

Electroencefalografía Cuantitativa y Evaluación Neuropsicológica en el Diagnóstico del Deterioro Cognitivo en Adultos Mayores Ecuatorianos

Quantitative Electroencephalography and Neuropsychological Assessment in the Diagnosis of Cognitive Impairment in Older Ecuadorian Adults

Fernando Estévez, PhD., Alexandra Bueno-Pacheco, PhD., MsC. Esteban Mora Tola

Resumen

Objetivo: Evaluar la utilidad de la electroencefalografía cuantitativa (qEEG) y la evaluación neuropsicológica en el diagnóstico del deterioro cognitivo en adultos mayores ecuatorianos.

Pacientes y método: Se seleccionaron 12 adultos mayores del cantón Cuenca con sospecha de deterioro cognitivo. Se aplicaron pruebas neuropsicológicas (Neuropsi y Mini-Mental State Examination) y se realizaron registros EEG analizados mediante el software Persyst. Se obtuvieron valores promedio de amplitud de voltaje de las ondas cerebrales (alfa, beta, theta y delta) y mapas de calor para identificar patrones específicos.

Resultados: Las pruebas neuropsicológicas detectaron deficiencias significativas en funciones ejecutivas, memoria y atención, con mayor afectación en pacientes con Alzheimer. El análisis del EEG mostró enlentecimiento generalizado del ritmo basal, predominio de ondas lentas (theta y delta) y disminución de la frecuencia alfa (<8 Hz) en regiones occipitales y frontales. Se encontró una correlación significativa entre los déficits cognitivos y las alteraciones EEG.

Conclusiones: La combinación de qEEG y evaluación neuropsicológica ofrece una herramienta integral para el diagnóstico temprano del deterioro cognitivo, permitiendo personalizar estrategias terapéuticas. Estos hallazgos refuerzan la relevancia de métodos accesibles y no invasivos en la atención de adultos mayores en contextos limitados en recursos.

Palabras clave: Electroencefalografía cuantitativa (qEEG), neuropsicología, deterioro cognitivo, adulto mayor, diagnóstico cognitivo.

Abstract

Objective: To evaluate the usefulness of quantitative electroencephalography (qEEG) and neuropsychological assessment in the diagnosis of cognitive impairment in Ecuadorian older adults.

Patients and method: Twelve older adults from the Cuenca canton with suspected cognitive impairment were selected. Neuropsychological tests (Neuropsi and Mini-Mental State Examination) were applied and EEG recordings were performed and analyzed using Persyst software. Average voltage amplitude values of brain waves (alpha, beta, theta and delta) and heat maps were obtained to identify specific patterns.

Results: Neuropsychological tests detected significant deficiencies in executive functions, memory and attention, with greater impairment in patients with Alzheimer's. EEG analysis showed a generalized slowing of the basal rhythm, predominance of slow waves (theta and delta) and decreased alpha frequency (<8 Hz) in occipital and frontal regions. A significant correlation was found between cognitive deficits and EEG alterations.

Conclusions: The combination of qEEG and neuropsychological assessment offers a comprehensive tool for the early diagnosis of cognitive impairment, allowing for personalized therapeutic strategies. These findings reinforce the relevance of accessible and noninvasive methods in the care of older adults in resource-limited settings.

Keywords: Quantitative electroencephalography (qEEG), neuropsychology, cognitive impairment, older adult, cognitive diagnosis.

Rev. Ecuat. Neurol. Vol. 34, N° 1, 2025

¹Universidad del Azuay, Grupo de Neurociencias, Facultad de Psicología, Cuenca – Ecuador. Av. 24 de mayo 7-77, EC 010107

Correspondencia:

Fernando Estévez, PhD.

Dirección: Universidad del Azuay, Grupo de Neurociencias, Facultad de Psicología, Cuenca (Ecuador). Av. 24 de mayo 7-77, EC 010107;

Tel: (07)4091000. ORCID: 0000-0002-8285-3394

E-mail: rfestevez@uazuay.edu.ec

Introducción

La población mundial de adultos mayores está experimentando un crecimiento constante debido a factores como el aumento de la esperanza de vida y la disminución de las tasas de natalidad.¹ Este incremento plantea desafíos significativos en términos de salud, ya que los adultos mayores tienen una mayor probabilidad de desarrollar enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer y otros tipos de demencia.² En Ecuador, para el año 2050, se espera que 87,769 pacientes afectados por demencia se multipliquen a una tasa de 3 a 1, relacionando las variables de envejecimiento poblacional con factores de riesgo prevenibles, como obesidad, tabaquismo y diabetes.³

Dado este panorama demográfico, resulta urgente el uso de herramientas diagnósticas que permitan una detección temprana de enfermedades neurodegenerativas. Tal es así que, durante los últimos veinte años, el avance de la investigación neurocientífica ha dado pasos agigantados. Existen métodos paraclínicos y biomarcadores como la resonancia magnética funcional y la tomografía por emisión de positrones, además de la identificación de proteína tau y marcadores genéticos.⁴ Sin embargo, estos métodos no están al alcance de todos debido a limitaciones económicas y tecnológicas, lo que resalta la necesidad de métodos diagnósticos seguros, no invasivos y accesibles, como el electroencefalograma (EEG) y el análisis cuantitativo de sus datos.⁵

El electroencefalograma (EEG) es una herramienta ampliamente utilizada para la evaluación de la función cerebral y el diagnóstico de diversos trastornos neurológicos, como la epilepsia y las alteraciones del sueño. En el contexto geriátrico, su relevancia es particularmente alta, ya que permite cuantificar la actividad cerebral y detectar de manera temprana posibles anomalías cognitivas.⁶ En esta línea, investigaciones recientes han evidenciado que la presencia de frecuencias alfa anómalas podría constituir un marcador temprano de deterioro cognitivo en adultos mayores.⁷ Asimismo, análisis espectrales de EEG han revelado alteraciones en las bandas beta, theta y delta en pacientes con deterioro cognitivo de tipo amnésico.⁸ Entre estos hallazgos, destaca que frecuencias alfa inferiores a 8,5 Hz se asocian con deterioro cognitivo leve,⁷ mientras que valores por debajo de 8 Hz se han vinculado con patrones característicos de demencia en sujetos en estado de vigilia y reposo.⁹ Tales variaciones en los ritmos cerebrales no solo presentan un potencial diagnóstico significativo, sino que también ofrecen una vía para monitorizar la evolución clínica y la respuesta a intervenciones en estudios longitudinales.¹⁰ Considerando la elevada prevalencia de enfermedades neurodegenerativas en la población adulta mayor, el empleo del EEG como herramienta complementaria resulta fundamental, ya que el monitoreo y seguimiento continuo de la actividad eléctrica cerebral proporciona información crítica para favorecer un diagnóstico precoz y una intervención oportuna.¹¹

Metodología

Se utilizó un enfoque cuantitativo que permite obtener resultados explicativos y predictivos.¹² El diseño fue de tipo no experimental con alcance descriptivo, buscando caracterizar, presentar e identificar aspectos propios de la evaluación neuropsicológica y su relación con los hallazgos en electroencefalografía cuantitativa.

Los participantes fueron adultos mayores residentes en el cantón Cuenca. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia con criterios de inclusión, resultando en una muestra de 12 adultos mayores. Se incluyeron personas de nacionalidad ecuatoriana, mayores de 65 años, con diagnóstico clínico presuntivo de demencia o trastorno neurocognitivo mayor, excluyendo a quienes presentaran alteraciones motoras, sensoriales o intelectuales que impidieran el acceso a los reactivos aplicados y a aquellos con historial de dependencia de sustancias sujetas a fiscalización. Aunque la muestra es limitada, este enfoque busca profundizar en el análisis individual y establecer correlaciones preliminares entre los hallazgos neuropsicológicos y EEG.

El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad del Azuay y cumplió con los acuerdos éticos de la Declaración de Helsinki, respetando la privacidad y confidencialidad de los participantes. Se cuenta con un consentimiento informado de los representantes de los participantes, así como su voluntariedad en la participación.

Instrumentos

Mini Examen del Estado Mental: Este instrumento evalúa orientación, registro, atención/cálculo, recuerdo, denominación, repetición, lectura, escritura, comprensión de órdenes y dibujo, con puntuaciones de 0 a 30 puntos.¹³ Los puntos de corte nacionales son: 27-30 = normalidad; 24-26 = sospecha patológica; 12-23 = deterioro; <12 = demencia.

Neuropsi: Atención y Memoria: Evalúa procesos de atención y memoria en detalle, proporcionando índices independientes y una puntuación global.¹⁴

Electroencefalograma: Técnica no invasiva que registra actividad eléctrica cerebral. Se utilizó para evaluar cambios funcionales en campos electromagnéticos relacionados con la enfermedad.¹⁵

Análisis de Datos

La base de datos se estructuró a partir de la información obtenida mediante la aplicación de los tests Neuropsi y Minimental, así como de los datos recopilados de la electroencefalografía. Los datos de los test aplicados fueron detallados acorde a la categorización cualitativa: (Neuropsi: normal, alteración moderada y alteración severa; Minimental: funcionamiento cognitivo normal, sospecha de patología, deterioro y demencia).

Los registros electroencefalográficos de cada paciente fueron analizados posteriormente mediante el software Persyst, registrando la actividad eléctrica captada por los

electrodos colocados según el sistema 10-20 en diferentes regiones cerebrales. Cada electrodo proporcionó valores de voltaje en el dominio del tiempo, generando un total de 16 señales provenientes de los canales de los electrodos. Se seleccionó un periodo de tiempo de 2 segundos (épocas) tomando en cuenta segmentos del trazado sin artefactos de movimiento, parpadeo, de actividad respiratoria o electrocardiográfica de tal forma que se pueda analizar la actividad del registro EEG del paciente vigil y en reposo.⁹

Para identificar las cuatro frecuencias cerebrales Alfa, Beta, Delta y Theta, los datos fueron convertidos al dominio de la frecuencia mediante una transformada rápida de Fourier. Una vez transformadas las señales, se obtuvieron valores promedio de amplitud de voltaje, medidos en microvoltios (μV), que se representaron en gráficos de mapeo cerebral. Se utilizaron dos gamas de colores: azul para los valores más altos (hasta $6.71 \mu V$) y rojo para los valores más bajos (hasta $-3.69 \mu V$).

Se identificaron las cuatro frecuencias cerebrales en sus respectivos rangos: Delta (1.00 - 4.00 Hz), Theta (4.01 - 7.99 Hz), Alfa (8.00 - 12.99 Hz) y Beta (13.00 - 30.00 Hz). Estas fueron mapeadas en las diferentes regiones cerebrales de cada paciente.

Las evaluaciones neuropsicológicas se compararon con los resultados del estudio EEG, enfatizando el análisis del reporte clínico y la evaluación tanto clínica como cuantitativa del EEG.

Análisis con el software Persyst.

El registro electroencefalográfico crea un archivo con extensión .arc, el mismo que es cargado en el software Persyst Insight II para el posterior análisis de la señal cerebral. Para el procesamiento de la señal EEG realizado en este trabajo, primeramente, se aplica el filtro aEEG 2-20 propio de Insight II, el cual se refiere a un filtro pasabanda aEEG (amplitude-integrated EEG) con frecuencias de corte entre 2 Hz y 20 Hz.⁵ Esto elimina la información por debajo de los 2 Hz, que incluye el ruido de la línea base; y filtra también los componentes sobre los 20 Hz, que presentan los artefactos de electromiografía, el ruido producido por la red eléctrica en los 60 Hz y otros ruidos de alta frecuencia.

En la Figura 1 se indica la señal EEG cruda en un lapso de 6 segundos del estudio de uno de los pacientes y en la Figura 2 se puede observar la misma señal EEG aplicada el filtro aEEG 2-20, obteniendo un detalle más claro del estudio con el ruido eliminado.

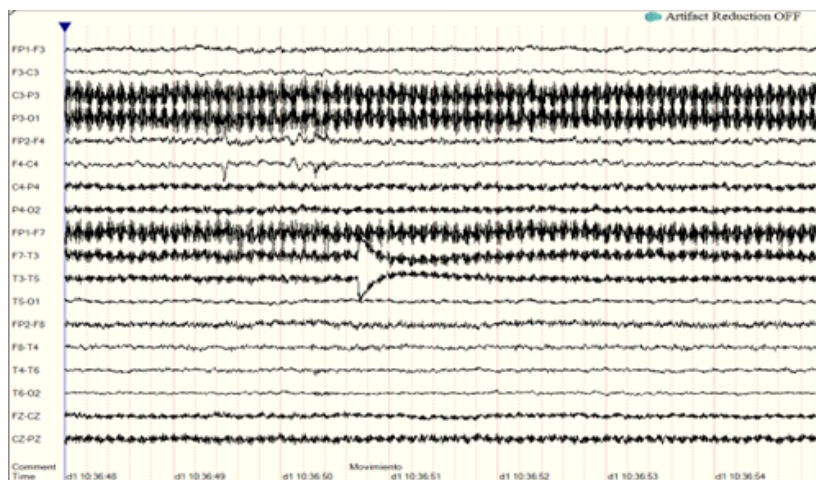


Figura 1. Señal EEG cruda.



Figura 2. Señal EEG aplicada el filtro a EEG 2-20.

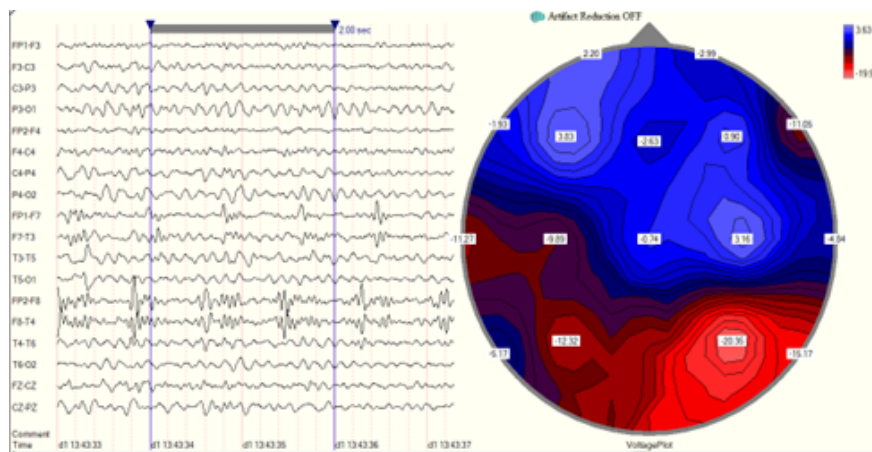


Figura 3. Activación eléctrica del cerebro en una época de 2 segundos.

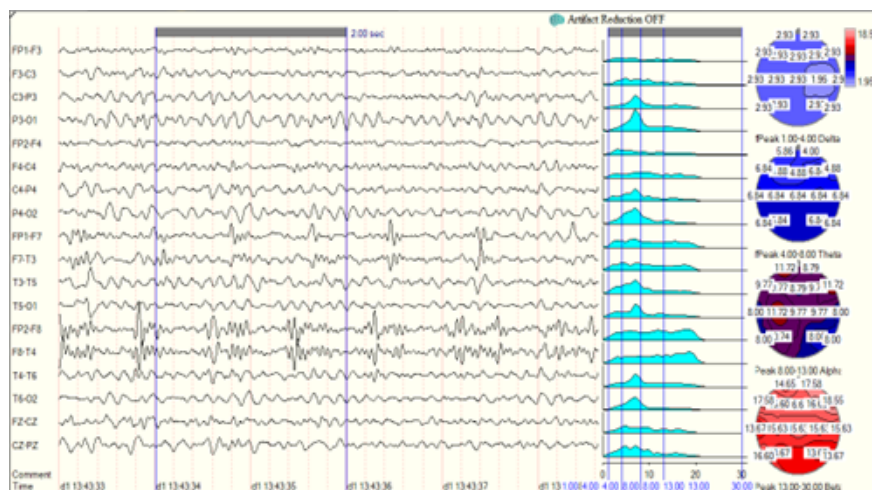


Figura 4. Picos de frecuencia en las ondas Delta, Theta, Alpha y Beta en una época de 2 segundos.

Para todos los pacientes se seleccionaron al menos dos épocas de 2 segundos cada una, como se mencionó anteriormente, que estén libres de artefactos.⁹ En cada época se obtienen dos tipos de gráficos para analizar. El primer gráfico que se obtiene contiene información de la activación eléctrica de cada región del cerebro en el tiempo especificado, conocido como Vplot (gráfico de voltajes). La Figura 3 presenta el Vplot de un paciente, aquí se indican los valores promedio de voltaje, en microvoltios, y un mapa de calor que diferencia cómo fue la activación de la señal cerebral en el rango de tiempo escogido.

El segundo gráfico que se obtiene, indica los valores de los picos de frecuencia en los cuatro ritmos cerebrales (Delta, Theta, Alpha y Beta). Para conseguir estos datos, el propio software realiza una transformada rápida de Fourier (FFT por sus siglas en inglés) con la finalidad de obtener información de la actividad cerebral en el espectro de la frecuencia. En la Figura 4 se presenta un mapa de calor y los respectivos valores pico de frecuencia en cada región del cerebro de las frecuencias Delta, Theta, Alpha y Beta

RESULTADOS

Características demográficas

La muestra de la presente investigación estuvo compuesta por 12 participantes, con una distribución de 8 mujeres (66.67%) y 4 hombres (33.33%). Las edades de

los participantes oscilaron entre los 62 y los 97 años, con una edad media de 84,5 años (DE = 9,74). La distribución de edades refleja una predominancia de adultos mayores de edad intermedia dentro de la muestra, lo que es relevante para el contexto del estudio. La mayor representación de mujeres en la muestra se alinea con las tendencias demográficas observadas en estudios de poblaciones envejecidas. Estos datos proporcionan una base sólida para el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas neuropsicológicas y electroencefalográficas realizadas. Se debe mencionar que una participante (P5) decidió no continuar con el estudio luego de la evaluación neuropsicológica.

Evaluación neuropsicológica

Luego de la evaluación neuropsicológica es importante evidenciar, por un lado, la falta de especificidad cuando se engloban varias subpruebas bajo una sumatoria general (etiquetas diagnósticas del Neuropsi Atención y Memoria), restando así el detalle y la individualidad de las funciones cognitivas afectadas y conservadas, pero que, bajo el análisis clínico, dan cuenta de la realidad cognitiva del paciente. Por otro lado, se evidencia el alto índice de falsos negativos que arroja el MMSE al compararse sus resultados con una evaluación neuropsicológica más amplia. Los resultados globales como la descripción individual cualitativa se aprecian en la tabla 1.

En cuanto a los diagnósticos presuntivos, la mayoría de los casos estudiados corresponden a Enfermedad de Alzheimer (58%), seguido de Deterioro Cognitivo Leve

(DCL) y Demencia Mixta. Los diagnósticos no especificados representan una minoría, pero muestran patrones similares en las alteraciones neuropsicológicas. Llama

Tabla 1. Descripción pormenorizada de los pacientes en el aspecto de diagnóstico presuntivo, frente a los resultados de la evaluación neuropsicológica detallada y los hallazgos de electroencefalograma

Paciente	Edad	Sexo	Dx. Presuntivo	Dx. Neuropsi	Dx. MMSE	Descripción Neuropsicológica	Descripción EEG
1	92	mujer	Alzheimer	Alteración Severa	Sospecha patológica	Orientación alterada. Atención con alteración leve. Funciones Ejecutivas alteradas. Memoria de trabajo muy alterada. Fluidez verbal y no verbal muy baja. Memoria de codificación alterada. Memoria de evocación ausente en todas las modalidades.	Actividad lenta posterior, asimetría con delta izquierdo y theta derecho; ritmos lentos hasta theta-delta temporales. Actividad lenta hacia región frontal (theta).
2	92	mujer	Deterioro global	Alteración Severa	Deterioro	Orientación alterada. Atención muy alterada. Funciones Ejecutivas muy alteradas. Memoria de trabajo ausente. Fluidez verbal y no verbal muy baja. Memoria de codificación y evocación ausente en todas las modalidades.	Actividad lenta difusa, ritmos delta hacia regiones anteriores. Ritmos delta-theta temporal-occipital derecho.
3	62	mujer	Alzheimer	Alteración Severa		Orientación conservada. Atención con alteración leve. Funciones Ejecutivas alteradas. Memoria de trabajo alterada. Fluidez verbal semántica y no verbal conservada. Fluidez fonológica muy baja. Memoria de codificación conservada. Memoria de evocación con alteración leve (por daño frontal).	Actividad lenta en banda delta-theta occipital. Difusión de ritmos lentos theta hacia regiones anteriores con mayor incidencia hemisférica derecha.
4	97	hombre	Alzheimer	Alteración Severa	Normal	Orientación conservada. Atención con alteración leve. Funciones Ejecutivas alteradas. Memoria de trabajo con alteración leve. Fluidez verbal y no verbal muy baja. Memoria de codificación alterada. Memoria de evocación muy alterada en todas las modalidades.	Actividad lenta global en ritmo theta. Actividad beta-theta parieto-occipital derecho. Frontal derecho alfa 12. Temporales en delta, peor izquierdo.
5	81	mujer	Alzheimer	Alteración Severa	Deterioro	Orientación muy alterada. Atención muy alterada. Funciones Ejecutivas alteradas. Memoria de trabajo muy alterada. Fluidez verbal semántica con alteración leve; fonológica y no verbal muy baja. Memoria de codificación con alteración leve. Memoria de evocación muy alterada en todas las modalidades.	N/A
6	94	hombre	Alzheimer	Alteración Severa	Normal	Orientación alterada. Atención alterada. Funciones Ejecutivas muy alteradas. Memoria de trabajo muy alterada. Fluidez verbal y no verbal muy baja. Memoria de codificación alterada. Memoria de evocación espontánea muy alterada; con pistas es un poco mejor.	Actividad lenta global en ritmo delta, funcionalidad en delta-theta fronto-temporal, mejor hacia hemisferio derecho.
7	87	mujer	Demencia Mixta	Alteración Leve	Normal	Orientación con alteración muy leve. Atención con alteración muy leve. Funciones Ejecutivas con alteraciones muy leves. Memoria de trabajo conservada. Fluidez verbal semántica y no verbal muy baja; fonológica mejor conservada. Memoria de codificación con alteraciones leves. Memoria de evocación espontánea con alteraciones, memoria visual más conservada.	Actividad alfa posterior en ritmos promedio, hacia regiones anteriores frontales ritmos alfa-beta lentos que llegan hasta parieto-occipital.
8	74	hombre	DCL	Alteración Leve	Normal	Orientación conservada. Atención con alteración leve. Funciones Ejecutivas con alteración leve. Memoria de trabajo con alteración leve. Fluidez verbal y no verbal muy baja. Memoria de codificación visual y verbal conservada. Memoria de evocación verbal conservada, visual con alteraciones.	Actividad enlentecida en regiones occipitales, ritmo alfa 11 hasta theta 6. Predominio lento a derecha sin difusión hacia regiones anteriores.
9	78	mujer	Alzheimer	Alteración Leve	Sospecha Patológica	Orientación con alteraciones leves. Atención conservada. Funciones Ejecutivas con alteraciones muy leves. Memoria de trabajo con alteraciones leves. Fluidez semántica muy baja, fonológica y no verbal más conservada. Memoria de codificación alterada. Memoria de evocación muy alterado en todas las modalidades.	Actividad lenta posterior en ritmos theta delta que llega hasta regiones parietales-temporales. Ritmos frontales aceptables en beta de 14-18 hz.
10	85	hombre	Alzheimer	Alteración Severa	Sospecha Patológica	Orientación conservada. Atención con alteración leve. Funciones Ejecutivas alteradas. Memoria de trabajo con alteraciones leves. Fluidez verbal y no verbal muy baja. Memoria de codificación alterada. Memoria de evocación muy alterada (pistas no ayudan, visual más alterada).	Actividad lenta, delta occipital severo con referencia hacia frontales en hemisferio izquierdo. Mejor actividad fronto-parietal derecho llega al alfa 10 frontal-beta 14 parietal derecho.
11	85	mujer		Alteración Severa	Sospecha Patológica	Orientación con alteraciones leves. Atención con alteración. Funciones Ejecutivas con alteración leve. Memoria de trabajo muy alterada. Fluidez verbal y no verbal muy baja. Memoria de codificación muy alterada. Memoria de evocación ausente en todas las modalidades.	Actividad lenta en regiones posteriores, delta a izquierda alfa lento (9 a derecho). La actividad lenta llega hasta regiones frontales con delta-theta en hemisferio izquierdo. Funcionamiento alfa en 9 occipito parietal derecho.
12	87	mujer	Alzheimer	Alteración Severa	Sospecha Patológica	Orientación con alteración leve. Atención alterada. Funciones Ejecutivas alteradas. Memoria de trabajo muy alterada. Fluidez verbal y no verbal muy baja. Memoria de codificación muy alterada. Memoria de evocación ausente en todas las modalidades.	Actividad muy lenta en ritmos delta hacia regiones anteriores, ocasional actividad alfa bajo hacia frontal derecho.

la atención la presencia de diagnósticos presuntivos de Demencia que luego de la evaluación neuropsicológica resultaron en DCL.

Al hablar de las funciones cognitivas afectadas, se observa que, la orientación se conserva en más del 40%; el resto presenta alteraciones que varían de leves a severas. Los casos más críticos se asocian con Alzheimer avanzado. La atención se observa muy alterada en un tercio de los pacientes especialmente en etapas avanzadas de deterioro cognitivo; sin embargo, algunos casos de DCL presentan alteraciones leves. La fluidez verbal y no verbal es consistentemente baja en la mayoría de los pacientes, con mejor conservación en tareas fonológicas que en semánticas. Esto sugiere una afectación diferencial en las regiones temporales y frontales.

En cuanto a las funciones ejecutivas, cerca del 42% de los pacientes tienen alteraciones severas, con problemas específicos en control inhibitorio y planificación. Las alteraciones leves son más frecuentes en etapas iniciales del deterioro. Dentro de este punto, el 50% de los pacientes tienen memoria de trabajo muy alterada o ausente, mientras que solo un pequeño porcentaje la conserva. Esto refleja la progresión del daño en regiones frontales.

Finalmente, la memoria de codificación está alterada en el 33% de los casos y muy alterada en 33% más, mientras que la de evocación muestra alteraciones severas en el 66% de los pacientes. Los déficits son más pronunciados en Alzheimer y demencias mixtas.

Análisis clínico del EEG

En todos los registros, el análisis clínico del trazado EEG mostró un patrón de enlentecimiento generalizado del ritmo basal. Con actividad posterior en frecuencia hacia el alfa de 8 Hz asociado con difusión del ritmo en esta frecuencia hacia las regiones anteriores. Llamó la atención que los ritmos theta se entremezclaron con actividad alfa hacia regiones centro-parietales y temporales; así como la presencia de ritmos beta menos marcados hacia las regiones frontales. Estos cambios en el análisis clínico son llamativos, en general se reportan como hallazgos generales en los estudios EEG.

Análisis cuantitativo del EEG

La tabla 2 resume los hallazgos del EEG cuantitativo del ritmo alfa, este análisis muestra que los valores medios para el ritmo alfa llegan alrededor de 9Hz, con difusión hacia las regiones frontales; estos hallazgos sugieren un enlentecimiento general del ritmo global. Esto sugiere una correlación general con los déficits neuropsicológicos específicos descritos en la Tabla 1.

La tabla 3 resume los hallazgos del EEG cuantitativo para las frecuencias delta, theta y beta. Llama la atención la tendencia a una presencia global de ritmos muy lentos; los delta se acercan al promedio de 2Hz, el theta hacia los

Tabla 2. Descripción del ritmo alfa en el EEG cuantitativo.

NRO Paciente	Promedio	Desviación Estándar	Promedio	Desviación Estándar
1	9,9094	0,2177	9,9611	0,2456
2	9,7625	0,3442		
3	9,9617	0,1757		
4	9,9069	0,2335		
5	ND	ND		
6	9,934	0,1631		
7	10,12	0,1545		
8	10,0275	0,3067		
9	10,1285	0,21		
10	9,96	0,2278		
11	10,0028	0,1939		
12	9,8147	0,2218		

Tabla 3. Descripción del estudio cuantitativo de EEG en ondas Delta, Theta y Beta

NRO Paciente	Onda Delta (Hz)	Onda Theta (Hz)	Onda Beta (Hz)
1	2,8744 ± 0,115	5,8203 ± 0,1946	16,1484 ± 0,2917
2	2,8047 ± 0,1336	6,0406 ± 0,2405	16,2038 ± 0,2941
3	2,795 ± 0,1322	5,76 ± 0,2023	16,164 ± 0,2277
4	2,7988 ± 0,0958	5,8452 ± 0,212	16,1273 ± 0,2033
5	ND	ND	ND
6	2,8037 ± 0,0848	5,795 ± 0,1858	16,1217 ± 0,1732
7	2,8388 ± 0,0829	5,7631 ± 0,1606	16,1825 ± 0,1447
8	2,8216 ± 0,1322	5,7575 ± 0,2343	16,0434 ± 0,1941
9	2,8042 ± 0,1196	5,6829 ± 0,2509	16,0133 ± 0,2396
10	2,9337 ± 0,142	5,8006 ± 0,1641	15,8875 ± 0,2706
11	2,8828 ± 0,0911	6,1441 ± 0,2427	16,0556 ± 0,2767
12	2,9387 ± 0,1416	5,8122 ± 0,2026	16,2334 ± 0,2121

5,5 Hz y los ritmos beta tienen promedios de 16Hz. Estos hallazgos corroboran la lectura clínica del EEG con una ventaja importante, pues permiten más allá de la lectura analítica humana la valoración cuantitativa que puede convertirse en herramienta importante de seguimiento, terapéutica y apoyo diagnóstico junto con el análisis de los hallazgos clínicos y neuropsicológicos.

Al correlacionar los hallazgos de los instrumentos aplicados a los pacientes en este estudio, se destaca una excelente concordancia entre el análisis detallado de los resultados neuropsicológicos y su comparación con los datos obtenidos mediante EEG, como se muestra en la Tabla 1. Este análisis multidimensional permitió identificar relaciones entre las funciones cognitivas y los déficits específicos en cada paciente. Este enfoque comparativo, multidimensional e interdisciplinar, constituye una herramienta valiosa para personalizar las intervenciones terapéuticas, la estimulación neurocognitiva e incluso el uso de fármacos. A partir de esta perspectiva, se propone diseñar planes de tratamiento individualizados. Por ejemplo, los pacientes con mayor afectación en la región frontal y sus correlatos anatómicos podrían beneficiarse de terapias enfocadas en mejorar las funciones ejecutivas, mientras que aquellos con mayor compromiso en las regiones temporales y parietales podrían recibir estrategias de estimulación cognitiva dirigidas a las áreas del lenguaje, las funciones asociativas parieto-temporales y las zonas de asociación parieto-occipito-temporal.

Discusión

La evaluación neuropsicológica es un pilar fundamental para determinar el perfil cognitivo de los pacientes con sospecha de deterioro cognitivo. A través de esta metodología, se pueden identificar patrones específicos de alteraciones funcionales, lo que permite una comprensión más profunda de las áreas afectadas. Estudios recientes han demostrado que las evaluaciones neuropsicológicas detalladas ofrecen mayor sensibilidad y especificidad en comparación con herramientas de cribado más simples, especialmente en etapas tempranas de deterioro cognitivo.^{10,14} Estas pruebas son esenciales no solo para clasificar el grado de compromiso cognitivo, sino también para orientar estrategias de intervención y seguimiento.

La utilidad de una evaluación neuropsicológica personalizada y de calidad, radica en su capacidad para aportar evidencia objetiva y detallada que sustente el diagnóstico clínico. Instrumentos de evaluación neuropsicológica como el Neuropsi y subsecuentes versiones, así como otros tests de evaluación avanzada permiten distinguir entre diferentes condiciones neurológicas, como el deterioro cognitivo leve (DCL) y las demencias, proporcionando un marco robusto para el diagnóstico diferencial.¹⁶ Además, esta aproximación facilita la identificación de déficits específicos, como la memoria episódica y las funciones ejecutivas, que son marcadores diferenciales importantes para diversas patologías neurodegenerativas.¹⁷

Es importante señalar que herramientas de cribado como el Mini-Mental State Examination (MMSE), aunque ampliamente utilizadas por su rapidez y facilidad de aplicación, presentan limitaciones significativas al momento de discriminar entre pacientes con DCL y aquellos con demencia.^{13,18,19} Estas herramientas tienden a ser insensibles a los déficits cognitivos sutiles y a menudo no detectan alteraciones específicas que pueden ser críticas para el diagnóstico temprano. Estudios han indicado que el MMSE tiene una alta tasa de falsos negativos, subrayando la necesidad de utilizar evaluaciones más integrales para obtener resultados precisos.^{20,21} También es importante destacar que al momento actual, herramientas como el MMSE tienen limitaciones importantes a la hora de realizar un análisis más pormenorizado de regiones, áreas y funciones cognitivas alteradas en los pacientes con demencia, lo que limita la posibilidad de utilizarla como guía para una terapéutica personalizada.

La personalización en la evaluación neuropsicológica se posiciona como una estrategia clave para mejorar la precisión diagnóstica y la planificación terapéutica. Adaptar la batería de pruebas a las necesidades del paciente no solo permite una evaluación más exacta de las capacidades cognitivas, sino que también favorece una mejor comunicación de los resultados al equipo clínico y a las familias.²² Esta aproximación centrada en el paciente es especialmente valiosa en contextos donde las

diferencias culturales y educativas pueden influir en el desempeño en las pruebas estandarizadas.²³

En complemento a la evaluación neuropsicológica, los avances en electroencefalografía cuantitativa (qEEG) han abierto nuevas posibilidades en el diagnóstico, especialmente en el ámbito de las alteraciones cognitivas y conductuales. Varios estudios se han realizado, pero históricamente se menciona que la demencia, en particular la de tipo Alzheimer se relaciona con anomalías en el EEG, destacando un enlentecimiento anómalo de las ondas cerebrales en estos pacientes.²⁴ Algunos reportes señalan además que la frecuencia dominante posterior media disminuye 0,08 Hz por año de edad a lo largo de los 60 años;²⁵ en nuestro estudio encontramos que el análisis espectral de la frecuencia alfa disminuye en las regiones occipitales, acercándose al espectro de los 8Hz además de que presenta una “difusión” hacia las regiones anteriores; el análisis espectral global muestra también que el predominio de ritmos theta llega incluso hacia las regiones frontales.

Aunque la disminución de la frecuencia posterior se describe como un hallazgo poco específico ya que acompaña al envejecimiento y al parecer no permite diferenciar ningún trastorno en particular, ha sido un signo electroencefalográfico común descrito en muchas afecciones que evolucionan a alteraciones cognitivas y se encuentra con frecuencia en individuos con Enfermedad de Alzheimer. Se ha descrito una buena correlación entre el grado de anomalía del EEG y el deterioro cognitivo en la literatura. En el presente estudio la búsqueda estuvo orientada al análisis espectral del qEEG considerando la propuesta de Raicher et al, quienes publicaron un estudio en el que lo proponen como una herramienta independiente para realizar seguimiento de la enfermedad de Alzheimer después de la medicación.⁹ En el caso del presente proyecto se complementó este análisis para tratar de establecer un correlato entre este tipo de herramientas y la evaluación neuropsicológica de los pacientes para aportar en el diagnóstico más certero.

El uso de esta herramienta tecnológica se definió con el objetivo de colaborar en el conocimiento y aplicabilidad del EEG como un biomarcador en el apoyo del diagnóstico, utilizando las ciencias computacionales y la tecnología de análisis cuantitativo comparándola con la lectura del médico neurofisiólogo, considerando la accesibilidad y sobre todo el menor daño posible a los pacientes. Se ha podido demostrar una buena correlación entre el análisis clínico y cuantitativo del qEEG, con el objetivo de iniciar estudios de este tipo en el país y aportar como grupo de investigación al afinamiento de esta tecnología también en el seguimiento de los pacientes con demencia.

Finalmente, en recientes publicaciones, se sugiere el uso del qEEG como herramienta fiable para el diagnóstico diferencial entre la demencia tipo Alzheimer y las

sinucleinopatías;²⁶ hallazgos valiosos para el avance del uso apropiado de esta tecnología en contextos multidisciplinarios en beneficio de los pacientes.

Limitaciones del estudio y futuras direcciones

Este estudio se enfrentó a limitaciones relacionadas con el tamaño muestral, lo que podría influir en la generalización de los resultados. Además, la variabilidad en los niveles educativos y culturales de los pacientes puede haber afectado su desempeño en las pruebas neuropsicológicas. Para futuras investigaciones, sería recomendable realizar estudios longitudinales con cohortes más amplias y diversas, integrando tecnologías avanzadas para el análisis del qEEG y su correlación con marcadores clínicos.

Conclusiones

El presente estudio subraya la necesidad de integrar herramientas como la evaluación neuropsicológica personalizada y el análisis avanzado del qEEG para mejorar la precisión diagnóstica y optimizar las estrategias terapéuticas en enfermedades neurodegenerativas. Esta combinación, al centrarse en las necesidades individuales de los pacientes, favorece la implementación de intervenciones personalizadas basadas en biomarcadores objetivos.

En contextos como el ecuatoriano, donde el acceso a tecnologías avanzadas puede ser limitado, el qEEG se presenta como una herramienta accesible, de bajo costo y mínimo riesgo, con gran potencial para apoyar el diagnóstico y seguimiento de pacientes con demencia. Su uso en estas circunstancias representa una alternativa eficiente que responde a las restricciones tecnológicas locales, ampliando las posibilidades de atención en regiones vulnerables.

Además, este trabajo destaca la importancia de la colaboración interprofesional entre neuropsicología, neurología y ciencias computacionales. Este enfoque integral no solo mejora la precisión diagnóstica, sino que también facilita el diseño de terapias personalizadas más efectivas, consolidando así la práctica de la medicina centrada en el paciente.

Por último, la estimulación neurocognitiva, orientada a preservar la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes con demencia, refuerza su dignidad al proporcionarles un cuidado individualizado. La intervención multidisciplinaria se convierte en una piedra angular para la implementación de procesos de atención que respondan a las necesidades específicas de cada paciente, especialmente aquellos en situaciones de vulnerabilidad.

Este enfoque integrador y personalizado establece un estándar innovador para la atención de pacientes con demencia, promoviendo un impacto positivo en su calidad de vida y dignidad, incluso en entornos con recursos limitados.

Referencias

1. Bloom DE, Chatterji S, Kowal P, Lloyd-Sherlock P, McKee M, Rechel B, et al. Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses. *Lancet*. 2015;385(9968):649-57. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61464-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61464-1)
2. Livingston G, Huntley J, Sommerlad A, Ames D, Ballard C, Banerjee S, et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet*. 2020;396(10248):413-46. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30367-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30367-6)
3. Nichols E, Steinmetz JD, Vollset SE, Fukutaki K, Chalek J, Abd-Allah F, et al. Estimation of the global prevalence of dementia in 2019 and forecasted prevalence in 2050: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Public Health*. 2022;7(2):e105-25. [https://doi.org/10.1016/s2468-2667\(21\)00249-8](https://doi.org/10.1016/s2468-2667(21)00249-8)
4. Pardi PC, Santos GAA, Silva Gois JC, Braz Jr RG, Olave E. Biomarcadores y marcadores de imagen de la enfermedad de Alzheimer. *Int J Morphol*. 2017;35(3):864-9. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000300011>
5. Cassani R, Estarellas M, San-Martin R, Fraga FJ, Falk TH. Systematic review on resting-state EEG for Alzheimer's disease diagnosis and progression assessment. *Dis Markers*. 2018;2018:5174815. <https://doi.org/10.1155/2018/5174815>
6. Livint Popa L, Dragos H, Pantelemon C, Verisezan Rosu O, Strilciuc S. The Role of Quantitative EEG in the Diagnosis of Neuropsychiatric Disorders. **J Med Life**. 2020;13(1):8-15. <https://doi.org/10.25122/jml-2019-0085>
7. Babiloni C, Lopez S, Del Percio C, Noce G, Pascarelli MT, Lizio R, et al. Resting-state posterior alpha rhythms are abnormal in subjective memory complaint seniors with preclinical Alzheimer's neuropathology and high education level: the INSIGHT-preAD study. *Neurobiol Aging*. 2020;90:43-59. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2020.01.012>
8. Zawislak-Fornagiel K, et al. Quantitative EEG spectral and connectivity analysis for cognitive decline in amnesic mild cognitive impairment. *J Alzheimers Dis*. 2024;97(3):1235-47. <https://doi.org/10.3233/JAD-230485>
9. Raicher I, Takahashi DY, Kanda PAM, Nitrini R, Anghinah R. qEEG spectral peak in Alzheimer's disease: A possible tool for treatment follow-up. *Dement Neuropsychol*. 2008;2(1):9-12. <https://doi.org/10.1590/S1980-57642009DN20100003>
10. Babiloni C, Güntekin B, Yener G, Del Percio C. qEEG methods to probe abnormal brain rhythms related to quiet vigilance in patients with dementia due to Alzheimer's, Parkinson's, and Lewy body diseases. In: Valeriani M, de Tommaso M, editors. **Psychophysiology methods**. New York, NY: Humana; 2024. p. (Neuromethods; vol. 206). https://doi.org/10.1007/978-1-0716-3545-2_4

11. Prichep LS, John ER, Ferris SH, Reisberg B, Almas M, Alper K, Cancro R. Quantitative EEG correlates of cognitive deterioration in the elderly. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1994;90(4):296-303. [https://doi.org/10.1016/0197-4580\(94\)90147-3](https://doi.org/10.1016/0197-4580(94)90147-3).
12. Hernández-Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio MP. Metodología de la investigación. 6th ed. México: McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.; 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
13. Reyes de Beaman S, Beaman PE, Garcia-Peña C, Villa MA, Heres J, Córdova A, et al. Validation of a Modified Version of the Mini-Mental State Examination (MMSE) in Spanish. *Aging Neuropsychol Cogn*. 2004;11(1):1-11. <https://doi.org/10.1076/anec.11.1.1.29366>
14. Ostrosky-Solís F, Gómez ME, Matute E, Rosselli M, Ardila A, Pineda D. NEUROPSI / Atención y Memoria. 2nd ed. (6 a 85 años) (Prueba Completa). México: Editorial Manual Moderno; 2012.
15. Rosén I. Electroencephalography as a diagnostic tool in dementia: a review. **Acta Neurol Scand**. 1996;94:63-70. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1996.tb00376.x>
16. Julio-Ramos T, Mora-Castelleto V, Foncea-González C, Adames-Valencia C, Cigarroa I, Méndez-Orellana C, et al. Diagnóstico neuropsicológico diferencial en enfermedad de Alzheimer y demencia por cuerpos de Lewy: una revisión sistemática. *Neurología*. 2024. ISSN 0213-4853. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2023.03.006>.
17. Ibáñez A, Slachevsky A, Serrano C. Manual de Buenas Prácticas para el Diagnóstico de Demencias. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo (BID) / Fundación INECO; 2020.
18. Estrada-Orozco K. Rendimiento diagnóstico de Mini-mental frente al DSM-5 en trastorno cognitivo: experiencia de una cohorte en Colombia. *Rev Ecuat Neurol*. 2018;27(3):25-30.
19. Rojas-Gualdrón DF, Segura CA, Cardona AD, Segura CA, Garzón DM. Análisis Rasch del Mini Mental State Examination (MMSE) en adultos mayores de Antioquia, Colombia. *Rev CES Psico*. 2017;10(2):17-27. <http://doi.org/10.21615/cesp.10.2.2>
20. Ranson JM, Kuźma E, Hamilton W, Muniz-Terrera G, Langa KM, Llewellyn DJ. Predictors of dementia misclassification when using brief cognitive assessments. *Neurol Clin Pract*. 2019;9(2):109-117. <https://doi.org/10.1212/CPJ.0000000000000566>.
21. Soto-Añari M, Belón-Hercilla MV. Indicadores de sensibilidad y especificidad para dos puntos de corte del Mini Mental State. *Rev Neuropsiquiatr*. 2017;80(2):134-140. <http://dx.doi.org/10.20453/rnp.v80i2.3089>
22. Casaletto KB, Heaton RK. Neuropsychological Assessment: Past and Future. *J Int Neuropsychol Soc*. 2017;23(9-10):778-90. <http://doi.org/10.1017/S1355617717001060>
23. Braun M, Tupper D, Kaufmann P, McCrea M, Postal K, Westerveld M, Wills K, Deer T. Neuropsychological assessment: A valuable tool in the diagnosis and management of neurological, neurodevelopmental, medical, and psychiatric disorders. *Cogn Behav Neurol*. 2011;24:107-14. <https://doi.org/10.1097/WNN.0b013e3182351289>
24. Giaquinto S, Nolfé G. The EEG in the normal elderly: a contribution to the interpretation of aging and dementia. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1986;63(6):540-6. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(86\)90141-0](https://doi.org/10.1016/0013-4694(86)90141-0)
25. Arenas AM, Brenner RP, Reynolds CF. Temporal slowing in the elderly revisited. *Am J EEG Technol*. 1986;26(2):105-14. <https://doi.org/10.1080/00029238.1986.11080192>.
26. Burelo M, Bray J, Gulka O, Firbank M, Taylor JP, Platt B. Advanced qEEG analyses discriminate between dementia subtypes. *J Neurosci Methods*. 2024;409:110195. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2024.110195>