Perfiles de salud cerebral y determinantes sociales en adultos de San Juan

Márquez, Fernando[1]; D'Angelo, Martina[2]; Bollati, María[3]
Facultad de Ciencias Médicas - Sede San Juan
Universidad Católica de Cuyo - Argentina

Resumen

La salud cerebral integra factores biológicos, conductuales y sociales que influyen en el bienestar cognitivo. El objetivo de este trabajo fue identificar perfiles diferenciados de salud cerebral en adultos de San Juan mediante técnicas de clustering y explorar su relación con determinantes sociales, comorbilidades y desempeño cognitivo.

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal utilizando datos secundarios del programa Neuromentia (UCCuyo, 2023). La muestra incluyó 639 adultos ≥40 años. Se analizaron variables sociodemográficas, hábitos de salud cerebral (CHSC), cognición (ACE-III, IFS), quejas subjetivas de memoria (CQC) y salud mental (GDS-15). Se aplicó el algoritmo K-means sobre cinco dimensiones del CHSC, y los clusters se caracterizaron mediante pruebas chi-cuadrado y Kruskal–Wallis. Se identificaron tres perfiles. El perfil saludable presentó mayor actividad física, mental y social, mayor nivel educativo (mediana = 12 años; $p < 0.001$), predominio de residencia en el Gran San Juan (86.9 %) y mejores condiciones habitacionales. El perfil intermedio se caracterizó por buena calidad de sueño, pero menor estimulación cognitiva y social. El perfil vulnerable, integrado por participantes más jóvenes (mediana = 58 años; $p < 0.001$), mostró menor educación (mediana = 7 años) y mayor precariedad habitacional (42.4 %; $p < 0.001$). Se observaron diferencias significativas en cognición (ACE-III, $p = 0.001$), funciones ejecutivas (IFS, $p = 0.003$) y síntomas depresivos (GDS-15, $p < 0.001$). Los resultados evidencian asociaciones consistentes entre determinantes sociales, hábitos de vida y rendimiento cognitivo. Estas diferencias refuerzan la necesidad de estrategias de prevención orientadas al fortalecimiento de los determinantes sociales de la salud y la promoción de estilos de vida protectores para preservar la salud cerebral en la población adulta.

Palabras clave: salud cerebral; clustering; determinantes sociales; hábitos saludables

Abstract

Brain health integrates biological, behavioral, and social factors that influence cognitive well-being. The aim of this study was to identify differentiated brain health profiles among adults in San Juan using clustering techniques, and to examine their associations with social determinants, comorbidities, and cognitive performance.

A cross-sectional, observational, descriptive study was conducted using secondary data from the Neuromentia program (UCCuyo, 2023). The sample included 639 adults aged ≥40 years. Sociodemographic variables, brain health habits (CHSC), cognition (ACE-III, IFS), subjective cognitive complaints (CQC), and mental health (GDS-15) were analyzed. K-means clustering was applied to five CHSC dimensions, and clusters were characterized using chi-square and Kruskal–Wallis tests.

Three profiles were identified. The healthy profile showed higher physical, mental, and social acti-

[1] Dr. Fernando Márquez: Médico neurólogo con Fellowship en Neurorrehabilitación (FLENI) y formación en Ciencia de Datos (ACAMICA). Investigador y docente en neurología y neuropsicologia, con experiencia en aprendizaje automático aplicado a la salud cerebral y neurorrehabilitación. https://orcid.org/

[2] Martina M. D'Angelo Rocchetti: Estudiante avanzada de Medicina en la Universidad Católica de Cuyo. Formación complementaria en Buenas Prácticas Clínicas (ICH-GCP). https://orcid.org/0009-0006-0528-4913

[3] María V. Bollati: Estudiante avanzada de Medicina en la Universidad Católica de Cuyo. Formación complementaria en Buenas Prácticas Clínicas (ICH-GCP). https://orcid.org/0009-0004-8203-9183

ÍNDICE

vity, the highest educational attainment (median = 12 years; $p < 0.001$), predominance of residence in the Greater San Juan area (86.9%), and more favorable housing conditions. The intermediate profile presented good sleep quality but lower cognitive and social stimulation. The vulnerable profile consisted of younger participants (median = 58 years; $p < 0.001$) with lower educational levels (median = 7 years) and greater housing precariousness (42.4%; $p < 0.001$). Significant differences were also observed in global cognition (ACE-III, $p = 0.001$), executive functioning (IFS, $p = 0.003$), and depressive symptoms (GDS-15, $p < 0.001$).

Overall, findings demonstrate consistent associations between social determinants, lifestyle habits, and cognitive outcomes. These results highlight the need for prevention strategies centered on strengthening social determinants of health and promoting protective lifestyle behaviors to support brain health in the adult population.

Keywords: brain health; clustering; social determinants; healthy habits

Introducción

La salud cerebral, según la definición propuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), constituye un estado de funcionamiento óptimo del cerebro que permite desarrollar plenamente las capacidades cognitivas, emocionales y motoras a lo largo de la vida, independientemente de la presencia de enfermedades neurológicas (1). Este concepto integral reconoce la interacción de múltiples determinantes biológicos, psicológicos, sociales y ambientales que influyen sobre el bienestar cerebral, y promueve estrategias preventivas y de promoción de la salud basadas en un enfoque personalizado y equitativo.

Diversas investigaciones han demostrado que factores relacionados con el estilo de vida —como la práctica regular de actividad física, el descanso adecuado, una alimentación equilibrada, la estimulación cognitiva y las relaciones sociales activas— ejercen un efecto protector frente al deterioro cognitivo y la demencia, incluso en personas con predisposición genética (2, 3, 18). A su vez, los determinantes sociales, entre ellos el nivel educativo, las condiciones económicas y el entorno psicosocial, han mostrado una asociación significativa con las trayectorias cognitivas y el envejecimiento cerebral (4, 5). La Comisión Lancet sobre demencia (2024) estimó que hasta un 45% de los casos podrían prevenirse o retrasarse interviniendo sobre catorce factores modificables, entre ellos la depresión, el aislamiento social, el consumo de alcohol y tabaco, la baja escolaridad y la pobreza (6). En este contexto, las provincias del interior argentino, como San Juan, presentan escenarios de alta desigualdad estructural, donde estos factores suelen coexistir y potenciarse.

Nuestra provincia cuenta con aproximadamente un 11 % de población mayor de 60 años según el Censo 2022. Sin embargo, la información local sobre salud cerebral y envejecimiento cognitivo es escasa. En este contexto surgió el programa Neuromentia, desarrollado por el Dr Martin Bruno y equipo de la Universidad Católica de Cuyo en 2023, generó la primera base de datos sistematizada de 666 adultos de entre mayores de 40 años. Se realizó mediante evaluaciones en diferentes departamentos de la provincia, aportando una fuente relevante de información sobre el funcionamiento cognitivo, el estado emocional y las condiciones sociales en adultos sanjuaninos en un contexto en el cual el deterioro cognitivo representa un problema de salud pública en expansión. Su progresión hacia formas más graves, como la demencia, impacta de manera directa en la autonomía, la calidad de vida y la carga asistencial familiar. Aunque los estudios neuropsicológicos, los biomarcadores y las neuroimágenes son herramientas diagnósticas valiosas, su aplicación sistemática en atención primaria se ve limitada por los altos costos, la disponibilidad de equipamiento y la necesidad de personal especializado (7, 8). En los últimos años, el desarrollo de métodos de aprendizaje automático (machine learning) ha permitido abordar grandes volúmenes de datos heterogéneos para detectar patrones sutiles de riesgo y salud cerebral (9–11). Sin embargo, la mayoría de los modelos actuales dependen de información compleja o costosa, lo que restringe su aplicabilidad en contextos reales de salud pública (12, 13).

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto general “Estimación del riesgo de deterioro cognitivo y perfiles de salud cerebral mediante inteligencia artificial en adultos de la provincia de San Juan”, y tuvo como objetivo general identificar perfiles diferenciados de salud cerebral mediante técnicas de análisis de conglomerados (clustering), explorando su asociación con datos

demográficos, determinantes sociales de la salud, condiciones clínicas, cognitivas, determinantes sociales**.** Los objetivos específicos se centraron en, por un lado, caracterizar perfiles mediante el Cuestionario de Hábitos y Salud Cerebral (CHSC, escala validada por la Dra. Luciana Vita y validada en Congresos) (23) evaluar las diferencias entre los grupos en relación a variables sociodemográficas, cognitivas y de salud mental mediante la escala Examen Cognitivo de Addenbrooke-III (ACE-III) (24), el INECO Frontal Screening (IFS) (25) y la "Escala de Deterioro Global" (GDS) (26), como así también variables clínicas y determinantes sociales de la salud; y por el otro, analizar correlaciones entre los dominios y el Índice Global de Salud Cerebral. Se planteó como hipótesis que es posible reconocer perfiles de salud cerebral diferenciados en la población adulta de San Juan, y que las variables asociadas al estilo de vida y las condiciones socioeconómicas contribuyen a gran parte de la variabilidad observada entre ellos. Los resultados se orientan a contribuir con evidencia contextualizada para la planificación de estrategias locales de promoción y prevención en salud cerebral, en concordancia con las recomendaciones internacionales sobre equidad en salud mental y medicina personalizada.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y de corte transversal, basado en el análisis de datos provenientes del programa Neuromentia, desarrollado por el Instituto de Ciencias Biomédicas y el Instituto de Investigación en Psicología Básica y Aplicada, de la Facultad de Ciencias Médicas y de Filosofía y Humanidades respectivamente de la Universidad Católica de Cuyo, durante el año 2023). La base de datos original de Neuromentia incluyó 666 participantes adultos. Los criterios de inclusión fueron: adultos mayores de 40 años, de ambos géneros, residentes en distintos departamentos de la provincia de San Juan, durante septiembre de 2023 y febrero de 2024, en áreas urbanas y periféricas de San Juan, que hayan sido evaluados con el CHSC (23) completo y con el ACE III (24) y hayan firmado el consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron: personas menores de 40 años, que no hayan sido convocados por los medios antes descritos, sin evaluación completa del CHSC y con más del 20% de datos faltantes en las variables de interés. La evaluación fue realizada por equipos interdisciplinarios (medicina, psicología, neuropsicología y enfermería), previamente capacitados uniformemente en la plataforma Neuromentia y que aprobaron el examen correspondiente. La convocatoria se realizó mediante redes sociales, instituciones de salud y el método de "bola de nieve".

Las variables analizadas incluyeron aquellas registradas en el proyecto Neuromentia: datos sociodemográficos (edad, grupo etario segun la OMS, estado civil, género, nivel educativo, zona de residencia y ocupación previa) y hábitos de vida (nivel de actividad física, duración y calidad del sueño, frecuencia de alimentación saludable, contacto social y actividad mental) con la escala CHSC (23); evaluación cognitiva mediante el test estandarizados ACE-III (24), IFS (25), el Trail Making Test (Test de Trazado de Trayectos - TMT) (27) y el Cuestionario de Quejas Cognitivas (CQC) (28); nivel de síntomas depresivos a través de la escala validada para depresión GDS-15 (26); recursos socioeconómicos y determinantes sociales de la salud (entorno, relaciones sociales, situación económica, condiciones de vivienda y acceso a servicios básicos.). El punto de corte del ACE III (24) se estableció según el siguiente criterio educativo: para individuos con un bajo nivel educativo, se consideró deterioro cognitivo un puntaje menor a 68; para aquellos con buen nivel educativo, el punto de corte fue menor a 85.

Para poder realizar el análisis de clustering, se preprocesaron las variables del CHSC (23) para convertirlas a valores numéricos. Las preguntas de respuestas múltiples se convirtieron en listas y luego en variables dicotómicas para cada opción mediante el método One-Hot Encoding (técnica para convertir variables categóricas en un formato numérico binario que los modelos de aprendizaje automático pueden procesar). Se crearon scores combinados para actividad física (sumatoria de puntajes en todas las preguntas actividad física), alimentación saludable (sumatoria frecuencia), contacto social (sumatoria Contacto con amigos, familiares y actividades sociales), sueño (sumatoria calidad del sueño) y actividad mental (participación en actividades cognitivas y culturales), y se generó un índice global de hábitos saludables combinando todas las dimensiones, las cuales, al igual que el índice fueron estandarizados con StandardScaler. En los casos donde se encontraron valores faltantes se imputaron con la mediana.

Se aplicó K-Means sobre las cinco dimensiones estandarizadas de hábitos saludables para iden-

tificar patrones. El número óptimo de clusters se determinó con el método del codo mediante la exploración de diferentes valores de k (de 2 a 10) y el índice de Silhouette. Cada cluster se caracterizó según demografía, cognición, hábitos, salud mental y determinantes sociales. Se utilizó el algoritmo Principal Component Analysis (PCA) y UMAP para la reducción de dimensionalidad con el objetivo de graficar los clusters.

Posteriormente, los perfiles resultantes fueron caracterizados según los valores de la mediana de cada variable dentro de cada cluster, comparándolos mediante pruebas chi-cuadrado para las variables categóricas y Kruskal-Wallis para las variables numéricas. Luego, se calculó la matriz de correlación para evaluar relaciones entre las dimensiones de hábitos y se generó un mapa de calor para identificar correlaciones.

El análisis de los datos se realizó en Python 3.10 utilizando Pandas, NumPy, SciPy, Scikit-learn, Seaborn, en la interfase Google Collaboratory Notebooks.

Todos los registros fueron anonimizados, los participantes firmaron un consentimiento informado y el estudio cuenta con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la UCCuyo (Protocolo 003/20, 12/05/2020), realizado conforme a los lineamientos de la Declaración de Helsinki.

Resultados

La muestra comprendió 639 participantes tras la exclusión de 21 registros por datos faltantes mayores al 20%, con una mediana de edad de 62 años (rango intercuartílico [56–69]), predominantemente mujeres (79,2%), con una mediana de 9 años de educación formal (rango intercuartílico [7–12]) (ver Tabla 1).

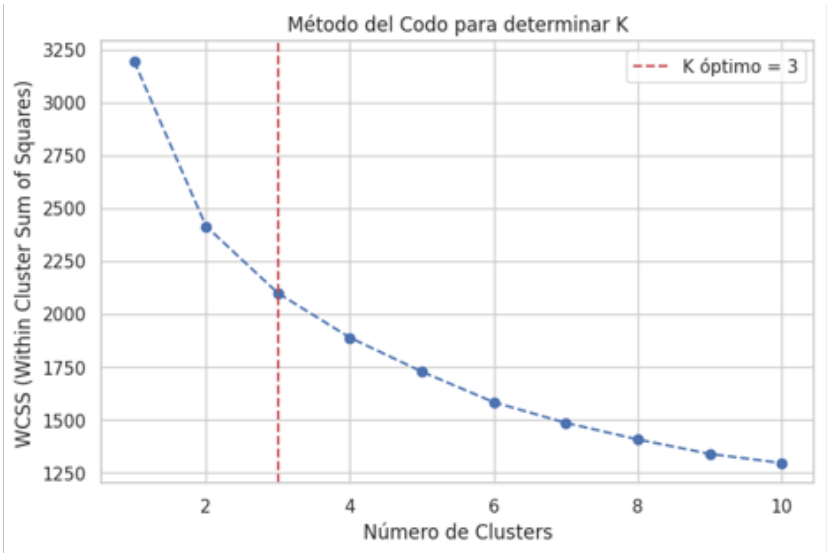
Tabla 1. Datos sociodemográficos, económicos y determinantes sociales de la salud.

		Missing	Overall	0	1	2	P-value	Test
n			639	213	249	177		
edad, *mediana* [Q1,Q3]		0	62.0 [56.0,69.0]	64.0 [58.0,70.0]	64.0 [57.0,70.0]	58.0 [54.0,64.0]	<0.001 Krustal-Wallis	
Género n (%)	Hombre		133 (20.8)	44 (20.7)	60 (24.1)	29 (16.4)	0.154 Chi-squared	
	Mujer		506 (79.2)	169 (79.3)	189 (75.9)	148 (83.6)		
Estado civil n (%)	Casado/en pareja		346 (54.1)	115 (54.0)	124 (49.8)	107 (60.5)	<0.001 Chi-squared	
	None		26 (4.1)	4 (1.9)	21 (8.4)	1 (0.6)		
	Separado/divorciado		103 (16.1)	49 (23.0)	31 (12.4)	23 (13.0)		
	Soltero		63 (9.9)	20 (9.4)	27 (10.8)	16 (9.0)		
	Viudo		101 (15.8)	25 (11.7)	46 (18.5)	30 (16.9)		
Departamento n (%)	Gran San Juan		383 (59.9)	137 (64.3)	150 (60.2)	96 (54.2)	0.700 Chi-squared	
	Periferia		210 (32.9)	57 (26.8)	82 (32.9)	71 (40.1)		
Precariedad habitacional (categórico) n (%)	Baja		219 (34.3)	59 (27.7)	85 (34.1)	75 (42.4)	<0.001 Chi-squared	
	No reportado		26 (4.1)	4 (1.9)	21 (8.4)	1 (0.6)		
	Sin precariedad		394 (61.7)	150 (70.4)	143 (57.4)	101 (57.1)		
Años de estudio *mediana* [Q1,Q3]		0	9.0 [7.0,12.0]	12.0 [7.0,15.0]	7.0 [6.0,12.0]	7.0 [7.0,12.0]	<0.001 Krustal-Wallis	

En cuanto al estado civil, la mayoría de los participantes se encontraban casados o en pareja (54,1 %), seguidos por separados/divorciados (16,1 %), viudos (15,8 %) y solteros (9,9 %). Respecto a la zona de residencia, se encontró que el 82,3 % vivía en áreas urbanas, el 13,6 % en zonas rurales, y un 4,1 % no informó esta variable.

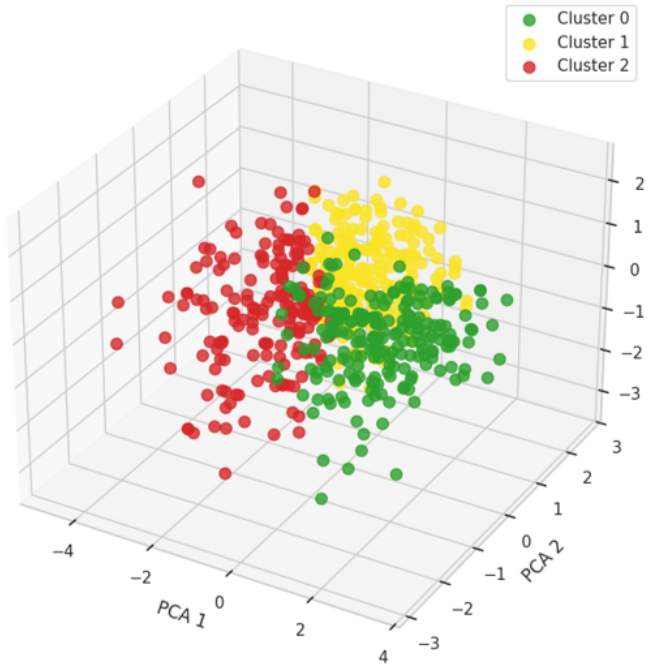
En el análisis de agrupamiento, la curva de la suma de los errores cuadráticos intra-grupo (WCSS) mostró una disminución pronunciada hasta k = 3, a partir del cual las mejoras se estabilizaron, señalando un punto de inflexión claro. En consecuencia, se seleccionó k = 3 como número óptimo de clusters, por representar la estructura más armoniosa y explicativa del conjunto de datos (ver Figura 1).

Figura 1. Método del codo para determinar el número óptimo de cluster según valor de K.



Con el fin de visualizar la estructura y la separación de los grupos identificados, se realizó una reducción de dimensionalidad mediante el Análisis de Componentes Principales (PCA). En la Figura 3 se representa el gráfico tridimensional de los clusters resultantes según el modelo K-means.

Figura 3. Gráfico según algoritmo de Análisis del Componente Principal (PCA) con reducción de dimensionalidad para graficar los clusters.



El gráfico muestra una distribución diferenciada de los tres perfiles de salud cerebral: el perfil saludable (Cluster 0, verde) se concentra en la zona de mayor cohesión, reflejando mayor homogeneidad en los hábitos saludables; el perfil intermedio (Cluster 1, amarillo) ocupa una posición de transición entre ambos extremos; mientras que el perfil vulnerable (Cluster 2, rojo) se dispersa hacia áreas con menores puntuaciones en las dimensiones del CHSC, evidenciando una mayor heterogeneidad conductual. Esta representación respalda visualmente la estabilidad y validez de la clasificación obtenida, al mostrar una separación coherente entre los tres conglomerados identificados. Este modelo permitió identificar trayectorias distintas de riesgo o protección, definidos por los puntajes obtenidos en las dimensiones del Cuestionario de Hábitos Saludables (CHSC) (23). Los tres grupos mostraron diferencias estadísticamente significativas en todos los dominios analizados ($p < 0.001$) (Tabla 2), como así también en cuanto a la edad, educación, antecedentes, cognición, salud mental y determinantes sociales.

TABLA 2. Correlación de clusters con cuestionario de hábitos de salud cerebral.

		Missing	Overall	0	1	2	P-Value	Test
n			639	213	249	177		
CHSC puntaje actividad física, *mediana* **[Q1,Q3]**		0	-0.0 [-0.8,0.7]	0.7 [-0.0,1.5]	0.1 [-0.8,0.7]	-0.8 [-1.3,-0.3]	<0.001	Kruskal-Wallis
CHSC puntaje alimentacion saludable, *mediana* **[Q1,Q3]**		0	0.1 [-0.5,0.7]	0.1 [-0.5,0.7]	0.1 [0.1,0.7]	-1.1 [-1.6,-0.5]	<0.001	Kruskal-Wallis
CHSC puntaje contacto social, *mediana* **[Q1,Q3]**		0	0.3 [-0.8,0.8]	**0.8** [0.3,1.3]	-0.3 [-0.8,0.3]	-0.8 [-1.3,-0.3]	<0.001	Kruskal-Wallis
CHSC puntaje sueño, *mediana* **[Q1,Q3]**		0	0.2 [-0.5,0.9]	0.2 [-0.5,0.9]	0.9 [0.2,0.9]	-0.5 [-1.2,-0.5]	<0.001	Kruskal-Wallis
CHSC puntaje actividad mental, *mediana* **[Q1,Q3]**		0	-0.2 [-0.9,0.9]	0.9 [0.5,1.6]	-0.5 [-0.9,-0.2]	-0.5 [-1.3,0.2]	<0.001	Kruskal-Wallis
CHSC indice hábitos saludables, *mediana* **[Q1,Q3]**		0	0.0 [-0.7,0.7]	1.0 [0.4,1.4]	0.0 [-0.3,0.3]	-1.0 [-1.5,-0.6]	<0.001	Kruskal-Wallis

Cluster 0 (perfil saludable)

Este grupo, que representa el perfil más saludable, obtuvo los puntajes más elevados en la mayoría de los dominios del CHSC. Destacó por una mayor actividad física (mediana = +0.7), alta actividad mental (mediana = +0.9) y amplio contacto social (mediana = +0.8). También presentó valores positivos en alimentación saludable (mediana = +0.1) y calidad del sueño (mediana = +0.2). El índice global de hábitos saludables alcanzó una mediana de +1.0, configurando un patrón integral de conductas protectoras y de estilo de vida activo.

Cluster 1 (perfil intermedio)

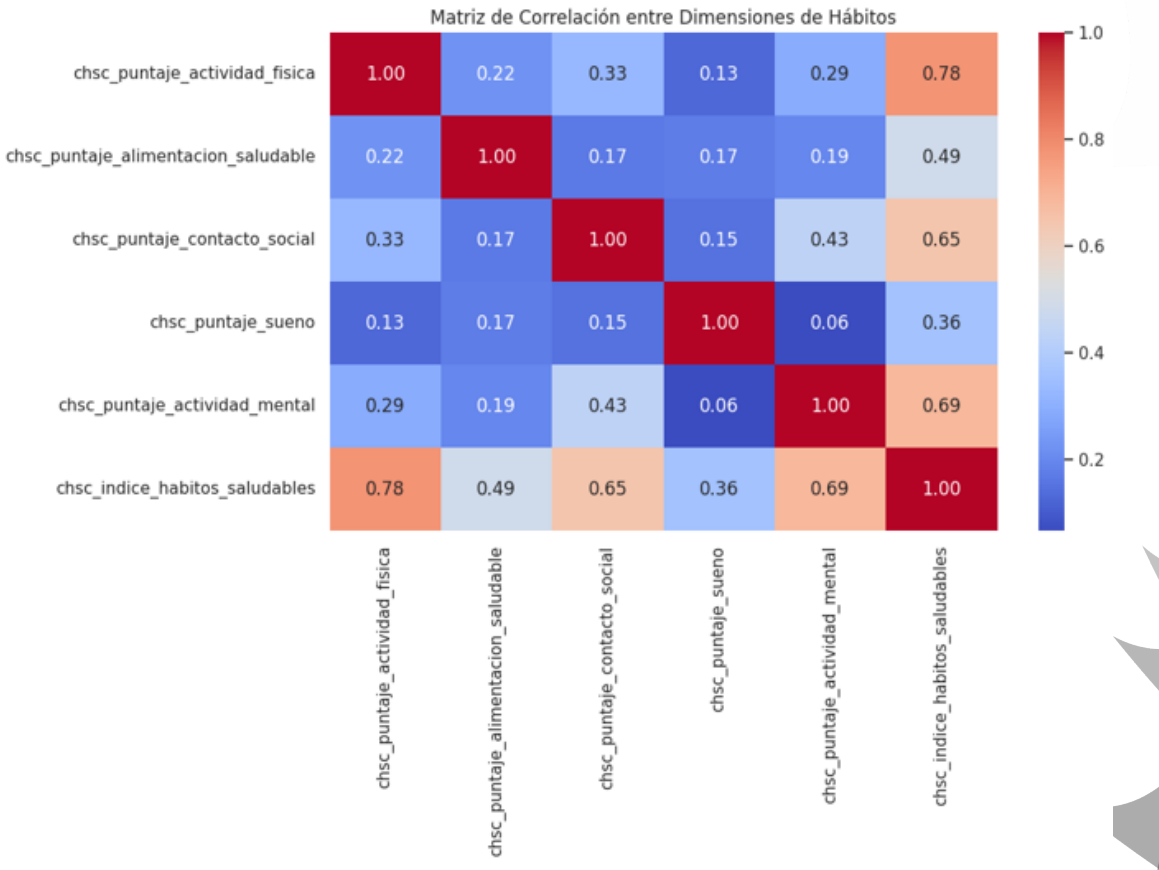
Este grupo evidenció un perfil intermedio, con valores moderados en la mayoría de los dominios. Mostró la mejor calidad de sueño (mediana = +0.9), acompañado de puntajes cercanos a la media en alimentación saludable (mediana = +0.1) y hábitos generales (mediana = 0.0). Sin embargo, registró baja actividad mental (mediana = –0.5) y menor interacción social (mediana = –0.3), sugiriendo un estilo de vida equilibrado pero con limitada estimulación cognitiva. Su índice global de hábitos saludables se mantuvo en torno a la mediana = 0.0.

Cluster 2 (perfil vulnerable)

El perfil vulnerable reunió a los participantes con los puntajes más bajos en todas las dimensiones del CHSC. Presentó escasa actividad física (mediana = –0.8), alimentación deficiente (mediana = –1.1), menor contacto social (mediana = –0.8), baja actividad mental (mediana = –0.5) y peor calidad de sueño (mediana = –0.5). El índice global de hábitos saludables fue el más bajo del conjunto (mediana = –1.0), reflejando un patrón de mayor vulnerabilidad conductual y posible riesgo para la salud cerebral.

La matriz de correlación de Spearman (ver Figura 2) entre las dimensiones del CHSC reveló asociaciones positivas entre todos los dominios, lo que indica que la mejora en un hábito tiende a acompañarse de mejoras en los demás. Las correlaciones más fuertes con el índice global de hábitos saludables correspondieron a la actividad física (r = 0.78), la actividad mental (r = 0.69) y el contacto social (r = 0.65). Las relaciones con alimentación saludable (r = 0.49) y sueño (r = 0.36) fueron moderadas y débiles, respectivamente. A nivel interdimensional, se observó una asociación destacada entre actividad mental y contacto social (r = 0.43), seguida por la de actividad física y contacto social (r = 0.33). En conjunto, estas correlaciones sugieren una interdependencia y refuerzo positivo entre los comportamientos saludables, donde los hábitos activos física y mental se asocian a mayor interacción social.

Figura 2. Mapa de calor con correlaciones entre los dominios del CHSC y el índice global de salud.



Al comparar los hábitos saludables entre los participantes con y sin deterioro cognitivo, definidos según se encontraron por debajo o por encima del punto de corte con el puntaje del ACE-III3, se observaron diferencias significativas en varios dominios del habitos de salud (Tabla 3).

TABLA 3. Comparación de hábitos saludables entre participantes con y sin deterioro cognitivo.

Variable	Total (n=639)	ACE Bajo (n=292)	ACE Sobre (n=347)	Valor p	Prueba
Actividad Física, mediana [Q1, Q3]	-0.0 [-0.8, 0.7]	-0.0 [-0.8, 0.7]	0.1 [-0.8, 1.0]	0.282	Kruskal-Wallis
Alimentación saludable, mediana [Q1, Q3]	0.1 [-0.5, 0.7]	0.1 [-0.5, 0.7]	0.1 [-0.5, 0.7]	0.130	Kruskal-Wallis
Contacto social, mediana [Q1, Q3]	0.3 [-0.8, 0.8]	-0.3 [-0.8, 0.8]	0.3 [-0.3, 0.8]	0.003	Kruskal-Wallis
Sueño, mediana [Q1, Q3]	0.2 [-0.5, 0.9]	0.2 [-0.5, 0.9]	0.2 [-0.5, 0.9]	0.875	Kruskal-Wallis
Actividad mental, mediana [Q1, Q3]	-0.2 [-0.9, 0.9]	-0.2 [-0.9, 0.5]	0.2 [-0.5, 0.9]	<0.001	Kruskal-Wallis
Indice hábitos saludables, mediana [Q1, Q3]	0.0 [-0.7, 0.7]	-0.1 [-0.7, 0.5]	0.2 [-0.6, 0.8]	0.006	Kruskal-Wallis

Los individuos con puntajes preservados en el ACE-III (24) (n = 347), es decir por debajo del punto de corte para su edad y nivel educativo, presentaron valores más altos en actividad mental (mediana = +0.2, frente a –0.2 en el grupo con puntaje bajo; p < 0.001) y en contacto social (mediana = +0.3, frente a –0.3 en el grupo con puntaje más bajo; p = 0.003). Asimismo, el índice global de hábitos saludables fue significativamente mayor en el grupo sin deterioro (mediana = +0.2) comparado con aquellos con puntajes bajos (mediana = –0.1; p = 0.006). En cambio, las diferencias en los dominios de actividad física, alimentación saludable y sueño no alcanzaron significación estadística (p > 0.05). Estos resultados sugieren que los comportamientos vinculados con la estimulación cognitiva y las interacciones sociales se asocian a un mejor desempeño global en las pruebas neuropsicológicas, mientras que otros hábitos de salud general, aunque relevantes, no mostraron una asociación con el estado cognitivo en esta muestra.

En cuanto a los determinantes sociales de la salud, se hallaron diferencias significativas por edad (p <0.001) y estado civil (p <0.001), siendo el perfil vulnerable (Cluster 2) el grupo más joven (mediana 58 años) y con mayor proporción de personas en pareja (60.5%) (ver Tabla 1). No se observaron diferencias significativas por género (p = 0.154). El nivel educativo mostró una mediana de 9 años de estudio (rango intercuartílico: 7–12), con diferencias significativas respecto a los grupos (p <0.001), siendo el perfil saludable (Cluster 1) el que presenta mayores años de estudio (mediana = +9), y el perfil vulnerable el que mostró menor nivel educativo (mediana = +7). Respecto a la distribución geográfica, la mayoría de los participantes residía en el Gran San Juan (59.9 %), mientras que el 32.9 % pertenecía a departamentos periféricos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los perfiles (p = 0.700). El perfil saludable presentó una ligera mayor concentración en el Gran San Juan (64.3 %), seguido por el intermedio (60.2 %) y el vulnerable (54.2 %). En cambio, los residentes de la periferia se distribuyeron de manera más homogénea entre los tres grupos. La precariedad habitacional, por su parte, mostró diferencias significativas (p < 0.001), siendo el perfil vulnerable el que concentró una mayor proporción de participantes con condiciones habitacionales desfavorables (42.4 %).

En relación con los antecedentes patológicos y condiciones médicas, la hipertensión arterial fue el antecedente más frecuente en la muestra general (54 %), seguida por dislipemia (34 %) y diabetes mellitus tipo 2 (22%) (ver Tabla 4).

El perfil saludable presentó la menor prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles, mientras que el perfil vulnerable concentró la mayor frecuencia de hipertensión y diabetes (p = 0,045 y p = 0,008, respectivamente). El perfil intermedio mostró valores intermedios entre ambos extremos. En cuanto a la hipertensión no controlada, un 34% de los participantes al momento de la evaluación presentaron cifras elevadas de tensión arterial, con diferencias significativas (p = 0,006): el perfil intermedio fue el que más casos presentó (35 %), mientras que el saludable tuvo la menor proporción (30 %). El antecedente de accidente cerebrovascular (ACV) estuvo presente en un 5 % del total, con diferencias significativas entre grupos (p = 0,022), siendo más frecuente en el perfil intermedio y menos en el saludable. Respecto al índice de masa corporal (IMC), casi la mitad de la muestra presentó obesidad (48 %) y un 33 % sobrepeso; estas diferencias fueron significativas (p = 0,010), con valores más altos en el perfil vulnerable y menores en el saludable.

El antecedente de tratamiento psicológico o psiquiátrico también mostró diferencias relevantes (p = 0,029), siendo más frecuente en el perfil vulnerable (19 %) que en el saludable (18 %) y el intermedio (12 %). En conjunto, estos resultados reflejan que los participantes con mejores hábitos de vida tuvieron menor carga de comorbilidades metabólicas, menor prevalencia de obesidad y menos antecedentes de atención en salud mental, mientras que los perfiles intermedio y vulnerable mostraron mayor acumulación de factores de riesgo clínico.

TABLA 4: Correlación clusters y antecedentes clínicos patológicos.

		Missing	Overall	0	1	2	P-Value	Test
n			639	213	249	177		
Tratamiento psicologico o psiquiatrico n (%)	Ahora no, pero alguna vez sí		101 (15.8)	38 (17.8)	30 (12.0)	33 (18.6)	0.029	Chi-squared
	No, nunca		426 (66.7)	144 (67.6)	165 (66.3)	117 (66.1)		
	None		14 (2.2)	2 (0.9)	11 (4.4)	1 (0.6)		
	Sí		98 (15.3)	29 (13.6)	43 (17.3)	26 (14.7)		
Diagnóstico de Hipertensión Arterial n (%)	No		281 (44.0)	97 (45.5)	104 (41.8)	80 (45.2)	0.045	Chi-squared
	None		14 (2.2)	2 (0.9)	11 (4.4)	1 (0.6)		
	Sí		344 (53.8)	114 (53.5)	134 (53.8)	96 (54.2)		
Hipertensión No Conocida (Categórico) n (%)	No		477 (74.6)	163 (76.5)	176 (70.7)	138 (78.0)	0.010	Chi-squared
	None		16 (2.5)	2 (0.9)	13 (5.2)	1 (0.6)		
	Si		146 (22.8)	48 (22.5)	60 (24.1)	38 (21.5)		
Hipertensión No Controlada (Categórico) n (%)	No		408 (63.8)	146 (68.5)	148 (59.4)	114 (64.4)	0.006	Chi-squared
	None		16 (2.5)	2 (0.9)	13 (5.2)	1 (0.6)		
	Si		215 (33.6)	65 (30.5)	88 (35.3)	62 (35.0)		
Antecedente de ACV n (%)	No		592 (92.6)	203 (95.3)	222 (89.2)	167 (94.4)	0.022	Chi-squared

	None		14 (2.2)	2 (0.9)	11 (4.4)	1 (0.6)	
	Sí		33 (5.2)	8 (3.8)	16 (6.4)	9 (5.1)	
Diagnóstico de Diabetes n (%)	No		483 (75.6)	171 (80.3)	174 (69.9)	138 (78.0)	0.008 Chi-squared
	None		14 (2.2)	2 (0.9)	11 (4.4)	1 (0.6)	
	Sí		142 (22.2)	40 (18.8)	64 (25.7)	38 (21.5)	
Índice de Masa Corporal (Categórico) n (%)	None		33 (5.2)	11 (5.2)	21 (8.4)	1 (0.6)	0.010 Chi-squared
	Normal		91 (14.2)	34 (16.0)	36 (14.5)	21 (11.9)	
	Obesidad		305 (47.7)	93 (43.7)	116 (46.6)	96 (54.2)	
	Sobrepeso		210 (32.9)	75 (35.2)	76 (30.5)	59 (33.3)	
Problemas de Colesterol n (%)	No		407 (63.7)	136 (63.8)	155 (62.2)	116 (65.5)	0.048 Chi-squared
	None		14 (2.2)	2 (0.9)	11 (4.4)	1 (0.6)	
	Sí		218 (34.1)	75 (35.2)	83 (33.3)	60 (33.9)	

En lo que respecta a las evaluaciones cognitivas y salud mental (ver Tabla 5), los puntajes del Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE-III) (24) evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los perfiles (p = 0,001).

TABLA 5. Correlación Clusters y escalas cognitivas y de salud mental.

		Missing	Overall	0	1	2	P-Value	Test
n			639	213	249	177		
ACE (punto de corte) n (%)	Bajo		292 (45.7)	76 (35.7)	131 (52.6)	85 (48.0)	0.001 Chi-squared	
	Sobre		347 (54.3)	137 (64.3)	118 (47.4)	92 (52.0)		
IFS (mediana puntaje z) [Q1,Q3]		11	-1.0 [-2.2,-0.1]	-0.8 [-1.9,-0.0]	-1.4 [-2.4,-0.3]	-1.0 [-2.1,-0.1]	0.003 Kruskal-Wallis	
CQC (total mediana) [Q1,Q3]		22	17.0 [10.0,27.0]	14.0 [7.0,22.0]	18.0 [10.0,26.0]	22.0 [13.0,35.0]	<0.001 Kruskal-Wallis	
GDS (total mediana) [Q1,Q3]		23	3.0 [1.0,6.0]	2.0 [1.0,3.0]	3.0 [2.0,5.0]	5.0 [2.0,8.0]	<0.001 Kruskal-Wa	

REVISTA CUADERNOS Año 11 N° 15 ISBN: 2545-6180

El perfil saludable presentó el mayor rendimiento cognitivo global, con solo el 35,7 % de participantes por debajo del punto de corte ajustado por edad y educación. En cambio, el perfil intermedio mostró el porcentaje más elevado de participantes por debajo del punto de corte con 53 % y el perfil vulnerable un 48 %, reflejando un descendente desempeño cognitivo.

El rendimiento en las funciones ejecutivas, evaluadas mediante el puntaje Z (ajustado por edad y educación) del total en INECO Frontal Screening (IFS) (25), también fue significativamente diferente ($p = 0,003$): el perfil saludable obtuvo una mediana de −0,8, superior al vulnerable (mediana = −1,0) y al intermedio (mediana = −1,4) que informó el rendimiento ejecutivo más bajo. Las quejas cognitivas subjetivas, medidas mediante el Cuestionario de Quejas Cognitivas (CQC) (28), presentaron un patrón concordante con los resultados objetivos ($p < 0,001$). La mediana del total fue de 17, con el valor más bajo en el perfil saludable (mediana = 14) y el más alto en el vulnerable (mediana = 22), indicando mayor percepción de fallas en memoria, atención y orientación en los grupos menos saludables. Por su parte, la salud mental evaluada con la Geriatric Depression Scale (GDS-15) (26) mostraron diferencias significativas entre perfiles ($p < 0,001$). La mediana global fue de 3, siendo más baja en el perfil saludable (mediana = 2), intermedia en el perfil intermedio (mediana = 3) y más alta en el perfil vulnerable (mediana = 5), lo que refleja un aumento progresivo de sintomatología depresiva en los participantes con menor actividad física, social y mental.

Para facilitar la visualización comparativa de los hallazgos, en la Tabla 6 se resumen las principales características sociodemográficas, clínicas, cognitivas y de salud mental de cada perfil identificado.

TABLA 6. Resumen de resultados y caracterización de cada perfil.

Variable / Indicador	Perfil saludable (C0)	Perfil intermedio (C1)	Perfil vulnerable (C2)	p valor
Edad (mediana)	64 años ↑	64 años	58 años ↓	<0.001
Años de educación	12 ↑	7	7 ↓	<0.001
Área urbana (%)	86.9 ↑	84.3	57.6 ↓	<0.001
Precariedad habitacional (%)	<20 ↓	Media	42.4 ↑	<0.001
En pareja (%)	60.5	~60	60.5	<0.001
Hipertensión arterial (%)	53.2	53.8	54	0.045
Hipertensión no controlada (%)	30.5 ↓	35.3 ↑	—	0.006
Diabetes tipo 2 (%)	18.8 ↓	25.7 ↑	21.5	0.008
Obesidad (%)	43.7 ↓	45–50	54.2 ↑	0.010
ACV (%)	3.8 ↓	6.4 ↑	—	0.022
Tratamiento psicológico/psiquiátrico (%)	17.8	12 ↓	18.6 ↑	0.029
ACE-III (bajo punto de corte)	35.7 ↓	52.6 ↑	48	0.001
IFS (mediana)	−0.8 ↑	−1.4 ↓	−1.0	0.003
CQC Z total (mediana)	14 ↓	18	22 ↑	<0.001
GDS-15 (mediana)	2 ↓	3	5 ↑	<0.001

Esta síntesis permite apreciar de forma más clara y estructurada las diferencias observadas entre los grupos, evidenciando los contrastes entre el perfil saludable, intermedio y vulnerable en los distintos dominios evaluados.

Discusión

El presente estudio permitió identificar tres perfiles diferenciados de salud cerebral —saludable, intermedio y vulnerable— en adultos de la provincia de San Juan, caracterizados por combinaciones distintas de hábitos de vida, determinantes sociales, condiciones clínicas y desempeño cognitivo. Los hallazgos confirman la hipótesis planteada, mostrando que existen patrones heterogéneos dentro de la población adulta local, donde las variables sociodemográficas, educativas, clínicas y cognitivas se asocian de manera significativa con el bienestar cerebral.

En cuanto a los determinantes sociales de la salud, se observaron diferencias relevantes por edad, educación, zona de residencia y condiciones habitacionales. El perfil vulnerable se distinguió por menor edad y mayor precariedad habitacional, mientras que el perfil saludable concentró a los participantes de mayor edad, con más años de educación y predominio urbano. Estos hallazgos coinciden con el marco conceptual de la OMS (2022), que reconoce la influencia de los factores sociales y económicos a lo largo del curso de la vida. Investigaciones previas han señalado que las desigualdades estructurales, la baja escolaridad y las condiciones socioeconómicas adversas se asocian con mayor riesgo de deterioro cognitivo, al limitar el acceso a recursos preventivos y la adopción de hábitos saludables (Röhr et al., 2022; Bartrés-Faz et al., 2025). En línea con esto, la Comisión The Lancet sobre demencia (Livingston et al., 2024) destaca que los factores modificables —como la hipertensión, el sedentarismo, la depresión y la baja escolaridad— explican cerca del 45 % de los casos de demencia a nivel global. Además, estudios recientes señalan que la vulnerabilidad social y el estrés crónico aceleran el envejecimiento biológico y cognitivo, contribuyendo a un mayor riesgo de deterioro en contextos de desigualdad (Mielke et al., 2023; Wang et al., 2025). En conjunto, los resultados locales refuerzan la relevancia del entorno social y educativo como moduladores de la resiliencia cognitiva, incluso en ausencia de factores biológicos protectores.

El análisis de los hábitos de vida reveló un gradiente progresivo que distinguió claramente los tres perfiles. El grupo saludable combinó altos niveles de actividad física, estimulación mental y contacto social, mientras que el intermedio mostró buena calidad de sueño pero menor participación cognitiva y social, y el vulnerable concentró los puntajes más bajos en todas las dimensiones. Este patrón refleja un continuum de conductas protectoras que se corresponden con la literatura sobre estilos de vida integrales, los cuales actúan de forma sinérgica sobre la plasticidad neuronal, el flujo sanguíneo cerebral y las redes cognitivas (Phillips et al., 2021; Wang et al., 2025; Neuffer et al., 2024). En concordancia, los participantes con hábitos más saludables mostraron mejor desempeño en funciones ejecutivas, lo que sugiere una asociación positiva entre la adopción de conductas activas y la eficiencia de los procesos frontales superiores. Estos hallazgos son coherentes con estudios que vinculan la actividad física y la estimulación cognitiva con una mayor neuroplasticidad y con el fortalecimiento de los circuitos fronto parietales implicados en la regulación cognitiva y emocional (Phillips et al., 2021; Wang et al., 2025).

Asimismo, los resultados mostraron que los participantes con mayor estimulación cognitiva y contacto social —rasgos característicos del perfil saludable— presentaron mejor rendimiento ejecutivo y menor sintomatología depresiva. Esta asociación coincide con evidencia que indica que la estimulación cognitiva y la interacción social fortalecen la reserva cerebral y la resiliencia emocional, protegiendo frente al estrés, la depresión y el deterioro progresivo (Stern et al., 2020; Bartrés-Faz et al., 2025; Röhr et al., 2022). La correlación positiva entre las dimensiones del CHSC confirma que los hábitos saludables no actúan de forma aislada, sino que se potencian entre sí, configurando un modelo de salud cerebral integral. Este hallazgo es congruente con el modelo de reserva cognitiva de Stern et al. (2020), que propone que la exposición sostenida a entornos estimulantes fortalece las conexiones neuronales y retrasa la manifestación clínica del deterioro.

En el plano clínico y cognitivo, los resultados indicaron que los participantes con hábitos más saludables presentaron menor prevalencia de enfermedades metabólicas y cardiovasculares, mientras que el perfil vulnerable concentró la mayor carga de comorbilidades. Esta relación refuerza la interacción entre las condiciones clínicas y los estilos de vida en la configuración de la salud cerebral. Tal como plantea The Lancet Commission on Dementia (Livingston et al., 2024), los factores meta-

bólicos y cardiovasculares representan determinantes modificables prioritarios para la prevención del deterioro cognitivo. En ese marco, los hallazgos de este estudio sugieren que una combinación de mejores hábitos y menor carga metabólica podría asociarse a mayor resiliencia cognitiva, incluso en etapas avanzadas de la vida, coherente con investigaciones que evidencian que los estilos de vida saludables reducen el riesgo de declive cognitivo independientemente del perfil genético (Wang et al., 2025; Neuffer et al., 2024).

A nivel neuropsicológico, las diferencias entre perfiles fueron estadísticamente significativas. El perfil saludable tuvo la menor proporción de participantes por debajo del punto de corte del ACE-III, junto con mejor desempeño ejecutivo y menor sintomatología depresiva, mientras que el intermedio y el vulnerable mostraron un deterioro progresivo en estas áreas. Estos resultados coinciden con estudios que relacionan una mayor actividad cognitiva y social con mejor rendimiento ejecutivo y menor disfunción emocional (Bartrés-Faz et al., 2025; Phillips et al., 2021). A su vez, las mayores quejas cognitivas subjetivas del perfil vulnerable podrían reflejar una mayor carga de estrés psicosocial o una percepción aumentada de fallas cognitivas, tal como se ha descrito en poblaciones con menor estimulación mental y mayor vulnerabilidad social (Li et al., 2024; Stern et al., 2020).

Metodológicamente, la aplicación de técnicas de aprendizaje automático para identificar perfiles de salud cerebral representa un avance innovador en el ámbito de la salud pública. El uso de algoritmos de agrupamiento permitió identificar patrones complejos en una población heterogénea, en consonancia con estudios recientes que han empleado estrategias similares para reconocer perfiles de riesgo cognitivo (Chen & Wang, 2023; Journal of Personalized Medicine, 2023; Frontiers in Computational Neuroscience, 2024). Estos enfoques contribuyen a la estratificación preventiva y al diseño de políticas basadas en evidencia, en línea con el paradigma de la medicina personalizada (Manjappasetty, 2025; Neurological Sciences, 2024).

El estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, aunque el diseño transversal permitió explorar asociaciones relevantes entre los hábitos de vida, los determinantes sociales y la cognición, no se realizó un análisis multivariado que permitiera establecer relaciones causales ni identificar posibles variables confusoras. En segundo lugar, se reconoce la presencia de sesgo de selección, ya que el reclutamiento se realizó mediante redes sociales, instituciones comunitarias y el método de bola de nieve, lo que podría haber favorecido la participación de personas con mayor interés en la temática o mejor acceso digital. Esto podría limitar la generalización de los hallazgos. Asimismo, aunque el tamaño muestral fue adecuado para los análisis estadísticos —incluyendo la caracterización de perfiles mediante clustering y las comparaciones entre grupos—, continúa siendo relativamente pequeño respecto a la población provincial y presenta una sobrerrepresentación de áreas urbanas y de mujeres. Finalmente, la utilización de instrumentos de autoinforme podría haber introducido sesgos de deseabilidad social o memoria, afectando la precisión de algunas respuestas, particularmente en dominios subjetivos como el sueño o la actividad mental.

De acuerdo con la clasificación del Oxford Centre for Evidence-Based Medicine (OCEBM, 2011), el presente estudio corresponde a un nivel de evidencia 4, al tratarse de un estudio observacional descriptivo de corte transversal basado en análisis secundario de datos. Si bien este tipo de diseño no permite establecer relaciones causales, aporta evidencia contextual y metodológicamente sólida que resulta valiosa para generar hipótesis y orientar futuras investigaciones longitudinales.

Pese a estas limitaciones, este trabajo constituye la primera caracterización de perfiles de salud cerebral en adultos de San Juan basada en determinantes sociales, hábitos de vida y rendimiento cognitivo. Los resultados ofrecen una base empírica sólida para futuras investigaciones que profundicen en la evolución de estos perfiles y su relación con la aparición de deterioro cognitivo, así como para el diseño de estrategias preventivas adaptadas al contexto local (World Health Organization, 2022; Livingston et al., 2024; Wang et al., 2025).

Conclusión

El estudio identificó tres perfiles de salud cerebral en adultos de San Juan —saludable, intermedio y vulnerable—, evidenciando un gradiente social de riesgo asociado a desigualdad educativa, económica y habitacional. Las diferencias en educación, hábitos de vida y contexto social se vincularon

con el rendimiento cognitivo y el bienestar emocional, resaltando el papel de los determinantes sociales en la salud cerebral. La actividad física, mental y social actuó de forma sinérgica, potenciando la plasticidad neuronal y la resiliencia emocional. La estimulación cognitiva y la interacción social fueron los principales factores protectores, mientras que la vulnerabilidad socioeconómica se asoció a mayor riesgo. La identificación temprana de estos grupos permite diseñar intervenciones preventivas orientadas a la equidad y al envejecimiento saludable de la población sanjuanina.

Bibliografía

1. Bartrés-Faz, D., Demnitz-King, H., Cabello-Toscano, M., Vaqué-Alcázar, L., Saunders, R., Touron, E., et al. (2025). Psychological profiles associated with mental, cognitive and brain health in middle-aged and older adults. Nature Mental Health, 3(1), 92–103. https://doi.org/10.1038/s44220-024-00361-8

2. Bruno, D., Nuñez, S. L., & García, M. (2023). Valores normativos para el Cuestionario de Quejas Cognitivas (CQC) en personas adultas entre 30 y 90 años. Neurología Argentina, 15(4), 271–278.https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2023.09.001

3. Chen, Y., & Wang, Z. (2023). Using hypothesis-led machine learning and hierarchical cluster analysis to identify disease pathways prior to dementia: Longitudinal cohort study. Journal of Medical Internet Research, 25, e41858. https://doi.org/10.2196/41858

4. Computer Methods and Programs in Biomedicine. (2017). Using artificial neural networks to select the parameters for the prognosis of mild cognitive impairment and dementia in elderly individuals.https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.12.003

5. Frontiers in Computational Neuroscience. (2024). Artificial intelligence approaches for early detection of neurocognitive disorders among older adults. https://doi.org/10.3389/fncom.2024.1307305

6. Hsieh, S., Schubert, S., Hoon, C., Mioshi, E., & Hodges, J. R. (2013). Validation of the Addenbrooke's Cognitive Examination III in frontotemporal dementia and Alzheimer's disease. Dementia and Geriatric Cognitive Disorders, 36(3-4), 242–250. https://doi.org/10.1159/000351671

7. Journal of Medical Internet Research. (2021). A risk prediction model based on machine learning for cognitive impairment among Chinese community-dwelling elderly people with normal cognition: Development and validation study. Journal of Medical Internet Research, 23(2), e20298.https://doi.org/10.2196/20298

8. Journal of Personalized Medicine. (2023). Paving the way for predicting the progression of cognitive decline: The potential role of machine learning algorithms in the clinical management of neurodegenerative disorders. Journal of Personalized Medicine, 13(9), 1386. https://doi.org/10.3390/jpm13091386

9. Li, Y., Zhang, X., Wang, Y., & Liu, H. (2024). Using machine learning model for predicting risk of memory decline: A cross-sectional study. Heliyon, 10(20), e39575. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39575

10. Livingston, G., Huntley, J., Liu, K. Y., Costafreda, S. G., Selbæk, G., Alladi, S., et al. (2024). The Lancet Commission on dementia prevention, intervention, and care: 2024 report. The Lancet, 403(10436),1509–1582.https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01296-0

11. Manjappasetty, B. P. M. (2025). The role of AI and ML in predicting cognitive decline and dementia progression. International Journal of Innovative Science and Research Technology, 10(1). https://doi.org/10.5281/zenodo.14737726

12. Mielke, M. M., Vemuri, P., Jockwitz, C., & Dintica, C. S. (2023). Social determinants of brain aging and cognitive decline: Implications for dementia prevention. Nature Reviews Neurology, 19(4), 231–245. https://doi.org/10.1038/s41582-023-00864-9

13. Müller, T., Lammers, F., & Reuter, M. (2023). Cardiometabolic risk factors and cognitive trajectories in aging populations: A systematic review. Aging Research Reviews, 92, 102084. https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.102084

14.Neuffer, J., Wagner, M., Moreno, E., et al. (2024). Association of lifestyle for brain health risk score (LIBRA) and genetic susceptibility with incident dementia and cognitive decline. Alzheimer's &Dementia,20(12),4250–4259.https://doi.org/10.1002/alz.13801

15.Neurological Sciences. (2024). Establishment of a mild cognitive impairment risk model in middle-aged and older adults: A longitudinal study. https://doi.org/10.1007/s10072-024-07536-2

16.Park, J. Y., Kim, H., & Han, J. W. (2023). The combined effect of physical activity, cognitive stimulation, and social participation on executive function and neuroplasticity in older adults. Frontiers in Aging Neuroscience, 15, 113572. https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.113572

17.Phillips, C., Baktir, M. A., Srivatsan, M., & Salehi, A. (2021). Relationships between physical activity, sleep, and cognitive function: A narrative review. Neuroscience & Biobehavioral Reviews,130,369–378.https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.09.003

18.Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. Perceptual and Motor Skills, 8(3), 271–276. https://doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271

19.Röhr, S., Pabst, A., Baber, R., Engel, C., Glaesmer, H., Hinz, A., et al. (2022). Social determinants and lifestyle factors for brain health: Implications for risk reduction of cognitive decline and dementia. Scientific Reports, 12, 12965. https://doi.org/10.1038/s41598-022-16771-6

20.Stern, Y., et al. (2020). Cognitive reserve: Implications for diagnosis and prevention of Alzheimer's disease. Alzheimer's & Dementia, 16(8), 1225–1238. https://doi.org/10.1002/alz.12022

21.The Lancet. (2021). Brain health and its social determinants. The Lancet, 398(10299), 1503. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02085-7

22.Torralva, T., Roca, M., Gleichgerrcht, E., López, P., & Manes, F. (2009). INECO Frontal Screening (IFS): A brief, sensitive, and specific tool to assess executive functions in dementia. Journal of the International Neuropsychological Society, 15(5), 777–786. https://doi.org/10.1017/S1355617709990415

23.Vita, L., Bruno, M., & Márquez, F. (2023). Cuestionario de Hábitos y Salud Cerebral (CHSC): validación preliminar en población argentina adulta. Universidad Católica de Cuyo.

24.Wang, J., Chen, C., Zhou, J., Xu, Z., Xu, L., Li, X., et al. (2025). Integrated healthy lifestyle even in late life mitigates cognitive decline risk across varied genetic susceptibility. Nature Communications, 16(1), 539. https://doi.org/10.1038/s41467-024-55763-0

25.World Health Organization. (2012). Dementia: A public health priority. Geneva: WHO. https://www.who.int/publications/i/item/dementia-a-public-health-priority

26.World Health Organization. (2017). Global action plan on the public health response to dementia 2017–2025. Geneva: WHO. https://www.who.int/publications/i/item/global-action-plan-on-the-public-health-response-to-dementia-2017-2025

27.World Health Organization. (2022). Brain health: Optimizing brain health across the life course. Geneva:WHO.https://www.who.int/publications/i/item/9789240054561

28.Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. Journal of Psychiatric Research, 17(1), 37–49. https://doi.org/10.1016/0022-3956(82)90033-4