los sujetos, considerando tanto la cantidad como la calidad de la educación recibida. Esto permitirá una clasificación más precisa y una interpretación más válida de los resultados.

- **Evaluación de la calidad educativa:** Investigar la influencia de la calidad de la educación, además de la cantidad de años de formación, en el desempeño cognitivo. Comprender cómo diferentes sistemas educativos impactan en las capacidades cognitivas puede ofrecer una visión más completa del sesgo educativo.

#### **5. Aplicación y cambios en protocolos de cribado:**

- **Revisión y adaptación de protocolos:** A la luz de los resultados, se deberían ajustar los protocolos de cribado cognitivo para considerar el NE del paciente, seleccionando los tests más adecuados para cada grupo educativo, con una interpretación cuidadosa de los resultados.
- **Desarrollo de nuevas herramientas:** Crear y validar herramientas de cribado que sean menos susceptibles al sesgo educativo. Esto podría incluir nuevamente la incorporación de tecnología avanzada, como la realidad virtual, para crear entornos de prueba más relevantes y equitativos.

#### **6. Recomendaciones prácticas para profesionales de la salud:**

- **Formación específica:** Proveer formación a los profesionales de la salud sobre la influencia del NE en las evaluaciones cognitivas y cómo interpretar los resultados de manera más precisa.
- **Selección de pruebas:** Recomendar a médicos de atención primaria y otros profesionales con tiempo limitado que utilicen pruebas más adecuadas para pacientes con bajo NE, como el Fototest, y que interpreten con cautela los resultados de tareas altamente dependientes del NE.
- **Enfoque cualitativo:** Fomentar el uso de evaluaciones cualitativas que puedan proporcionar una visión más completa del estado cognitivo del paciente, complementando las pruebas cuantitativas estándar.

Implementar estas recomendaciones y continuar investigando en estas áreas permitirá una evaluación cognitiva más justa y precisa, mejorando así la atención y el diagnóstico de pacientes con diferentes niveles educativos.



# 8. Conclusiones

## 1. Impacto del nivel educativo en el rendimiento cognitivo.

La comparación del rendimiento en las diferentes tareas y tests de evaluación cognitiva entre individuos con bajo y alto NE reveló que el nivel de alfabetización influye significativamente en los resultados obtenidos. Los participantes con alto NE demostraron mejor desempeño en herramientas que evalúan habilidades lingüísticas y procesos cognitivos complejos, como el TAP, el Test de los 5 Dígitos o el MMSE, y tareas aisladas como la Copia de la intersección de infinitos o del cubo, o las Restas 100 – 7. Estas diferencias se deben a la influencia directa del NE en la capacidad para realizar tareas que requieren habilidades de lectoescritura, cálculo y visoespaciales.

La educación formal afecta positivamente el desempeño en estas áreas, confirmando que los tests tradicionales como el MMSE presentan un sesgo educativo, lo que limita su capacidad para discriminar entre sujetos con diferentes niveles de educación formal, así como para discriminar si un rendimiento deficitario en la prueba se debe a un posible deterioro cognitivo o a una dificultad del paciente con bajo nivel educativo para afrontar unas demandas de este test que no son exclusivamente cognitivas, sino que tienen una carga añadida para aquellas personas que no han afrontado tareas similares por su nula o corta exposición a un sistema educativo reglado.

Esto respalda la hipótesis general al evidenciar que los sujetos con bajo NE tienen un rendimiento más bajo en pruebas cognitivas, lo cual puede reflejarse en una dificultad adicional en el manejo de pruebas que no solo evalúan el estado cognitivo, sino que también dependen del nivel educativo previo. Además, se confirma el sesgo en herramientas tradicionales como el MMSE, que puede afectar la capacidad de discriminación entre individuos con distintos niveles educativos.

## 2. Capacidad del nivel educativo para compensar el deterioro cognitivo.

A pesar del deterioro cognitivo, los sujetos con alto NE en nuestra muestra a menudo lograron un desempeño similar o incluso superior al de los sujetos sanos con bajo NE en varias pruebas. Esto sugiere que un alto NE puede actuar como un factor compensatorio, enmascarando el impacto del deterioro cognitivo en ciertas tareas. Sin embargo, esta compensación no fue universal, y en el caso del Fototest, la memoria visual

mostró ser menos influenciada por el NE que otros tipos de memoria, como la semántica, lo que permitió una mejor diferenciación entre sujetos con y sin deterioro cognitivo en todos los grupos.

Se confirma la utilidad del análisis por tareas a la hora de mostrar diferencias significativas entre los diferentes niveles educativos.

### **3. Adecuación de las tareas en función del nivel educativo.**

La investigación identificó que ciertas tareas no son adecuadas para discriminar entre sujetos con y sin deterioro cognitivo debido a un "efecto techo" o "efecto suelo". Las tareas con "efecto techo" para individuos con alto NE y bajo NE, como las tareas de Orientación espacial y Recuerdo inmediato del MMSE, y las tareas de Escritura y Copia, con "efecto suelo" para bajo NE, no discriminaron eficazmente entre los estados cognitivos.

Así pues, las tareas que presentan menos sesgo por NE las tienden a ser más precisas en la evaluación cognitiva. Esto apoya la hipótesis específica al demostrar que el sesgo por NE afecta la capacidad de las tareas para evaluar adecuadamente diferentes dominios cognitivos y distinguir entre deterioro cognitivo y envejecimiento normal.

### **4. Selección de herramientas adecuadas para la evaluación cognitiva.**

En los estudios de aprendizaje automático, los tests y tareas que, de forma consistente, resultan más relevantes para la adecuada clasificación de los sujetos en su grupo correspondiente (por NE y estado cognitivo), han sido: TAP, el Test de Lectura de Relojes, el Fototest y el BNT-15 como tests completos, así como la Copia del Cubo del ACE-III como tarea aislada. Todas ellas son herramientas a tener en cuenta a la hora de hacer una selección breve de tests para el cribado cognitivo.

Para una mayor precisión, en función del NE del sujeto, se recomienda la selección de pruebas específicas para optimizar la detección de deterioro cognitivo. Para individuos con bajo NE, se sugiere el uso de tareas como contar del 20 al 1, el BNT-15, el Test del Reloj a la Orden y el Fototest, que demostraron buena discriminación. Para individuos con alto NE, la Copia del cubo, el BNT-15 y el Test del Reloj (en versiones a la Orden y a la Copia) resultaron ser las más efectivas en la identificación de deterioro

cognitivo. La selección cuidadosa de estas pruebas es crucial para evitar sesgos y asegurar una evaluación precisa del estado cognitivo en función del NE del sujeto.

Se valida la hipótesis de que la selección de pruebas específicas para cada nivel educativo puede optimizar la detección del deterioro cognitivo. Para individuos con bajo NE, dichas herramientas mostraron buena discriminación, lo que sugiere que adaptaciones específicas pueden mantener la validez y fiabilidad en la detección del deterioro cognitivo.

Sin embargo, el Test de los 5 Dígitos no ha resultado ser una herramienta de uso generalizable, por no presentar un gran poder discriminativo en grupos de bajo NE.

## **5. Limitaciones y direcciones futuras.**

El estudio presenta limitaciones importantes, como el tamaño reducido de la muestra, la falta de estandarización en los puntos de corte de los tests y el sesgo potencial en la selección de participantes. Estas limitaciones afectan la capacidad para generalizar los hallazgos y sugieren la necesidad de estudios futuros con muestras más amplias y métodos de evaluación más avanzados, incluyendo el uso de tecnologías emergentes. Además, se recomienda realizar estudios longitudinales para entender mejor la evolución del deterioro cognitivo a lo largo del tiempo y la influencia del NE en este proceso.

Estas conclusiones resumen los hallazgos clave del estudio, destacando cómo el NE influye en el rendimiento en pruebas cognitivas y cómo esto afecta la detección temprana del deterioro cognitivo en adultos mayores. También reflejan la importancia de considerar el NE en la selección de pruebas y la interpretación de resultados en la evaluación cognitiva.



# Bibliografía

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed. Arlington, VA: American Psychiatric Association; 2013.
2. OMS. Demencia [Internet]. 2023 [citado el 30 de mayo de 2024]; Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
3. Prince M, Wilmo A, Guerchet M, Ali GC, Wu YT, Prina M. World Alzheimer Report 2015: The Global Impact of Dementia an analysis of prevalence, incidence, cost and trends. London: Alzheimer's Disease International; 2015. p. 87.
4. López-Álvarez J, Agüera-Ortiz LF. Nuevos criterios diagnósticos de la demencia y la enfermedad de Alzheimer: una visión desde la psicogeriatría. *Psicogeriatría*. 2015;5(1):3-14.
5. Voisin T, Touchon J, Vellas B. Mild cognitive impairment: a nosological entity? *Curr Opin Neurol*. 2003;16(Suppl 2)
6. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Literacy. [Internet] 2023 [citado el 30 de mayo de 2024]; Disponible en: <https://www.unesco.org/es/literacy?hub=401>
7. UNESCO. Global Education Monitoring Report 2020: Inclusion and education – All means all. [Internet] Paris: UNESCO; 2020 [Citado el 30 de mayo de 2024]; Disponible en: <https://en.unesco.org/gem-report/report/2020/inclusion>
8. López Melgarejo AM. La Junta Nacional contra el analfabetismo (1950-1970): un análisis documental. *ESXXI* [Internet]. 15 de julio de 2019;37(2 Jul-Oct):267-86 [citado el 5 de julio de 2024]; Disponible en: <https://revistas.um.es/educatio/article/view/387121>
9. Ozano Seijas C. La educación en España 1945-1992. En: Puiggrós A, Lozano C, editores. *Historia de la educación iberoamericana*. Tomo I. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores; 1995. p. 253-277.
10. Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*. 1970 Aug 6; Núm. 185: p. 13725-13741.
11. Stern Y. What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *J Int Neuropsychol Soc*. 2002;8(3):448-460.

12. Díaz-Orueta U, Buiza-Bueno C, Yanguas-Lezaun J. Reserva cognitiva: evidencias, limitaciones y líneas de investigación futura. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2010;45(3):150-155.
13. Dekhtyar S, Wang HX, Scott K, Goodman A, Koupil I, Herlitz A. A life-course study of cognitive reserve in dementia – from childhood to old age. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2015;23(9):855-896.
14. Katzman R. Education and the prevalence of dementia and Alzheimer's disease. *Neurology.* 1993;43(1):13-20.
15. Stern Y, Gurland B, Tatemichi TK, Tang MX, Wilder D, Mayeux R. Influence of education and occupation on the incidence of Alzheimer's disease. *JAMA.* 1994;271(13):1004-1010.
16. Stern Y, Alexander GE, Prohovnik I, Mayeux R. Inverse relationship between education and parietotemporal perfusion deficit in Alzheimer's disease. *Ann Neurol.* 1999;32(3):371-375.
17. Stern Y, Habeck C, Moeller J, Scarmeas N, Anderson KE, Hilton HJ, Flynn J. Brain networks associated with cognitive reserve in healthy young and old adults. *Cereb Cortex.* 2012;22(9):1871-1879.
18. Snowdon DA, Kemper SJ, Mortimer JA, Greiner LH, Wekstein DR, Markesbery WR. Linguistic ability in early life and cognitive function and Alzheimer's disease in late life. *JAMA.* 1996;275(7):528-532.
19. Katzman R, Terry R, DeTeresa R, Brown T, Davies P, Fuld P, Renbing X. Clinical, pathological, and neurochemical changes in dementia: A subgroup with preserved mental status and numerous neocortical plaques. *Ann Neurol.* 1988;23(2):138-144.
20. Katzman R, Zhang MY, Qu OM, Liu WT, Yu E, Wong SC, et al. A Chinese version of the Mini-Mental State Examination; Impact of illiteracy in a Shanghai dementia survey. *J Clin Epidemiol.* 1989;41(10):971-978.
21. Carlson MC, Helms MJ, Steffens DC, Burke JR, Potter GG, Plassman BL. Midlife activity predicts risk of dementia in older males: The Honolulu-Asia Aging Study. *J Alzheimers Dis.* 2008;14(4):529-539.
22. Solé-Padullés C, Bartrés-Faz D, Junqué C, Vendrell P, Rami L, Clemente IC, et al. Brain structure and function related to cognitive reserve variables in normal aging, mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging.* 2014 May;35(5):1122-31.

23. Ardila A, Bertolucci PH, Braga LW, Castro-Caldas A, Judd T, Kosmidis MH, Matute E, Nitrini R, Ostrosky-Solis F, Rosselli M. Illiteracy: the neuropsychology of cognition without reading. *Arch Clin Neuropsychol*. 2010 Nov;25(8):689-712.
24. Claver Martín MD. Instrumentos de valoración en el deterioro cognitivo leve. En *Psicometría en la tercera edad (Mesa 2)*. Viguera Editores SL. *Psicogeriatría* 2008;0:9-15.
25. Carnero-Pardo C, Montoro-Ríos MT. Evaluación preliminar de un nuevo test de cribado de demencia (Eurotest). *Rev Neurol*. 2004;38:201-209.
26. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975;12(3):189-198.
27. Carnero-Pardo C, Montoro-Ríos MT. Test de las Fotos. *Rev Neurol*. 2004;39:801-806.
28. Shulman KI, Shedletsky R, Silver IL. The challenge of time clock-drawing and cognitive function in the elderly. *Int J Geriatr Psychiatry*. 1986;1(2):135-140.
29. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(4):695-699.
30. Castro-Caldas A, et al. Influence of learning to read and write on the morphology of the corpus callosum. *Eur J Neurol*. 1999;6(1):23-28.
31. Pellicer-Espinosa I. Revisión sobre tests cognitivos en personas mayores con bajo nivel académico y cultural [Trabajo de Fin de Máster]. Universidad de Almería; 2020.
32. Pellicer-Espinosa I, Díaz-Orueta U. Cognitive Screening Instruments for Older Adults with Low Educational and Literacy Levels: A Systematic Review. *J Appl Gerontol*. 2022;41(4):1222-1231.
33. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin*. 2020;135(11):507-511.
34. Pérez-Leguizamon P, Seinhart DB, Borgioli D, Castro D, Sánchez VN, Vicario A, et al. Measuring CSID performance in illiterate people. *Alzheimers Dement*. 2017;12(7):764-765.
35. Fuh JL, Teng EL, Lin KN, Larson EB, Wang SJ, Liu CY, et al. The informant questionnaire on cognitive decline in the elderly (IQCODE) as a screening tool

- for dementia for a predominantly illiterate Chinese population. *Neurology*. 1995;45(1):92-96.
36. Brito-Marques PR, Cabral-Filho JE. Influence of age and schooling on the performance in a modified mini-mental state examination version: a study in Brazil northeast. *Arq Neuropsiquiatr*. 2005;63(3A):583-587.
  37. García-Roldán E, Arriola-Infante JE, Méndez-Barrio C, Montiel-Herrera F, Mendoza-Vázquez G, Marín-Cabañas AM, et al. Testing Visual Binding by the TMA-93 in People Aged 75 and Over. *J Alzheimers Dis*. 2022;88(2):503-512.
  38. Cai Y, Qiu P, Wan Y, Meng SS, Liu T, Wang Y, et al. Establishing cut-off scores for the self-rating AD8 based on education level. *Geriatr Nurs*. 2021;42(5):1093-1098.
  39. Goudsmit M, van Campen J, Franzen S, van den Berg E, Schilt T, Schmand B. Dementia detection with a combination of informant-based and performance-based measures in low-educated and illiterate elderly migrants. *Clin Neuropsychol*. 2021;35(3):660-678.
  40. Mandyla MA, Yannakoulia M, Hadjigeorgiou G, Dardiotis E, Scarmeas N, Kosmidis MH. Identifying Appropriate Neuropsychological Tests for Uneducated/Illiterate Older Individuals. *J Int Neuropsychol Soc*. 2022;28(8):862-875.
  41. Fadayevatan R, Alizadeh-Khoei M, Nourbakhsh F, Sharifi F, Hormozi S, Taati F, et al. Validity and reliability of Bayer Activities of Daily Living (Bayer- ADL) scale in the Iranian elderly dementia population: Is there distinguish between illiterate and literate demented in functional dependency?. *Appl Neuropsychol Adult*. 2021;28(1):60-70.
  42. Montesinos R, Parodi JF, Diaz MM, Herrera-Perez E, Valeriano-Lorenzo E, Soto A, et al. Validation of Picture Free and Cued Selective Reminding Test for Illiteracy in Lima, Peru. *Am J Alzheimers Dis Other Demen*. 2022;37:15333175221094396.
  43. Schmidt SL, Boechat YEM, Schmidt GJ, Nicaretta D, van Duinkerken E, Schmidt JJ. Clinical Utility of a Reaction-Time Attention Task in the Evaluation of Cognitive Impairment in Elderly with High Educational Disparity. *J Alzheimers Dis*. 2021;81(2):691-697.
  44. El-Hayeck R, Baddoura R, Wehbé A, Bassil N, Koussa S, Abou Khaled K, et al. An adapted Arabic version of the Test of Nine Images for the illiterate Lebanese

- population: Validation and preliminary normative data. *J Int Neuropsychol Soc.* 2023;29(3):316-323.
45. Ortega LV, Aprahamian I, Martinelli JE, Cecchini MA, Cação JC, Yassuda MS. Diagnostic Accuracy of Usual Cognitive Screening Tests Versus Appropriate Tests for Lower Education to Identify Alzheimer Disease. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2021;34(3):222-231.
46. Wu Y, Zhang Y, Yuan X, Guo J, Gao X. Influence of education level on MMSE and MoCA scores of elderly inpatients. *Appl Neuropsychol Adult.* 2023;30(4):414-418.
47. Schmidt GJ, Boechat YEM, van Duinkerken E, Schmidt JJ, Moreira TB, Nicaretta DH, et al. Detection of Cognitive Dysfunction in Elderly with a Low Educational Level Using a Reaction-Time Attention Task. *J Alzheimers Dis.* 2020;78(3):1197-1205.
48. Varan HD, Kizilarlanoglu MC, Balci C, Deniz O, Coteli S, Dogrul RT, et al. Comparison of the Accuracy of Short Cognitive Screens Among Adults With Cognitive Complaints in Turkey. *Alzheimer Dis Assoc Disord.* 2020;34(4):350-356.
49. Caldichoury N, Soto-Añari M, Camargo L, Porto MF, Herrera-Pino J, Shelach S, et al. Clinical utility of Phototest via teleneuropsychology in Chilean rural older adults. *Dement Neuropsychol.* 2022;16(3):316-323.
50. Maillet D, Matharan F, Le Clésiau H, Bailon O, Pérès K, Amieva H, et al. TNI-93: A New Memory Test for Dementia Detection in Illiterate and Low-Educated Patients. *Arch Clin Neuropsychol.* 2016;31(8):896-903.
51. Contador I, et al. Impact of literacy and years of education on the diagnosis of dementia: A population-based study. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2017;39(2):112-119.
52. Nielsen TR, Phung TK, Chaaya M, Mackinnon A, Waldemar G. Combining the Rowland Universal Dementia Assessment Scale and the Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly to improve detection of dementia in an Arabic-speaking population. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2016;41(1-2):46-54.
53. Chen SF, Liu MH, Chen NC, Horng HD, Tsao WL, Chang CC, et al. Educational effects on ascertain dementia 8-item informant questionnaire to detect dementia in the Taiwanese population. *Int Psychogeriatr.* 2018;30(8):1189-1197.

54. Skoog J, Backman K, Ribbe M, Falk H, Gudmundsson P, Thorvaldsson V, et al. A longitudinal study of the Mini-Mental State Examination in late nonagenarians and its relationship with dementia, mortality, and education. *J Am Geriatr Soc.* 2017;65(6):1296-1300.
55. Paddick SM, Kisoli A, Mkenda S, Mbowe G, Gray WK, Dotchin C, et al. Adaptation and validation of the Alzheimer's Disease Assessment Scale - Cognitive (ADAS-Cog) in a low-literacy setting in Sub-Saharan Africa. *Acta Neuropsychiatr.* 2017;29(4):244-251.
56. Phung TK, Chaaya M, Asmar K, Atweh S, Ghusn H, Khoury RM, et al. Performance of the 16-item Informant Questionnaire on Cognitive Decline for the Elderly (IQCODE) in an Arabic-speaking older population. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2015;40(5-6):276-289.
57. Maillet D, Narme P, Amieva H, Matharan F, Bailon O, Le Clésiau H, et al. The TMA-93: a new memory test for Alzheimer's disease in illiterate and less educated people. *Am J Alzheimers Dis Other Dement.* 2017;32(8):461-467.
58. De Araujo NB, Nielsen TR, Engedal K, Barca ML, Coutinho ES, Laks J. Diagnosing dementia in lower educated older persons: validation of a Brazilian Portuguese version of the Rowland Universal Dementia Assessment Scale (RUDAS). *Rev Bras Psiquiatr.* 2018;40(3):264-269.
59. De Paula JJ, Oliveira TD, Querino E, Malloy-Diniz LF. The Five Digits Test in the assessment of older adults with low formal education: construct validity and reliability in a Brazilian clinical sample. *Trends Psychiatry Psychother.* 2017;39(3):173-179.
60. Jeong JW, Kim KW, Lee DY, Lee SB, Park JH, Choi EA, et al. A normative study of the revised Hasegawa Dementia Scale: comparison of demographic influences between the revised Hasegawa Dementia Scale and the Mini-Mental Status Examination. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2007;24(4):288-293.
61. Raina SK, Maria A, Chander V, Raina S. Intersecting pentagons as surrogate for identifying the use of Mini-Mental State Examination in assessment of dementia in a largely illiterate population. *J Postgrad Med.* 2015;61(4):247-250.
62. Carnero-Pardo C, Espejo-Martínez B, López-Alcalde S, Espinosa-García M, Sáez-Zea C, Hernández-Torres E, et al. Diagnostic accuracy, effectiveness and cost for cognitive impairment and dementia screening of three short cognitive tests applicable to illiterates. *PLoS One.* 2011;6(11)

63. Chang J, Tse CS, Leung GT, Fung AW, Hau KT, Chiu HF, et al. Bias in discriminating very mild dementia for older adults with different levels of education in Hong Kong. *Int Psychogeriatr*. 2014;26(6):995-1010.
64. Feng L, Chong MS, Lim WS, Ng TP. The modified Mini-Mental State Examination test: normative data for Singapore Chinese older adults and its performance in detecting early cognitive impairment. *Singap Med J*. 2012;53(7):458-462.
65. Schultz RR, Siviero MO, Bertolucci PH. The Cognitive Subscale of the "Alzheimer's Disease Assessment Scale" in a Brazilian sample. *Braz J Med Biol Res*. 2001;34(10):1295-1302.
66. Lourenço RA, Veras RP, Ramos LR. The Clock Drawing Test: performance among elderly with low educational level. *Braz J Psychiatry*. 2008;30(4):309-315.
67. Sahadevan S, Lim PP, Tan NJ, Chan SP. Diagnostic performance of two mental status tests in the older Chinese: influence of education and age on cut-off values. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2000;15(3):234-241.
68. Narasimhalu K, Lee J, Auchus AP, Chen CP. Improving detection of dementia in Asian patients with low education: combining the Mini-Mental State Examination and the Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2008;25(1):17-22.
69. De Paula JJ, Bertola L, Ávila RT, Assis LO, Albuquerque MR, Malloy-Diniz LF, et al. Clinical applicability and cutoff values for an unstructured neuropsychological assessment protocol for older adults with low formal education. *PLoS One*. 2013;8(9)
70. Kang JM, Cho YS, Park S, Lee BH, Sohn BK, Choi CH, et al. Montreal Cognitive Assessment reflects cognitive reserve. *BMC Geriatr*. 2018;18(1):261.
71. Kim H, Kim JI, Huh Y, Park K, Han JW, Kim TH. Effects of education, literacy, and dementia on the Clock Drawing Test performance. *J Int Neuropsychol Soc*. 2010;16(6):1138-1146.
72. Phung KT, Chaaya M, Waldemar G, Atweh S, Asmar K, Ghusn H, et al. Validation of the 10/66 Dementia Research Group Diagnostic Assessment for Dementia in Arabic: a study in Lebanon. *J Geriatr Psychiatry Neurol*. 2014;27(4):282-290.

73. Sales MV, Suemoto CK, Nitrini R, Jacob-Filho W, Morillo LS. A useful and brief cognitive assessment for advanced dementia in a population with low levels of education. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2011;32(5):295-300.
74. Limpawattana P, Tiamkao S, Sawanyawisuth K. The performance of the Rowland Universal Dementia Assessment Scale (RUDAS) for cognitive screening in a geriatric outpatient setting. *Aging Clin Exp Res*. 2012;24(5):495-500.
75. Aevansson O, Skoog I. A longitudinal population study of the mini-mental state examination in the very old: relation to dementia and education. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2000;11(3):166-175.
76. Appollonio I, Gori C, Riva G, Spiga D, Ferrari A, Ferrarese C, Frattola L. Assessing early to late stage dementia: the TSI and BANS-S scales in the nursing-home. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2005;20(12):1138-1145.
77. Yu ES, Liu WT, Levy P, Zhang MY, Katzman R, Lung CT, et al. Cognitive impairment among elderly adults in Shanghai, China. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1989;44(3)
78. Lam LC, Chiu HF, Ng KO, Chan C, Chan WF, Li SW, et al. Clock-face drawing, reading and setting tests in the screening of dementia in Chinese elderly adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 1998;53(6)
79. Baiyewu O, Unverzagt FW, Lane KA, Gureje O, Ogunniyi A, Musick B, et al. The Stick Design test: a new measure of visuoconstructional ability. *J Int Neuropsychol Soc*. 2005;11(5):598-605.
80. Schmand B, Lindeboom J, Hooijer C, Jonker C. Relation between education and dementia: the role of test bias revisited. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1995;59(2):170-174.
81. Takada LT, Caramelli P, Fichman HC, Porto CS, Bahia VS, Anghinah R, et al. Comparison between two tests of delayed recall for the diagnosis of dementia. *Arq Neuropsiquiatr*. 2006;64(1):35-40.
82. Bravo G, Hébert R, Boire-Lavigne AM, Dubois MF, Daisley A, Guerette A. Age- and education-specific reference values for the Mini-Mental and modified Mini-Mental State Examinations derived from a non-demented elderly population. *Int J Geriatr Psychiatry*. 1997;12(10):1008-1018.
83. Nitrini R, Caramelli P, Herrera E Jr, Charchat-Fichman H, Porto CS. Performance in Luria's fist-edge-palm test according to educational level. *Cogn Behav Neurol*. 2005;18(4):211-214.

84. Chey JR, Na DR, Park S, Park E, Lee S. Effects of education in dementia assessment: evidence from standardizing the Korean-Dementia Rating Scale. *Clin Neuropsychol.* 1999;13(3):293-302.
85. Chan SM, Chiu FK, Lam CW. Correlational study of the Chinese version of the Executive Interview (C-EXIT25) to other cognitive measures in a psychogeriatric population in Hong Kong Chinese. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2006;21(6):535-541.
86. Iavarone A, Milan G, Vargas G, Lamenza F, De Falco C, Gallotta G, et al. Role of functional performance in diagnosis of dementia in elderly people with low educational level living in southern Italy. *Aging Clin Exp Res.* 2007;19(2):104-109.
87. Prieto G, Contador I, Tapias-Merino E, Mitchell AJ, Bermejo-Pareja F. The Mini-Mental-37 test for dementia screening in the Spanish population: an analysis using the Rasch model. *Clin Neuropsychol.* 2012;26(6):1003-1018.
88. Caldas VV, Zunzunegui MV, Freire A, Guerra RO. Translation, cultural adaptation and psychometric evaluation of the Leganés Cognitive Test in a low educated elderly Brazilian population. *Arq Neuropsiquiatr.* 2012;70(1):22-27.
89. Contador I, Del Ser T, Llamas S, Villarejo A, Benito-León J, Bermejo-Pareja F. Impact of literacy and years of education on the diagnosis of dementia: a population-based study. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2017;39(2):112-119.
90. Seo EH, Lee DY, Choo IH, Youn JC, Kim KW, Jhoo JH, et al. Performance on the Benton Visual Retention Test in an educationally diverse elderly population. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2007;62(3):191-193.
91. Laks J, Coutinho ES, Junger W, Silveira H, Mouta R, Baptista EM, et al. Education does not equally influence all the Mini-Mental State Examination subscales and items: inferences from a Brazilian community sample. *Rev Bras Psiquiatr.* 2010;32(3):223-230.
92. Keskinoglu P, Ucku R, Yener G, Yaka E, Kurt P, Tunca Z. Reliability and validity of revised Turkish version of Mini-Mental State Examination (rMMSE-T) in community-dwelling educated and uneducated elderly. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2009;24(11):1242-1250.
93. Xu G, Meyer JS, Huang Y, Du F, Chowdhury M, Quach M. Adapting Mini-Mental State Examination for dementia screening among illiterate or minimally educated elderly Chinese. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2003;18(7):609-616.

94. Calero MD, Arnedo ML, Navarro E, Ruiz-Pedrosa M, Carnero C. Usefulness of a 15-item version of the Boston Naming Test in neuropsychological assessment of low-educational elders with dementia. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2002;57(2):187-191.
95. Chan TC, Luk JK, Shea YF, Chan SS, Lau KH, Chan FH, et al. Influence of education and age on the Abbreviated Mental Test in Chinese nursing home older adults. *J Am Med Dir Assoc.* 2013;14(2):137-139.
96. Storey JE, Rowland JT, Basic D, Conforti DA. Accuracy of the Clock Drawing Test for detecting dementia in a multicultural sample of elderly Australian patients. *Int Psychogeriatr.* 2002;14(3):259-271.
97. Koivisto K, Helkala EL, Reinikainen KJ, Hänninen T, Mykkänen L, Laakso M, et al. Population-based dementia screening program in Kuopio: the effect of education, age, and sex on brief neuropsychological tests. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 1992;5(3):162-171.
98. Chaaya M, Phung TK, El Asmar K, Atweh S, Ghusn H, Khoury RM, et al. Validation of the Arabic Rowland Universal Dementia Assessment Scale (A-RUDAS) in elderly with mild and moderate dementia. *Aging Ment Health.* 2016;20(8):880-887.
99. Scazufca M, Almeida OP, Vallada HP, Tasse WA, Menezes PR. Limitations of the Mini-Mental State Examination for screening dementia in a community with low socioeconomic status: results from the Sao Paulo Aging and Health Study. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.* 2009;259(1):8-15.
100. Goudsmit M, van Campen J, Schilt T, Hinnen C, Franzen S, Schmand B. One size does not fit all: comparative diagnostic accuracy of the Rowland Universal Dementia Assessment Scale and the Mini-Mental State Examination in a memory clinic population with very low education. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2018;8(2):290-305.
101. Yokomizo JE, Seeher K, Oliveira GM, Silva L, Saran L, Brodaty H, et al. Cognitive screening test in primary care: cut points for low education. *Rev Saude Publica.* 2018;52:88.
102. Pradier C, Sakarovitch C, Le Duff F, Layese R, Metelkina A, Anthony S, et al. The Mini-Mental State Examination at the time of Alzheimer's disease and related disorders diagnosis, according to age, education, gender and place of residence: a

- cross-sectional study among the French National Alzheimer Database. *PLoS One*. 2014;9(8).
103. Tiwari SC, Tripathi RK, Kumar A. Applicability of the Mini-Mental State Examination (MMSE) and the Hindi Mental State Examination (HMSE) to the urban elderly in India: a pilot study. *Int Psychogeriatr*. 2009;21(1):123-128.
104. Magni E, Binetti G, Cappa S, Bianchetti A, Trabucchi M. Effect of age and education on performance on the Mini-Mental State Examination in a healthy older population and during the course of Alzheimer's disease. *J Am Geriatr Soc*. 1995;43(8):942-943.
105. Serrani D. Spanish validation of the TYM test for dementia screening in the Argentine population. *Universitas Psychologica*. 2014;13(1):265-284.
106. Zegarra-Valdivia JA, Solís LD, Chino-Vilca B. Effectiveness of the Photo-Test front of the MMSE for the screening of cognitive deterioration in Peruvian population. *Rev Ecuat Neurol*. 2019;28(1):39-46.
107. Rami L, Molinuevo JL, Sanchez-Valle R, Bosch B, Villar A. Screening for amnesic mild cognitive impairment and early Alzheimer's disease with M@T (Memory Alteration Test) in the primary care population. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2007;22(4):294-304.
108. Zunzunegui, M. V., Gutiérrez Cuadra, P., Béland, F., Del Ser, T., & Wolfson, C. (2000). Development of simple cognitive function measures in a community dwelling population of elderly in Spain. *International journal of geriatric psychiatry*, 15(2), 130-140.
109. Sedó MA. Test de las cinco cifras: una alternativa multilingüe y no lectora al test de Stroop. *Rev Neurol (Barc)*. 2004;38(9):824-828.
110. Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol*. 1935;18(6):643-662.
111. Buschke H. Cued recall in amnesia. *J Clin Neuropsychol*. 1984;6(4):433-440.
112. Sociedad Española de Neurología. Guía oficial de práctica clínica en demencias. En: Guías diagnósticas y terapéuticas de la Sociedad Española de Neurología 2018. Barcelona: Sociedad Española de Neurología; 2018.
113. Bermejo F, Porta-Etessam J, Díaz J, Martínez-Martín P. Cien escalas con interés en neurología. 2ª ed. Barcelona: Prous; 2001.
114. Nelson HE, O'Connell A. Dementia: the estimation of premorbid intelligence levels using the New Adult Reading Test. *Cortex*. 1978;14(2):234-244.

115. Teng EL. The Mental Alternation Test (MAT). Los Angeles, CA: Department of Neurology, University of Southern California School of Medicine; 1994:1-3.
116. Carnero-Pardo C, Lendínez-González A. Utilidad del test de fluencia verbal semántica en el diagnóstico de demencia. *Rev Neurol.* 1999;28(7):647-654.
117. Dalrymple-Alford JC, MacAskill MR, Nakas CT, Livingston L, Graham C, Crucian GP, et al. The MoCA: Well-suited screen for cognitive impairment in Parkinson disease. *Neurology.* 2010;75(19):1717-1725.
118. Evans I, Coen R, Burke T, Lawlor BA. Clock drawing and executive function in Alzheimer's disease. *Irish J Med Sci.* 2005;174(3, Suppl 2):80-80.
119. Price CC, Cunningham H, Coronado N, Freedland A, Cosentino S, Penney DL, et al. Clock drawing in the Montreal Cognitive Assessment: Recommendations for dementia assessment. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2011;31(3):179-187.
120. Evans I, Burke T. The Clock Drawing Test: A simple and effective screen for cognitive impairment. *Ir Med J.* 2005;98(8):208-209.
121. Golden CJ. Stroop Color and Word Test: A Manual for Clinical and Experimental Uses. Wood Dale, Illinois: Stoelting Company; 1978.
122. Sedó M. Test de los 5 dígitos. Madrid: TEA Ediciones; 2007.
123. Wechsler D. The Wechsler Adult Intelligence Scale. New York: Psychological Corporation; 1955.
124. Fernández-Blázquez MA, Ruiz-Sánchez de León JM, López-Pina JA, Llanero-Luque M, Montenegro-Peña M, Montejo-Carrasco P. Nueva versión reducida del test de denominación de Boston para mayores de 65 años: aproximación desde la teoría de respuesta al ítem. *Rev Neurol.* 2012;55(6):361-368.
125. Kaplan E, Goodglass H, Weintraub S. The Boston naming test. Philadelphia: Lea & Febiger; 1983.
126. Matías-Guiu JA, Fernández de Bobadilla R, et al. Validation of the Spanish version of Addenbrooke's Cognitive Examination III for diagnosing dementia. *Neurología* 2014.
127. Schmidtke K, Olbrich S. The Clock Reading Test: validation of an instrument for the diagnosis of dementia and disorders of visuo-spatial cognition. *Int Psychogeriatr.* 2007;19(2):307-321.
128. Lobo A, Ezquerro J, Gómez Burgada F, Sala JM, Seva Díaz A. El Mini-Examen Cognoscitivo (MEC): un "test" sencillo, práctico, para detectar alteraciones

- intelectuales en pacientes médicos. *Actas Luso Esp Neurol Psiquiatr Cienc Afines*. 1975;3(1):39-49.
129. Fumagalli JC, Soriano FG, Shalom D, Barreyro JP, Martínez Cuitiño MM. Patrones de correlación de fluencias semánticas y fonológicas en niños en edad escolar. *CES Psico*. 2018;11(2):66-77.
130. Soriano F, Fumagalli J, Shalom D, Barreyro JP, Martínez-Cuitiño M. Diferencias entre niños y adultos de ambos sexos en tareas de fluencia semántica: ¿Innatas o culturales? *Rev Psiencia Rev Latinoam Cienc Psicol*. 2018;10(1).
131. Hurks PP, Vles JS, Hendriksen JG, Kalff AC, Feron FJ, Kroes M, et al. Semantic category fluency versus initial letter fluency over 60 seconds as a measure of automatic and controlled processing in healthy school-aged children. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2006;28(5):684-95.
132. Alves Gonçalves H, Cargnin C, Machado Jacobsen G, Kochhann R, Joannette Y, Fonseca RF. Clustering and switching in unconstrained, phonemic and semantic verbal fluency: the role of age and school type. *J Cogn Psychol*. 2017;29(6):1-21.
133. Price CC, Cunningham H, Coronado N, Freedland A, Cosentino S, Penney DL, et al. Clock drawing in the Montreal Cognitive Assessment: Recommendations for dementia assessment. *Dement Geriatr Cogn Disord*.
134. Evans I, Coen R, Burke T, Lawlor BA. Clock drawing and executive function in Alzheimer's disease. Conference Paper. *Ir J Med Sci*. 2005;174(3 Suppl 2):80-80.
135. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp; 2021.
136. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2023.
137. Kuhn M. Caret: Classification and Regression Training. R package version 6.0-93. Disponible en: <https://CRAN.R-project.org/package=caret>; 2022.
138. Kursa MB, Rudnicki WR. Feature Selection with the Boruta Package. *J Stat Softw*. 2010;36(11):1-13.
139. Kruskal WH, Wallis WA. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *J Am Stat Assoc*. 1952;47(260):583-621.
140. Student. The probable error of a mean. *Biometrika*. 1908;6(1):1-25.
141. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.

142. Ellis PD. *The Essential Guide to Effect Sizes: Statistical Power, Meta-Analysis, and the Interpretation of Research Results*. Cambridge: Cambridge University Press; 2010.
143. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol*. 2013;4:863.
144. Pearson K. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. *Philos Mag*. 1900;50(302):157-175.
145. Del Ser T, González-Montalvo JI, Martínez-Espinosa S, Delgado-Villapalos C, Bermejo F. Estimation of premorbid intelligence in Spanish people with the Word Accentuation Test and its application to the diagnosis of dementia. *Brain Cogn*. 1997;33(3):343-56.
146. Pluck G, Almeida-Meza P, Gonzalez-Lorza A, Muñoz-Ycaza RA, Trueba AF. Estimación de la función cognitiva premórbida con el Test de Acentuación de Palabras. *Rev Ecuat Neurol*. 2017;26(3):226-34.
147. Franco-Marina F, García-González JJ, Wagner-Echeagaray F, Gallo J, Ugalde O, Sánchez-García S, Espinel-Bermúdez C, Juárez-Cedillo T, Rodríguez MA, García-Peña C. The Mini-mental State Examination revisited: ceiling and floor effects after score adjustment for educational level in an aging Mexican population. *Int Psychogeriatr*. 2010;22(1):72-81.
148. Ramos-Henderson M, Calderón C, Domic-Siede M. Education bias in typical brief cognitive tests used for the detection of dementia in elderly population with low educational level: a critical review. *Appl Neuropsychol Adult*. 2022;1-9.
149. Lin H, Chan RCK, Zheng L, Yang T, Wang Y. Executive functioning in healthy elderly Chinese people. *Arch Clin Neuropsychol*. 2007;22(4):501-511.
150. Carnero-Pardo C, Sáez-Zea C, De la Vega Cotarelo R, Gurpegui M. Estudio FOTOTRANS: estudio multicéntrico sobre la validez del Fototest en condiciones de práctica clínica. *Neurología*. 2012;27(2):68-75.
151. Kimberley M, Hulstijn JH. Linguistic Skills of Adult Native Speakers, as a Function of Age and Level of Education. *Appl Linguist*. 2011 Dec;32(5):475-494.
152. Hong YJ, Yoon B, Shim YS, Cho AH, Lee ES, Kim YI, et al. Effect of literacy and education on the visuoconstructional ability of non-demented elderly individuals. *J Int Neuropsychol Soc*. 2011;17(5):934-939.

153. Carnero-Pardo C, Lendínez-González A, Navarro-González E. El test de las monedas [The coin test]. *Rev Neurol.* 1999;29(9):801-804.
154. Hawkins KA, Bender S. Norms and the relationship of Boston Naming Test performance to vocabulary and education: A review. *Aphasiology.* 2002;16(12):1143-1153.
155. Rojas Zepeda C, Riffo Ocares B. Procesamiento léxico-semántico en el envejecimiento e influencias sociodemográficas: una mirada actual. *Logos (La Serena).* 2018;28(1):3-11.
156. Zarantonello L, Schiff S, Amodio P, Bisiacchi P. The effect of age, educational level, gender and cognitive reserve on visuospatial working memory performance across adult life span. *Aging Neuropsychol Cogn.* 2020;27(2):302-319.
157. Añari MFS, Vásquez JV, Ortiz PM. Velocidad de procesamiento y memoria de trabajo en adultos mayores: implicancias para el envejecimiento cognitivo normal y patológico. *Rev Psicol.* 2011;1:11-26.
158. Johann V, Könen T, Karbach J. The unique contribution of working memory, inhibition, cognitive flexibility, and intelligence to reading comprehension and reading speed. *Child Neuropsychol.* 2019;26(3):324-344.
159. Baddeley AD, Hitch GJ. Working memory. In: Bower GA, editor. *The psychology of learning and motivation.* Vol. 8. New York: Academic Press; 1974. p. 47-89.
160. Salthouse TA. The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychol Rev.* 1996;103(3):403-28.
161. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wagner TD. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable approach. *Cogn Psychol.* 2000;41(1):49-100.
162. Valencia N, Lehrner J. Assessing visuo-constructive functions in patients with subjective cognitive decline, mild cognitive impairment and Alzheimer's disease with the Vienna Visuo-Constructional Test 3.0 (VVT 3.0). *Neuropsychiatrie.* 2021;35(3):147.
163. Higaki Y. Clock-Drawing Test and Cube-Copying Test to Quickly Screen Dementia: In Combination with the Mini-Mental State Examination Scores. *Intern Med.* 2024;63(9):1223-8.

164. Ericsson K, Forssell LG, Holmén K, Viitanen M, Winblad B. Copying and handwriting ability in the screening of cognitive dysfunction in old age. *Arch Gerontol Geriatr.* 1996;22(2):103-21.
165. De Paula JJ, Ávila RT, Costa DDS, Moraes EN, Bicalho MA, Nicolato R, et al. Assessing processing speed and executive functions in low educated older adults: the use of the five digit test in patients with Alzheimer's disease, mild cognitive impairment and major depressive disorder. *Clin Neuropsychiatry.* 2011;8(6):339-46.
166. Ardila A, Ostrosky-Solis F, Rosselli M, Gomez C. Age related cognitive decline during normal aging: The complex effect of education. *Arch Clin Neuropsychol.* 2000;15:495–514.
167. Heidinger T, Lehrner J. Comparing a visual and verbal semantic memory test on the effects of gender, age and education as assessed in a cognitively healthy sample: A pilot study in the development of the international neuropsychological test profile—a tablet-based cognitive assessment. *Neuropsychiatrie.* 2020;34(3):140.
168. Franzen S, van den Berg E, Kalkisim Y, Van De Wiel L, Harkes M, van Bruchem-Visser RL, et al. Assessment of visual association memory in low-educated, non-western immigrants with the modified visual association test. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2019;47(4-6):345-54.
169. Reis A, Petersson KM, Castro-Caldas A, Ingvar M. Formal schooling influences two-but not three-dimensional naming skills. *Brain Cogn.* 2001;47(3):397-411.
170. Reis A, Guerreiro M, Castro-Caldas A. Influence of educational level of non brain-damaged subjects on visual naming capacities. *J Clin Exp Neuropsychol.* 1994;16(6):939-42.
171. Vargas LFR, Añari MFS, Cornejo GSE, Quispe GBM, Palomino KXM, Jiménez JMC. Utilidad diagnóstica y propiedades psicométricas del Fototest en adultos mayores con y sin demencia. *El Conocimiento es Poder.* 2018;5:35.
172. Gignac GE, Weiss LG. Digit Span is (mostly) related linearly to general intelligence: Every extra bit of span counts. *Psychol Assess.* 2015;27(4):1312.
173. Karakas S, Yalin A, Irak M, Erzenigin ÖÜ. Digit span changes from puberty to old age under different levels of education. *Dev Neuropsychol.* 2002;22(2):423-453.

174. Blanco-Campal A, Diaz-Orueta U, Navarro-Prados AB, Burke T, Libon DJ, Lamar M. Features and psychometric properties of the Montreal Cognitive Assessment: Review and proposal of a process-based approach version (MoCA-PA). *Appl Neuropsychol Adult*. 2021;28(6):658-672.
175. Ostrosky-Solis F. Educational effects on cognitive functions: Brain reserve, compensation, or testing bias. In: *International handbook of cross-cultural neuropsychology*. 2007. p. 215-225.



# **Anexos**

## **Tablas**

El cribado cognitivo en adultos mayores con bajo nivel educativo: una propuesta de protocolo.

**Tabla Suplementaria 1:** Ampliación de la revisión bibliográfica con artículos publicados entre 2020 y 2024.

Autores Año	País	Diseño del estudio	Objetivo del estudio	Nivel de educación	Tamaño de la muestra	Edad media	Herramientas	Resultados
					PubMed			
García-Roldan et al., 2022.	España	Transversal	Ampliar los datos de normalidad del TMA-93 a personas de 75 años o más	< Educación primaria, n = 253; educación primaria, n = 209; educación secundaria o superior, n = 195	431	78 (75-93)	Test de Memoria Asociativa-93 (TMA-93)	Los participantes lograron una puntuación total mínima en TMA-93 de 26/30 en el percentil 50, independientemente del estrato. En el percentil 10, se alcanzó un máximo de 24/30 en el estrato más educado, en contraste con un mínimo de 19/30 en el estrato menos educado. El rendimiento en el TMA-93 se conserva en edades avanzadas, pero se ve disminuido en niveles más bajos de educación.
Yan-Cai BS et al, 2021.	China	Transversal	Explorar el punto de corte de la autoevaluación AD8 para el TNm y TMN entre adultos mayores que viven en la comunidad con y sin educación formal	Analfabetos: 91 1 o más años de educación formal: 432	523	68 (13)	AD8	La puntuación de corte en la detección de TNM de personas analfabetas y alfabetizadas fue 2 y 4, respectivamente; la puntuación de corte para la detección del TNm fue menor tanto en la población analfabeta como en la alfabetizada (1 y 2, respectivamente). Este estudio demostró que la autoevaluación AD8 fue útil para la detección de TNM en adultos mayores que viven en la comunidad, con una puntuación de corte de 2 para analfabetos y 4 para personas alfabetizadas. Pero la utilidad de la autoevaluación del AD8 para detectar TNm no fue concluyente.

Goudsmit M et al., 2021.	Países Bajos	Transversal	Investigar la precisión diagnóstica del Cuestionario para informantes sobre el deterioro cognitivo en las personas mayores (IQCODE) en una población de inmigrantes no occidentales de edad avanzada con una alta tasa de analfabetismo, y la precisión diagnóstica de IQCODE y Rowland Universal Dementia Screening (RUDAS) combinados	Analfabetos 54-61%, 1-6 años 20-37%, educación secundaria 7-12%, educación superior 0-6%	129	63-81	IQCODE, RUDAS, MMSE, CCD, 7MS	En este estudio realizado en inmigrantes ancianos no occidentales, la mitad de los cuales eran analfabetos, el IQCODE demostró ser un instrumento válido para la detección de TNM, y la adición del RUDAS aumentó la precisión. Se recomienda combinar datos basados en el desempeño y basados en informantes para mejorar la precisión del diagnóstico.
Aikaterini-Mandyla M et al., 2022.	Grecia	Transversal	Investigar la utilidad de las pruebas neuropsicológicas tradicionales en personas mayores sin educación/analfabetos sin deterioro cognitivo para determinar su validez para este grupo	Analfabetos 80, 1-6 años 932, Con deterioro cognitivo 1-18 años 110	1122	74.03 (5.46)	Medical College of Georgia Complex Figure Test (MCGCF), Greek Verbal Learning Test (GVLT), fluencia verbal semántica y fonológica, Boston Naming Test (BNT)-breve y Complex Ideational Material Subtest (CIMS), Trail Making Test part A (TMTA), Anomalous Sentence Repetition Test (ASRT), Graphical Sequence Test (GST), Motor Programming-Parts a (MPA), Judgment of Line Orientation (JLO breve).	El logro de la alfabetización afecta el desarrollo de habilidades cognitivas más allá de la mera lectura y el uso de un lápiz para escribir y/o dibujar. Posteriormente, aunque funcional en sus actividades diarias, el grupo actual de personas mayores sin educación o analfabetos estaba en clara desventaja en relación con una cohorte funcional educada/alfabetizada con un bajo nivel de educación, en estrategias de aprendizaje verbal, recuperación y codificación, así como en estrategias de aprendizaje verbal. así como otras habilidades verbales, a saber, confrontación, denominación de objetos en forma de dibujos bidimensionales, comprensión y repetición. Específicamente, este grupo produjo menos palabras sobre fluidez verbal y tuvo menos

Fadayeveatan R et al., 2021.	Irán	Transversal	Estudio de validación de la versión iraní de Bayer-ADL entre ancianos analfabetos y alfabetizados con TMN iraníes.	La media de años de educación formal fueron $8.12 \pm 5.5$ (de 0 a 18 años) y el 26.2% eran analfabetos	311	72.23 (8.54)	Bayer Activities of Daily Live (Bayer-ADL), MMSE, IADL	<p>éxito que sus homólogos educados/alfabetizados en cambiar de conjunto e inhibir una respuesta automatizada en tareas tanto orales como motoras.</p> <p>La versión iraní de las puntuaciones del Bayer-ADL entre analfabetos y ancianos con TNM alfabetizados, basada en GDS, observó buenos valores de discriminación (0,923 de sensibilidad y 0,750 de especificidad) en personas analfabetas, y se alcanzaron excelentes valores de discriminación (sensibilidad de 0,919 y 0,986 de especificidad) en personas alfabetizadas. ancianos con TNM. Los puntos de corte sugeridos fueron 1,79 para los analfabetos y para los ancianos iraníes alfabetizados con TNM 1,82, según el GDS.</p>
Montesinos R et al., 2022.	Perú	Transversal	Evalúe las características de rendimiento de la herramienta y valide las secciones de recuperación gratuita y total de la versión de Free and Cued Selective Reminding Test-Picture version (FCSRT-Picture)	Todos los sujetos analfabetos (menos de 1 año completo de educación formal y no adquisición de lectoescritura)	187	70.2 (3.8)	MMSE, Free and Cued Selective Reminding Test-Picture version (FCSRT-Picture), RUDAS-PE, Clock Drawing Test (CDT)-version Manos-Wu, Pfeffer Functional Activities Questionnaire (PFAQ)	El FCSRT-Picture tuvo mejores características de rendimiento para distinguir los controles del TNm en comparación con otras herramientas, pero características similares entre los controles y la EA temprana. El FCSRT-Picture es una herramienta BCS fiable para el analfabetismo en Perú.

Schmidt S et al., 2021.	Brasil	Transversal	Ampliar la utilidad clínica del Continuous visual attention test (CVAT), una tarea Go/No-Go sin influencia cultural, en una muestra con alta disparidad educativa	0-14 años de educación formal	110	72.82 (7.23)	Continuous visual attention test (CVAT)	En los tres grupos, las diferencias tanto en CE como en CV alcanzaron significación estadística ( $p < 0,05$ ). El análisis discriminante demostró que CV y CE discriminaban a los ancianos con deterioro cognitivo de los cognitivamente normales. Estos resultados se mantuvieron similares al discriminar el TNm de los ancianos sin deterioro cognitivo. La tarea Go/No-Go discrimina de forma fiable a los ancianos con TNm de los ancianos sin deterioro cognitivo independientemente de la disparidad educativa.
El-Hayek R et al, 2023.	Líbano	Transversal	Validar una versión árabe del Test de las Nueve Imágenes (A-TNI93) para libaneses mayores analfabetos y establecer datos normativos.	Analfabetos	332	>55	Arabic MMSE version, Arabic version of the Test of Nine Images (A-TNI93), CDR	En comparación con tests de cribado que requieren la competencia del médico, el A-TNI93 (GTD-USJ) es una adaptación árabe válida para detectar deterioro cognitivo entre adultos mayores libaneses analfabetos.

Ortega LV et al, 2021.	Brasil	Transversal	Comparar la precisión diagnóstica de las pruebas de detección habituales para la EA con instrumentos que podrían ser más apropiados para un nivel de escolaridad más bajo entre los adultos mayores con un nivel bajo o nulo de alfabetización.	48 analfabetos, y 69 con 1-4 años de educación (media de 2.9 ± 1.1)	117	76.4 (6.9)	Figura en Blanco y Negro, Figura a Color, test del reloj a la orden, test de lectura de relojes, fluidez verbal por categorías semánticas de animales y alimentos, tarea de praxia constructiva de la batería del Consorcio para el Establecimiento de un Registro de la Enfermedad de Alzheimer (CERAD), Stick Design Test.	Las medias de los controles alfabetizados y analfabetos no difirieron en la prueba de memoria de figuras en blanco y negro (recuerdo inmediato), la prueba de memoria de figuras coloreadas (recuerdo diferido), la prueba de lectura del reloj y las categorías de animales y comestibles VF. Las medias de los grupos clínicos (controles versus AD), en los 2 niveles de escolaridad, difirieron significativamente en la mayoría de las pruebas, excepto en el CERAD Constructivo Praxis y el Stick Design Test. La precisión diagnóstica no fue significativamente diferente entre las pruebas comparadas. Las pruebas de detección de EA utilizadas habitualmente fueron tan precisas como las que se esperaba que superaran el sesgo educativo en una muestra de adultos mayores con menor o ningún NE.
Wu Y et al, 2023.	China	Transversal	Investigar la influencia del NE en las puntuaciones MMSE y MoCA de pacientes ancianos hospitalizados	Analfabetos y educación primaria 3.84 ± 2.74: 80 (30.8%) Educación secundaria 8.91 ± 0.36: 95 (36.5%) Educación universitaria	260	70.55 (8.54)	MMSE, MoCA	En general, los resultados tanto del MMSE como del MoCA estuvieron influenciados por el NE, y este efecto fue más obvio para el MoCA. Sin embargo, en la evaluación cognitiva de pacientes de edad avanzada, la capacidad de identificar el deterioro con el MoCA es obviamente superior a la del MMSE.

				13.18 ± 1.66: 85 (32.7%)				
Schmidt GJ et al, 2020.	Brasil	Transversal	Estudiar la utilidad clínica de una tarea Go/No-Go sin influencia cultural en una cohorte multiétnica con bajo NE	4 años o menos	64	74,72 (7,08)	Verbal Fluency Tests (COWAT), Trail Making Test part A, Word List Memory Task (CERAD), and Clock-Drawing Test, Continuous Visual Attention Test (CVAT)	En sujetos con bajos niveles educativos, el rendimiento en el CVAT discriminó cognitivamente intactos (CDR = 0) de los ancianos con deterioro cognitivo (CDR = 0,5 y CDR = 1). Entre las variables CVAT, la mejor discriminadora fue CV, seguida de VRT y CE.
Varan HD et al, 2020.	Turquía	Transversal	Comparar la precisión diagnóstica y determinar los puntos de corte para 3 instrumentos cortos de detección cognitiva en adultos mayores con bajo nivel de alfabetización en Turquía.	Mediana de 5 años	321	Mediana 75	MMSE, MoCA, Quick Mild Cognitive Impairment Screen-Turkish version (Qmci-TR)	Para los pacientes con educación primaria e inferior y aquellos menores de 75 años, el QmciTR tuvo mejor precisión que otros tests, pero no hubo diferencias estadísticamente significativas en la precisión diagnóstica entre los instrumentos para distinguir entre TNm y EA probable, o EA probable y otros diagnósticos en este grupo. La falta de significación estadística puede estar relacionada con los efectos suelo y el bajo número de pacientes con TNm y menor educación en la muestra, pero puede indicar que se necesita menos ajuste para aquellos con niveles más bajos de educación, particularmente en una muestra con un NE general bajo.

Caldichoury N et al, 2022.	Chile	Transversal	Analizar la utilidad clínica del Fototest, a través de telemedicina, para TNm en adultos mayores rurales con quejas de memoria, durante la pandemia de COVID-19.	Media de 6.72 ± 2.45	240	70.342 (9.51)	MMSE Fototest	Para identificar el TNm, utilizando un puntaje de corte de 27-28 puntos, el Fototest mostró una sensibilidad del 96,6% y una especificidad del 81,8%; indicadores superiores a los del MMSEm. El Fototest es más preciso que el MMSEm para identificar alteraciones cognitivas en adultos mayores rurales con quejas de memoria cognitiva a través de telemedicina. Por ello, se recomienda su uso en atención primaria para realizar la detección precoz de alteraciones cognitivas preclínicas en TNm o enfermedades neurodegenerativas.
----------------------------	-------	-------------	--	-------------------------	-----	---------------	---------------	---

---

---

**Tabla Suplementaria 2.** Criterios diagnósticos propuestos en el DSM-5 para trastorno neurocognitivo menor.

---

- A. Evidencia de un declive cognitivo modesto desde un nivel previo de mayor desempeño en uno o más de uno de los dominios cognitivos referidos:
    - 1. Preocupación del individuo, de un tercero informado o del facultativo con respecto a un declive modesto en las funciones cognitivas.
    - 2. Declive en el desempeño neuropsicológico, implicando un desempeño en los tests del rango de una a dos desviaciones estándares por debajo de lo esperado en la evaluación neuropsicológica reglada o ante una evaluación clínica equivalente.
  - B. Los déficits cognitivos son insuficientes para interferir con la independencia (p. ej., actividades instrumentales de la vida diaria, tareas complejas como manejo de medicación o de dinero), pudiendo ser preciso esforzarse más, utilizar estrategias compensatorias o hacer una acomodación para mantener la independencia.
  - C. Los déficits cognitivos no ocurren exclusivamente en el contexto de un delirium.
  - D. Los déficits cognitivos no son atribuibles de forma primaria a la presencia de otros trastornos mentales (p. ej., trastorno depresivo mayor, esquizofrenia).
-

---

**Tabla Suplementaria 3.** Criterios diagnósticos propuestos en el DSM-5 para trastorno neurocognitivo mayor.

---

- A. Evidencia de un declive cognitivo sustancial desde un nivel previo de mayor desempeño en uno o más de uno de los dominios cognitivos referidos:
    - 1. Preocupación del individuo, de un tercero informado o del facultativo con respecto a un declive sustancial en las funciones cognitivas.
    - 2. Declive en el desempeño neuropsicológico, implicando un desempeño en los tests del rango de dos o más desviaciones estándares por debajo de lo esperado en la evaluación neuropsicológica reglada o ante una evaluación clínica equivalente.
  - B. Los déficits cognitivos son suficientes para interferir con la independencia (p. ej., requieren asistencia para las actividades instrumentales de la vida diaria, tareas complejas como manejo de medicación o dinero).
  - C. Los déficits cognitivos no ocurren exclusivamente en el contexto de un delirium.
  - D. Los déficits cognitivos no son atribuibles de forma primaria a la presencia de otros trastornos mentales (p. ej., trastorno depresivo mayor, esquizofrenia).
-

**Tabla Suplementaria 4.** Escala de Deterioro Global GDS-FAST

<b>Estadio GDS</b>	<b>Estadio FAST</b>	<b>Diagnóstico clínico</b>	<b>Características clínicas</b>
GDS 1. Ausencia de déficit cognitivo	1. Ausencia de déficit funcional	Normal (MMSE 30)	No hay déficit cognitivo ni funcional, subjetivo ni objetivo
GDS 2. Déficit cognitivo muy leve	2. Déficit funcional subjetivo	Normal para la edad. Olvidos (MMSE 25-30)	Quejas de pérdida de memoria (ubicación de objetos, nombres de personas, citas, etc.)
GDS 3. Déficit cognitivo leve	3. Déficit en tareas ocupacionales y sociales complejas, generalmente observadas por familiares y amigos	Deterioro límite (MMSE 20-27)	Afectación en más de un área: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desorientación espacial</li> <li>- Evidencia de bajo rendimiento laboral</li> <li>- Dificultad para recordar nombres, evidente para los familiares</li> <li>- Acabada la lectura tiene poca información</li> <li>- Olvida la ubicación de objetos de valor</li> <li>- El déficit de concentración es evidente para el clínico</li> <li>- Ansiedad leve o moderada</li> <li>- Se inicia la negación como mecanismo de defensa</li> </ul>
GDS 4. Déficit cognitivo moderado	4. Déficits observables en tareas complejas como el control de los aspectos económicos personales o planificación de comidas	Trastorno Neurocognitivo Mayor tipo EA leve (MMSE 16-23)	Déficits manifiestos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Olvido de hechos cotidianos recientes</li> <li>- Déficit en el recuerdo de su historia personal</li> <li>- Dificultad de concentración evidente en operaciones de resta</li> </ul>

	cuando hay invitados		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incapacidad para planificar viajes, vida social o realizar actividades complejas</li> <li>- Labilidad afectiva</li> <li>- Mecanismos de negación dominan el cuadro</li> <li>- Conserva la orientación en tiempos y personas, el reconocimiento de caras y personas familiares y la capacidad de viajar a lugares desconocidos</li> </ul>
GSD 5. Déficit cognitivo moderadamente grave	5. Decremento de la habilidad en escoger la ropa adecuada en cada estación del año o según las ocasiones	Trastorno Neurocognitivo Mayor tipo EA moderada (MMSE 10-19)	<p>Necesita asistencia en determinadas actividades básicas de la vida diaria (excepto higiene y comida)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es incapaz de recordar aspectos importantes de su vida cotidiana</li> <li>- Desorientación temporoespacial frecuente</li> <li>- Dificultad para contar en orden inverso desde 40, de 4 en 4, o desde 20 de 2 en 2</li> <li>- Es capaz de retener su nombre y el de los familiares más íntimos</li> </ul>
GSD 6. Déficit cognitivo grave	<p>6. Decremento en la habilidad para vestirse, bañarse y lavarse</p> <p>a) Disminución de la habilidad de vestirse solo</p> <p>b) Disminución de la habilidad para bañarse solo</p> <p>c) Disminución de la habilidad</p>	Trastorno Neurocognitivo Mayor tipo EA moderadamente grave (MMSE: 0-12)	<p>Olvida el nombre de sus familiares más íntimos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiene algunos datos del pasado</li> <li>- Desorientación temporoespacial</li> <li>- Tiene dificultad para contar de 10 en 10 en orden directo o inverso</li> <li>- Puede necesitar asistencia para actividades de la vida diaria</li> </ul>

	para lavarse y arreglarse solo		- Puede presentar incontinencia
	d) Disminución de la continencia urinaria		- Recuerda su nombre y diferencia los familiares de los desconocidos
	e) Disminución de la continencia fecal		- Hay trastorno del ritmo diurno
			- Presenta cambios en la personalidad y la afectividad
GDS 7. Déficit cognitivo muy grave	7. Pérdida del habla y de la capacidad motora:	Trastorno Neurocognitivo Mayor tipo EA grave (MMSE: 0)	Pérdida de todas las capacidades verbales (el lenguaje puede quedar reducido a gritos, gruñidos, etc.)
	a) Capacidad de habla limitada a unas 6 palabras		- Incontinencia urinaria
	b) Capacidad de habla limitada a una única palabra		- Necesidad de asistencia en la higiene personal
	c) Pérdida de la capacidad para caminar solo sin ayuda		- Pérdida de las funciones psicomotrices
	d) Pérdida de la capacidad para estar sentado sin ayuda		- Con frecuencia se observan signos neurológicos
	e) Pérdida de la capacidad para sonreír		
	f) Pérdida de la capacidad para mantener la cabeza erguida		

---

# Documentos

**Documento 1.** Versión 1 del Formulario de Recogida de Datos.

**PROTOCOLO NÚMERO \_\_\_\_\_**

Sexo:

Edad:

## ENTREVISTA NIVEL EDUCATIVO

- Años de educación formal (desde y hasta qué edad)
- Test de acentuación de palabras
- Decir el abecedario completo:
- Contar del 1 al 20:
- Contar del 20 al 1:
- Test de Alternancia Mental (Ahora quiero que alterne entre números y letras, le doy el ejemplo de 1-A-2-B):

## ESCALA CLÍNICA:

Criterios DSM-V + GDS-FAST

## MMSE

Puntuación: /30

Orientación temporal (año, estación, fecha, mes, día de la semana): /5

Orientación espacial (hospital o lugar, planta, pueblo, provincia, país): /5

Recuerdo inmediato (peseta, caballo, manzana): /3 (repetir hasta 6 veces hasta que las recuerden)

Cálculo (si tiene 30 pesetas y me va dando de 3 en 3, ¿cuántas le van quedando?): /5

Recuerdo diferido: /3

Denominación (lápiz, reloj): /2

Repetición (“En un trigal había cinco perros”): /1

Órdenes (coja el papel con la mano derecha, dóblelo por la mitad y póngalo en el suelo): /3

Lectura (lea la frase – Cierre los ojos – y haga lo que dice): /1

Escritura (frase con sujeto y predicado): /1

Copia (pentágonos): /1

## TAREAS COGNITIVAS:

- Fluidez fonética: letra P

0-15 segundos	15-30 segundos	30-45 segundos	45-60 segundos

- Fluidez semántica: Animales

0-15 segundos	15-30 segundos	30-45 segundos	45-60 segundos

### DENOMINACIÓN:

Boston Naming Test – 15 (láminas)

Pez espada	
Sacapuntas	
Pulpo	
Espárrago	
Bozal	
Pinzas	
Globo	
Rinoceronte	
Máscara	
Magdalena	
Cactus	
Armónica	
Dardo	
Zancos	
Pergamino	

### CÁLCULO:

100 – 7 (vaya restándole a 100 de 7 en 7):

### FIVE DIGIT TEST

Formulario de recogida de datos.

### TEST DE STROOP

1ª parte:

2ª parte:

3ª parte

### DIBUJO:

- Copiar infinito (ACE-III) (página 6 del documento)
  - Copiar cubo (ACE-III)
1. Test del dibujo del reloj a la orden: “Dibuje la esfera de un reloj con los números y las agujas marcando las once y diez”
  2. Test del dibujo del reloj a la copia
  3. Test del dibujo del reloj al calco



## DÍGITOS

- Tarea de Dígitos Directos:
- 2-4-8:
- 4-8-1-9:
- 8-2-3-1-6:
- Tarea de Dígitos Inversos: “Le voy a leer una serie de números. Por favor, preste atención. Cuando termine, me gustaría que los repitiera al revés, es decir, en orden inverso. Por ejemplo, si yo digo 7-2, usted diría 2-7, y si digo 1-2-3, usted diría 3-2-1.”
- 5-9-3:
- 1-5-3-6:
- 4-8-7-9-1:

## FOTOTEST

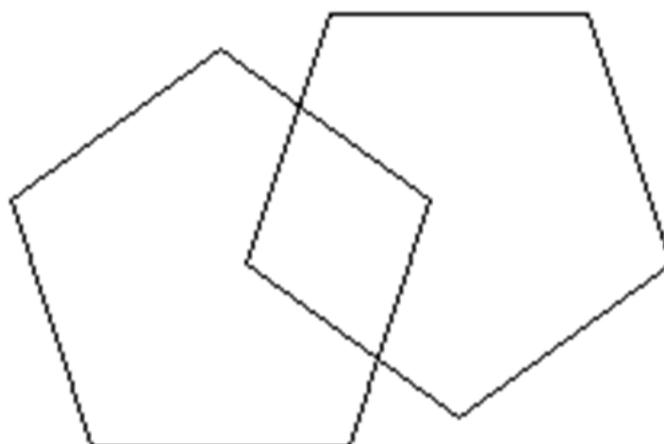
Puntuación: Nominación + Fluencia (contrario + mismo) + Recuerdo diferido

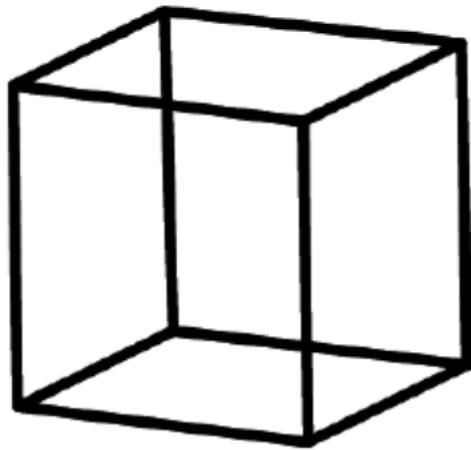
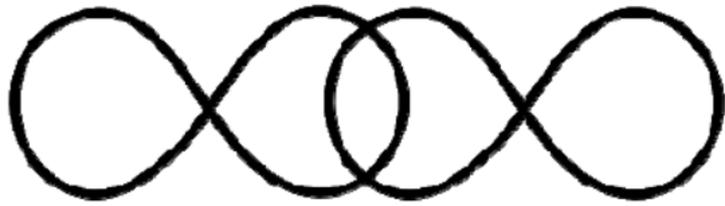
FLUENCIA NOMBRES	0-10 segundos	10-20 segundos	20-30 segundos
Sexo contrario			
Mismo sexo			

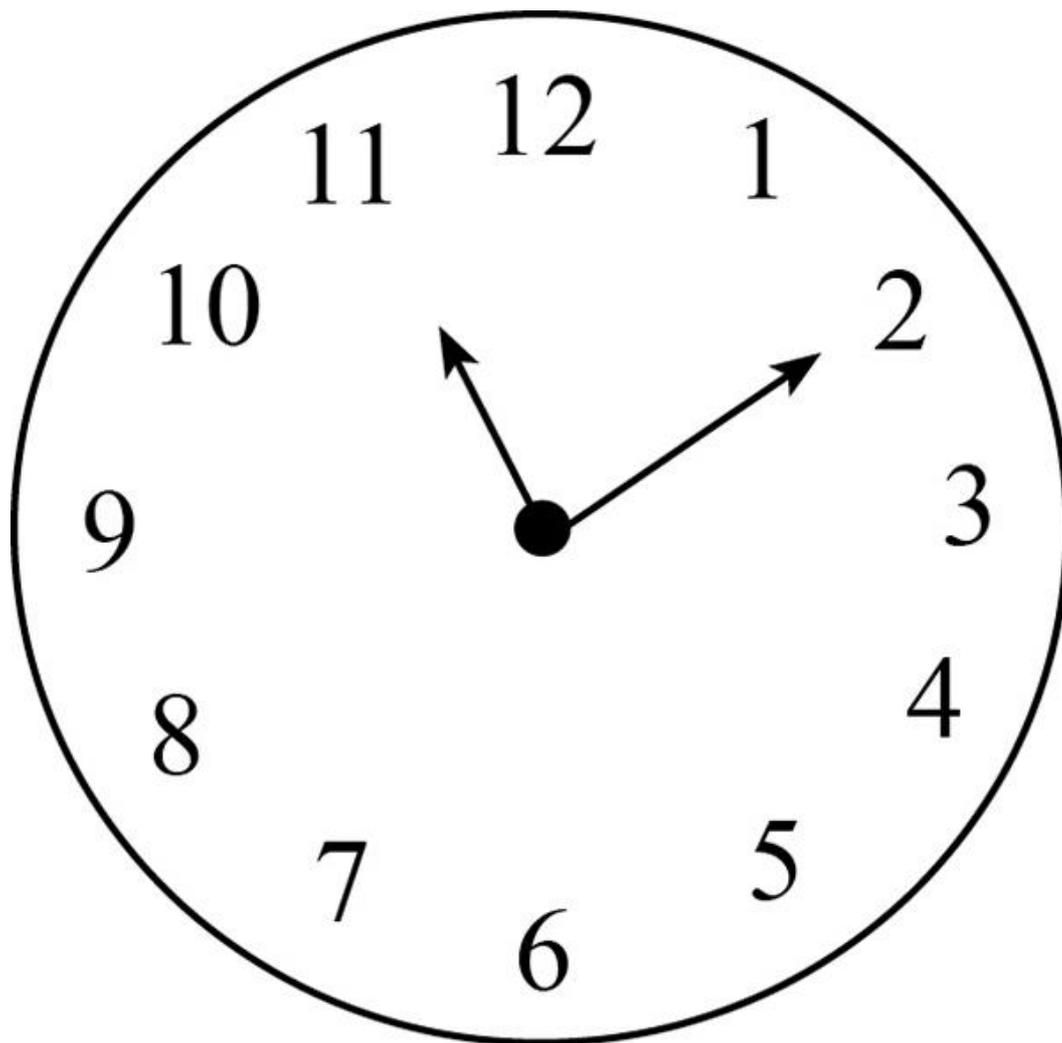
## ESCRITURA:

A la orden (Quiero a ir mi casa).

# CIERRE LOS OJOS







ACULLA	MANCHU	GRISU
ALELI	AMBAR	TACTIL
ALEGORIA	SILICE	BULGARO
CONCAVO	PIFANO	CELIBE
ACME	DISCOLO	HUSAR
CAÑON	CUPULA	MOARE
DESCORTES	ANOMALO	POLIGAMO
ACOLITO	APATRIDA	VOLATIL
ABOGACIA	DIAMETRO	BALADI
RABI	PUGIL	ALBEDRIO

**Documento 2.** Versión 2 del Formulario de Recogida de Datos.

**PROTOCOLO NÚMERO \_\_\_\_\_**

Sexo:

Edad:

**ENTREVISTA NIVEL EDUCATIVO**

- Años de educación formal (desde y hasta qué edad)
- Test de acentuación de palabras
- Decir el abecedario completo:
- Contar del 1 al 20:
- Contar del 20 al 1:
- Test de Alternancia Mental (Ahora quiero que alterne entre números y letras, le doy el ejemplo de 1-A-2-B):

**ESCALA CLÍNICA:**

Criterios DSM-V + GDS-FAST

**CÁLCULO:**

100 – 7 (vaya restándole a 100 de 7 en 7):

**ESCRITURA:**

A la orden (Quiero a ir mi casa).

**FOTOTEST**

Puntuación: Nominación + Fluencia (contrario + mismo) + Recuerdo diferido

FLUENCIA NOMBRES	0-10 segundos	10-20 segundos	20-30 segundos
Sexo contrario			
Mismo sexo			

**DENOMINACIÓN:**

Boston Naming Test – 15 (láminas)

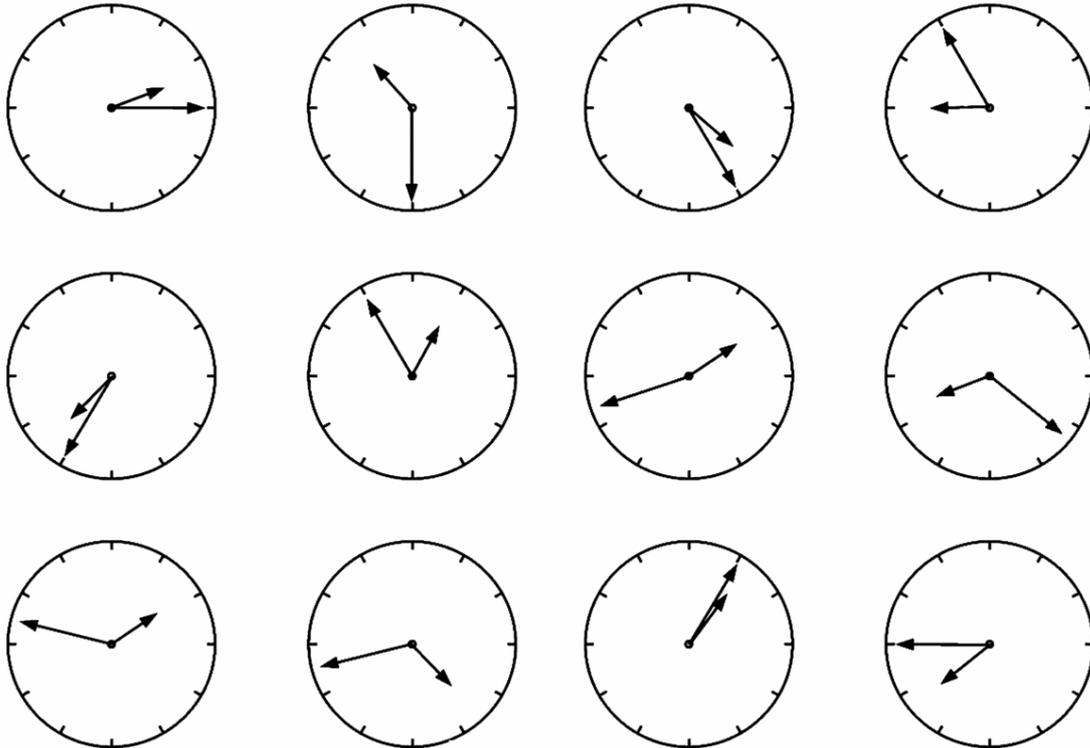
Pez espada	
Sacapuntas	
Pulpo	
Espárrago	
Bozal	
Pinzas	
Globo	
Rinoceronte	
Máscara	
Magdalena	
Cactus	
Armónica	
Dardo	
Zancos	
Pergamino	

## DIBUJO:

- Copiar infinito (ACE-III)
  - Copiar cubo (ACE-III)
1. Test del dibujo del reloj a la orden: “Dibuje la esfera de un reloj con los números y las agujas marcando las once y diez”
  2. Test del dibujo del reloj a la copia
  3. Test del dibujo del reloj al calco

## TEST DE LECTURA DE RELOJES

[top]



## DÍGITOS

- Tarea de Dígitos Directos:
- 2-4-8:
- 4-8-1-9:
- 8-2-3-1-6:
- Tarea de Dígitos Inversos: “Le voy a leer una serie de números. Por favor, preste atención. Cuando termine, me gustaría que los repitiera al revés, es decir, en orden inverso. Por ejemplo, si yo digo 7-2, usted diría 2-7, y si digo 1-2-3, usted diría 3-2-1.”
- 5-9-3:
- 1-5-3-6:
- 4-8-7-9-1:

**TAREAS COGNITIVAS:**

Fluidez semántica: Animales

0-15 segundos	15-30 segundos	30-45 segundos	45-60 segundos

- Fluidez fonética: letra P

0-15 segundos	15-30 segundos	30-45 segundos	45-60 segundos

**TEST DE STROOP**

1ª parte:

2ª parte:

3ª parte

**FIVE DIGIT TEST**

Formulario de recogida de datos.

**MMSE**

Puntuación: /30

Orientación temporal (año, estación, fecha, mes, día de la semana): /5

Orientación espacial (hospital o lugar, planta, pueblo, provincia, país): /5

Recuerdo inmediato (peseta, caballo, manzana): /3 (repetir hasta 6 veces hasta que las recuerden)

Cálculo (si tiene 30 pesetas y me va dando de 3 en 3, ¿cuántas le van quedando?): /5

Recuerdo diferido: /3

Denominación (lápiz, reloj): /2

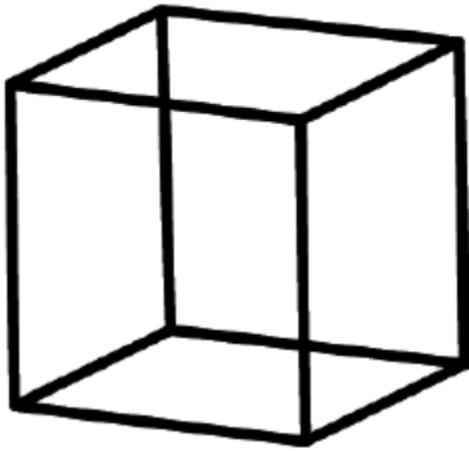
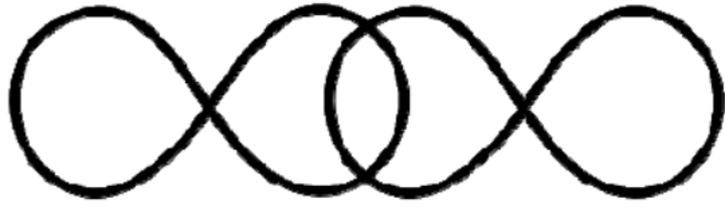
Repetición (“En un trigal había cinco perros”): /1

Órdenes (coja el papel con la mano derecha, dóblelo por la mitad y póngalo en el suelo): /3

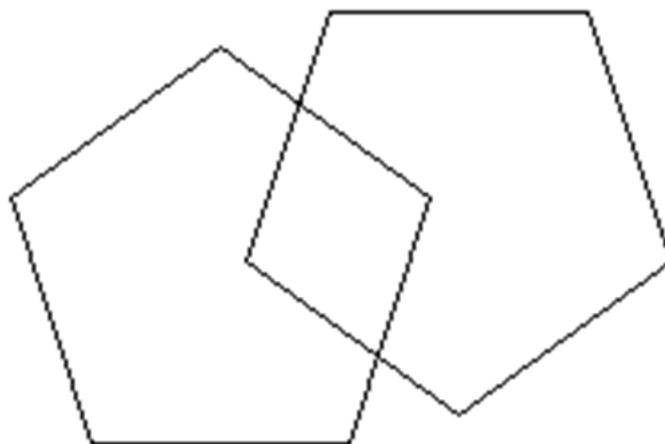
Lectura (lea la frase – Cierre los ojos – y haga lo que dice): /1

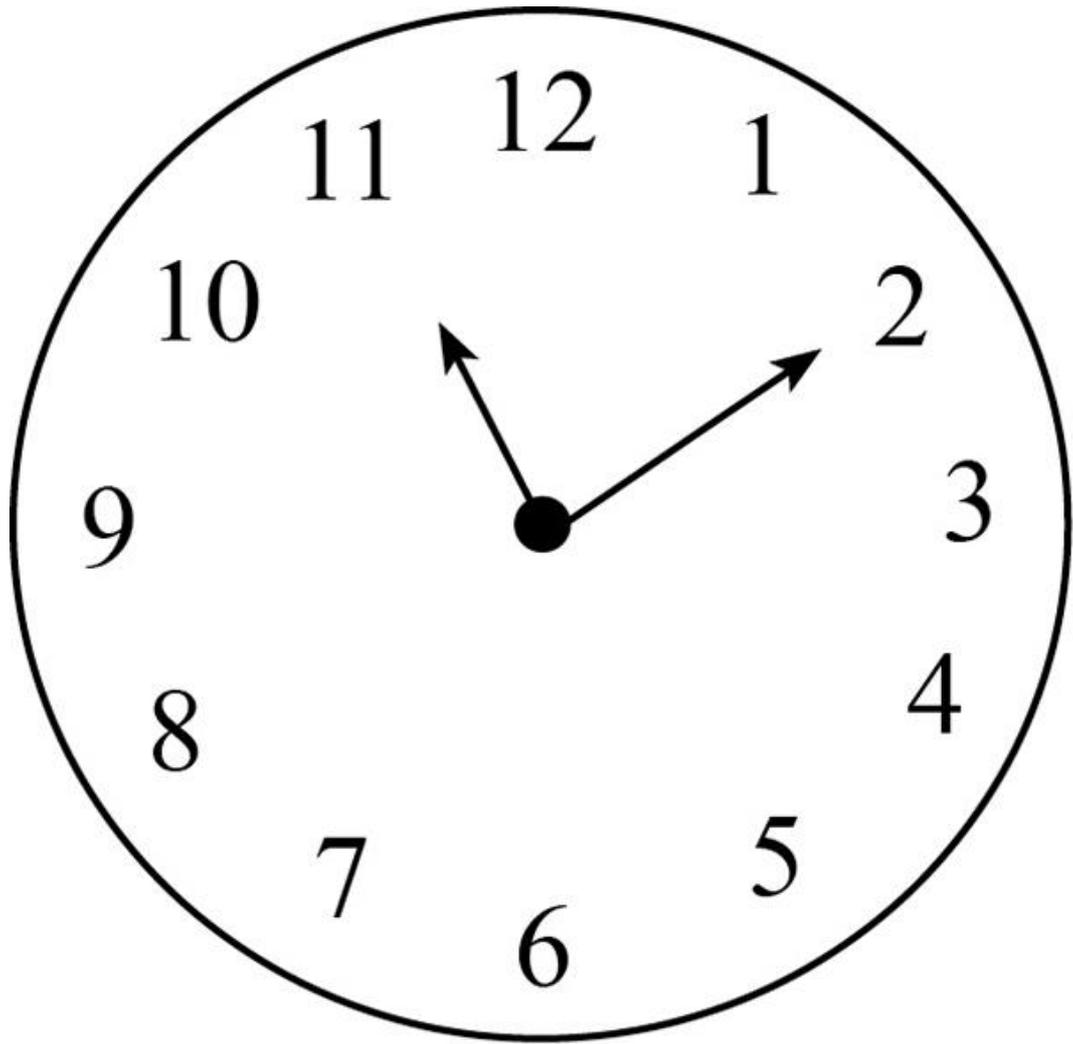
Escritura (frase con sujeto y predicado): /1

Copia (pentágonos): /1



# CIERRE LOS OJOS





ACULLA	MANCHU	GRISU
ALELI	AMBAR	TACTIL
ALEGORIA	SILICE	BULGARO
CONCAVO	PIFANO	CELIBE
ACME	DISCOLO	HUSAR
CAÑON	CUPULA	MOARE
DESCORTES	ANOMALO	POLIGAMO
ACOLITO	APATRIDA	VOLATIL
ABOGACIA	DIAMETRO	BALADI
RABI	PUGIL	ALBEDRIO

## Lista de variables analizadas

1. Puntuación del Test de Acentuación de Palabras (TAP) (puntuación máxima 30)
2. Errores al recitar el abecedario (puntuación máxima 29)
3. Contar del 1 al 20 (sí/no)
4. Contar del 20 al 1 (sí/no)
5. Puntuación del Test de Alternancia Mental (TAM) (no empleado)
6. Puntuación del Minimental State Examination (MMSE) (puntuación máxima 30)
7. Orientación Temporal del MMSE (puntuación máxima 5)
8. Orientación Espacial del MMSE (puntuación máxima 5)
9. Memoria inmediata del MMSE (puntuación máxima 3)
10. Cálculo del MMSE (puntuación máxima 5)
11. Memoria diferida del MMSE (puntuación máxima 3)
12. Denominación del MMSE (puntuación máxima 2)
13. Repetición del MMSE (puntuación máxima 1)
14. Orden en tres pasos del MMSE (puntuación máxima 3)
15. Lectura del MMSE (puntuación máxima 1)
16. Escritura del MMSE (puntuación máxima 1)
17. Copia de la intersección de pentágonos (puntuación máxima 1)
18. Puntuación de la Fluencia Verbal Fonética (FVF) (cuántas palabras que empiezan por "p" en un minuto es capaz de recordar)
19. FVF: palabras en los segundos 0-15
20. FVF: palabras en los segundos 16-30
21. FVF: palabras en los segundos 31-45
22. FVF: palabras en los segundos 46-60
23. Puntuación de la Fluencia Verbal Semántica (FVS) (cuántos animales en un minuto es capaz de recordar)
24. FVS: palabras en los segundos 0-15 (puntuación máxima indefinida)
25. FVS: palabras en los segundos 16-30 (puntuación máxima indefinida)
26. FVS: palabras en los segundos 31-45 (puntuación máxima indefinida)
27. FVS: palabras en los segundos 46-60 (puntuación máxima indefinida)

28. Puntuación del Boston Naming Test (BNT) (puntuación máxima 15)
29. Imagen #1 del BNT (sí/no)
30. Imagen #2 del BNT (sí/no)
31. Imagen #3 del BNT (sí/no)
32. Imagen #4 del BNT (sí/no)
33. Imagen #5 del BNT (sí/no)
34. Imagen #6 del BNT (sí/no)
35. Imagen #7 del BNT (sí/no)
36. Imagen #8 del BNT (sí/no)
37. Imagen #9 del BNT (sí/no)
38. Imagen #10 del BNT (sí/no)
39. Imagen #11 del BNT (sí/no)
40. Imagen #12 del BNT (sí/no)
41. Imagen #13 del BNT (sí/no)
42. Imagen #14 del BNT (sí/no)
43. Imagen #15 del BNT (sí/no)
44. Puntuación de Restas  $100 - 7$  (puntuación máxima 5)
45. Errores de Restas  $100 - 7$  (puntuación máxima 5)
46. Restas consecutivas de Restas  $100 - 7$  (puntuación máxima 4)
47. Errores en Lectura del Test de los 5 Dígitos (puntuación máxima indefinida)
48. Tiempo en Lectura del Test de los 5 Dígitos (puntuación máxima indefinida)
49. Errores en Conteo del Test de los 5 Dígitos (puntuación máxima indefinida)
50. Tiempo en Conteo del Test de los 5 Dígitos (puntuación máxima indefinida)
51. Errores en Selección del Test de los 5 Dígitos (puntuación máxima indefinida)
52. Tiempo en Selección del Test de los 5 Dígitos (puntuación máxima indefinida)
53. Errores en Alternancia del Test de los 5 Dígitos (puntuación máxima indefinida)
54. Tiempo en Alternancia del Test de los 5 Dígitos (puntuación máxima indefinida)
55. Lectura del Test de Stroop (lectura del máximo de palabras posibles en 45 segundos, puntuación máxima indefinida)
56. Colores del Test de Stroop (nominación del máximo de colores posibles en 45 segundos, puntuación máxima indefinida)

57. Interferencia palabra/color del Test de Stroop (nominación del color de la tinta en el máximo de palabras en 45 segundos, puntuación máxima indefinida)
58. Dibujo de la Intersección de infinitos (sí/no)
59. Dibujo del Cubo (sí/no)
60. Errores de cualquier tipo en el Test del Reloj a la Orden (sí/no)
61. Errores grafomotores en el Test del Reloj a la Orden (sí/no)
62. Errores asociados a estímulos en el Test del Reloj a la Orden (sí/no)
63. Errores conceptuales en el Test del Reloj a la Orden (sí/no)
64. Errores de planificación en el Test del Reloj a la Orden (sí/no)
65. Errores de cualquier tipo en el Test del Reloj a la Copia (sí/no)
66. Errores grafomotores en el Test del Reloj a la Copia (sí/no)
67. Errores asociados a estímulos en el Test del Reloj a la Copia (sí/no)
68. Errores conceptuales en el Test del Reloj a la Copia (sí/no)
69. Errores de planificación en el Test del Reloj a la Copia (sí/no)
70. Errores de cualquier tipo en el Test del Reloj al Calco (sí/no)
71. Errores grafomotores en el Test del Reloj al Calco (sí/no)
72. Errores asociados a estímulos en el Test del Reloj al Calco (sí/no)
73. Errores conceptuales en el Test del Reloj al Calco (sí/no)
74. Errores de planificación en el Test del Reloj al Calco (sí/no)
75. Puntuación del Test de Lectura de Relojes (puntuación máxima 12)
76. Series en el orden correcto en Dígitos Directos (puntuación máxima 3)
77. Series en cualquier orden en Dígitos Directos (puntuación máxima 3)
78. Repetición de dígitos en orden correcto en la serie de 3 dígitos en Dígitos Directos (puntuación máxima 3)
79. Repetición de dígitos en cualquier orden en la serie de 3 dígitos en Dígitos Directos (puntuación máxima 3)
80. Repetición de dígitos en orden correcto en la serie de 4 dígitos en Dígitos Directos (puntuación máxima 4)
81. Repetición de dígitos en cualquier orden en la serie de 4 dígitos en Dígitos Directos (puntuación máxima 4)
82. Repetición de dígitos en orden correcto en la serie de 5 dígitos en Dígitos Directos (puntuación máxima 5)

83. Repetición de dígitos en cualquier orden en la serie de 5 dígitos en Dígitos Directos (puntuación máxima 5)
84. Series en el orden correcto en Dígitos Inversos (puntuación máxima 3)
85. Series en cualquier orden en Dígitos Inversos (puntuación máxima 3)
86. Repetición de dígitos en orden correcto en la serie de 3 dígitos en Dígitos Inversos (puntuación máxima 3)
87. Repetición de dígitos en cualquier orden en la serie de 3 dígitos en Dígitos Inversos (puntuación máxima 3)
88. Repetición de dígitos en orden correcto en la serie de 4 dígitos en Dígitos Inversos (puntuación máxima 4)
89. Repetición de dígitos en cualquier orden en la serie de 4 dígitos en Dígitos Inversos (puntuación máxima 4)
90. Repetición de dígitos en orden correcto en la serie de 5 dígitos en Dígitos Inversos (puntuación máxima 5)
91. Repetición de dígitos en cualquier orden en la serie de 5 dígitos en Dígitos Inversos (puntuación máxima 5)
92. Puntuación del Fototest (puntuación máxima indefinida)
93. Denominación del Fototest (puntuación máxima 6)
94. Fluencia de nombres del sexo contrario del Fototest (cuántos nombres propios de personas del sexo contrario es capaz de recordar en 30 segundos, puntuación máxima indefinida)
95. Fluencia en sexo contrario: nombres en los segundos 0-10 (puntuación máxima indefinida)
96. Fluencia en sexo contrario: nombres en los segundos 11-20 (puntuación máxima indefinida)
97. Fluencia en sexo contrario: nombres en los segundos 21-30 (puntuación máxima indefinida)
98. Fluencia en mismo sexo: nombres en los segundos 0-10 (puntuación máxima indefinida)
99. Fluencia en mismo sexo: nombres en los segundos 11-20 (puntuación máxima indefinida)

100. Fluencia en mismo sexo: nombres en los segundos 21-30 (puntuación máxima indefinida)
101. Fluencia de nombres del mismo sexo del Fototest (cuántos nombres propios de personas del mismo sexo es capaz de recordar en 30 segundos, puntuación máxima indefinida)
102. Recuerdo diferido del Fototest (puntuación máxima 12)
103. Recuerdo facilitado del Fototest (puntuación máxima 6)
104. Escritura de frase a la orden (sí/no)