

# Inteligencia artificial para la evaluación intraoperatoria de emociones básicas durante el mapeo cognitivo cerebral en cirugías de gliomas

Mickaela Echavarría Demichelis,<sup>1</sup> Mónica Garavaglia,<sup>2</sup> Lautaro Ezequiel De Bartolo Villar,<sup>3</sup> Enzo Parisi,<sup>4</sup> Edgar Ordoñez<sup>5</sup>

1. Servicio de Neurocirugía, Hospital Interzonal General de Agudos “Petrona V. de Cordero”, San Fernando, Provincia de Buenos Aires, Argentina

2. Hospital Central de San Isidro, Provincia de Buenos Aires, Argentina

3. Estudiante, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

4. Servicio de Neurocirugía, Hospital “César Milstein”, Ciudad de Buenos Aires, Argentina

5. Departamento de Neurocirugía, Hospital de San José - Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá, Colombia

## RESUMEN

**Introducción:** la cognición social, esencial para la interacción humana, puede verse comprometida en pacientes con gliomas, sin embargo, su evaluación intraoperatoria ha sido limitada. Este estudio introduce una herramienta basada en inteligencia artificial (IA) para evaluar el reconocimiento de emociones básicas durante la cirugía de paciente despierto, buscando preservar funciones cognitivas y sociales claves.

**Objetivos:** desarrollar y reportar una herramienta innovadora basada en inteligencia artificial para evaluar el reconocimiento de emociones básicas durante el mapeo cognitivo intraoperatorio.

**Material y método:** se realizó un estudio observacional y descriptivo de una serie de 5 pacientes con gliomas sometidos a cirugía despierta. Se utilizaron imágenes generadas mediante DALL-E para representar 6 emociones básicas (alegría, tristeza, miedo, sorpresa, ira, disgusto) en cuatro niveles de intensidad. Tras un proceso de selección por parte de los autores, se consolidó un conjunto final de 24 imágenes. Estas se aplicaron a los 5 pacientes antes y durante la cirugía despierta, comparando los resultados con la prueba “Reading the Mind in the Eyes”.

**Resultado:** a pesar de variaciones en las funciones cognitivas generales, los pacientes conservaron capacidades emocionales en el 100 % de los casos.

**Conclusión:** integrar herramientas basadas en IA en el mapeo intraoperatorio posibilita una evaluación más precisa de la cognición social. Esta estrategia promueve una neurocirugía más personalizada, orientada a preservar no solo funciones instrumentales, sino también aquellas fundamentales para la vida social y emocional del paciente. La herramienta de IA permitió evaluar el reconocimiento emocional con alta sensibilidad, y el mapeo cognitivo adaptó la resección sin comprometer áreas vinculadas a la cognición social.

**Palabras clave:** Cirugía despierto. Gliomas. Inteligencia artificial. Mapeo cognitivo

## Artificial intelligence for the intraoperative assessment of basic emotions during cognitive brain mapping in glioma surgery

### ABSTRACT

**Background:** social cognition, essential for human interaction, can be compromised in patients with gliomas, however, its intraoperative assessment has been limited. This study presents an artificial intelligence (AI)-based tool to assess the recognition of basic emotions during awake surgery, aiming to preserve key social functions.

**Objectives:** to develop and to report an innovative AI-based tool for assessing the recognition of basic emotions during intraoperative cognitive mapping.

**Methods:** an observational and descriptive study was conducted on a series of 5 patients with gliomas undergoing awake surgery. Images generated using DALL-E were used to represent 6 basic emotions (joy, sadness, fear, surprise, anger, disgust) at four intensity levels. After a selection process by the authors, a final set of 24 images was compiled. These were applied to 6 patients with gliomas, before and during awake surgery, comparing the results with the “Reading the Mind in the Eyes” test.

**Results:** despite variations in overall cognitive function, patients retained emotional capacity in 100% of cases.

**Conclusion:** integrating AI-based tools into intraoperative mapping enables a more precise assessment of social cognition. This strategy promotes more personalized neurosurgery, aimed at preserving not only instrumental functions but also those fundamental to the patient's social and emotional life. The AI tool allowed for highly sensitive evaluation of emotional recognition, and cognitive mapping adapted the resection without compromising areas linked to social cognition.

**Keywords:** Artificial intelligence. Awake surgery. Cognitive mapping. Gliomas

Lautaro Ezequiel De Bartolo Villar

[lautarodebartolo.med@gmail.com](mailto:lautarodebartolo.med@gmail.com)

Recibido: 20/08/2025 Aceptado: 15/11/2025

DOI: 10.59156/revista.v39i04.752

Mickaela Echavarría Demichelis: [mickaelaechavarría@gmail.com](mailto:mickaelaechavarría@gmail.com)

Mónica Garavaglia: [magaravaglia@gmail.com](mailto:magaravaglia@gmail.com)

Enzo Parisi: [enzosprc@gmail.com](mailto:enzosprc@gmail.com)

Edgar Ordoñez: [edgarordonezrubiano@gmail.com](mailto:edgarordonezrubiano@gmail.com)

Los autores no declaran conflicto de interés

Los autores no declaran financiamiento.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

## INTRODUCCIÓN

La cognición social refiere a la capacidad de interpretar y comprender las señales sociales, tanto las expresiones faciales como el contexto en el que se muestran. Estas habilidades son esenciales para evaluar lo que piensan y sienten los

demás, incluidas sus creencias y deseos y para comprender su comportamiento e interactuar adecuadamente en el entorno social. Dentro de la cognición social, se identifican distintos aspectos: los “procesos cálidos”, que abarcan el reconocimiento de las emociones y la empatía, y los “procesos fríos”, que se centran en la capacidad de inferir los estados mentales de los demás; este último aspecto suele relacionarse con la Teoría de la Mente.<sup>(1)</sup>

Sin embargo, a pesar de su importancia, la cognición social suele pasarse por alto en las evaluaciones neuropsicológicas rutinarias, especialmente en pacientes con patologías neurológicas adquiridas. Los gliomas, con su potencial para afectar varias áreas cerebrales y sus conexiones, representan un modelo valioso para estudiar el impacto de las lesiones cerebrales en la cognición social.<sup>(2)</sup> Estudios recientes han demostrado que los déficits en cognición social son comunes en pacientes con tumores cerebrales, afectando significativamente su interacción social, desempeño ocupacional y calidad de vida.<sup>(3)</sup> Estos déficits pueden manifestarse como dificultades para reconocer las emociones faciales, experimentar empatía, comprender las intenciones desde la perspectiva de los demás, o tener un impacto negativo en la cognición social.<sup>(4)</sup>

El mapeo intraoperatorio de las redes cognitivas, particularmente durante la cirugía con el paciente despierto, se ha convertido en una herramienta prometedora para preservar las funciones cognitivas esenciales durante la resección de gliomas.<sup>(5)</sup> Al permitir identificar y evitar áreas críticas del cerebro y sus conexiones, el mapeo intraoperatorio ofrece la posibilidad de minimizar los déficits postoperatorios en la cognición social. Sin embargo, la aplicación de esta técnica al mapeo de la cognición social aún se encuentra en sus primeras etapas, y se necesitan herramientas neuropsicológicas más sensibles

y ecológicamente válidas para guiar la resección quirúrgica y optimizar los resultados funcionales.

La presente investigación describe la aplicación clínica de una herramienta innovadora para mapear el reconocimiento de emociones básicas y universales, basada en diseños faciales generados mediante inteligencia artificial (IA). La propuesta se orienta a la prevención de déficits en la cognición social de pacientes con tumores intracraneales, en particular aquellos relacionados con el reconocimiento de emociones. Asimismo, se compararon los resultados obtenidos con esta nueva prueba y los de la prueba “Lectura de la mente en los ojos” (Reading the Mind in the Eyes Test), con el propósito de analizar si ambas evalúan constructos similares.<sup>(6)</sup> De este modo, se ofrece un abordaje completo y más sensible de la cognición social en el contexto del mapeo intraoperatorio, explorando también las redes neuronales implicadas en estos pacientes con la finalidad de identificar factores predictivos de déficits postoperatorios y optimizar las estrategias de preservación funcional.

La generación de estímulos visuales en este estudio se realizó mediante la plataforma DALL-E (<https://openai.com/es-419/index/dall-e-2/>), desarrollada por OpenAI (<https://openai.com/>), basada en modelos de red neuronal profunda que integran el procesamiento del lenguaje natural y la visión por computadora. Este sistema transforma descripciones textuales detalladas (*prompts*) en imágenes, lo que permite un control preciso sobre características físicas y emocionales como la apariencia del sujeto, la expresión facial y el contexto. Gracias a esta tecnología, se dispone de representaciones personalizadas que abarcan distintos grados de intensidad y ofrecen una herramienta innovadora para la evaluación de la cognición social.<sup>(7-10)</sup>

TABLA 1. MODELO DE LA TRIPLE RUTA DE LA MENTALIZACIÓN

RED	CONEXIONES	FUNCIONES	ALTERACIONES	TEST
	1. RUTA DORSAL: FLS III + FA (CPMV, FLS III, GSM, CPFDL, GFI, FA, GTSP, GTIP)	1. DORSAL: bajo nivel de mentalización. Basada en la PERCEPCIÓN	Falta de inteligencia emocional y social	
“MODELO DE LA TRIPLE RUTA DE LA MENTALIZACIÓN”	2. RUTA MEDIAL: Cíngulo + DMN. (CPFDM, Cíngulo, Precunea)	2. MEDIAL: alto nivel de mentalización. Basada en la INFERENCIA O EMPATÍA	Alteración en la cognición social y pérdida de empatía	RME, test de mentalización
	3. RUTA VENTRAL: FOFI (CPFDM, GFI, FOFI, GTIP, GTSP, GA, PRECUNEA)	3. VENTRAL: emociones básicas. Basada en el PROCESAMIENTO FACIAL	Déficit de reconocimiento de emociones	

*CPMV: corteza premotora ventral. FLS II: fascículo longitudinal superior III. GSM: giro supramarginal. CPFDL: corteza prefrontal dorsolateral. GFI: giro frontal inferior. FA: fascículo arcuato. GTSP: giro temporal superior posterior. GTIP: giro temporal inferior posterior. CPFDM: corteza prefrontal dorsomedial. DMN: “default mode network” (red por defecto). FOFI: fascículo occipitofrontal inferior. GA: giro angular. RME: “reading the mind in the eyes” (prueba de lectura de la mente en los ojos).*

La combinación de una valoración neuropsicológica detallada con el mapeo intraoperatorio de las redes cognitivas, junto con la incorporación de estímulos generados mediante inteligencia artificial, permite avanzar hacia una comprensión más profunda de la organización de la cognición social en el cerebro. Este enfoque, además, contribuye a mejorar los resultados clínicos en pacientes con tumores intracraneales, consolidando herramientas neuropsicológicas más sensibles y válidas para guiar la resección quirúrgica y optimizar la preservación funcional.

## OBJETIVOS

Desarrollar y reportar una herramienta innovadora basada en IA para evaluar el reconocimiento de emociones básicas durante el mapeo cognitivo intraoperatorio en cirugías de gliomas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional descriptivo y prospectivo en una serie de 5 pacientes sometidos a cirugía despierto para resección de gliomas en los que se efectuó mapeo cognitivo multimodal con reconocimiento de emociones debido a la localización de las lesiones y la estrecha relación anatomofuncional con las vías de la mentalización: medial, ventral y dorsal.

### Pacientes

Se consideraron candidatos aquellos pacientes mayores de 16 años, con lesiones tumorales gliales de bajo grado en zonas críticas relacionadas con el reconocimiento de emociones y con un nivel de funcionamiento cognitivo suficiente para seguir instrucciones y participar en tareas cognitivas durante la cirugía.

Los criterios de exclusión fueron: lesiones de alto grado o altamente vascularizadas, condiciones neurológicas o psiquiátricas severas que pudieran comprometer la cooperación, niveles elevados de ansiedad sin acompañamiento y condiciones fisiológicas graves, como obesidad, cardiopatías o problemas respiratorios.<sup>(13-16)</sup>

### Evaluación neuropsicológica

Previo a la cirugía se realizó una evaluación neurocognitiva exhaustiva. La preferencia manual se estableció mediante el Inventario de Lateralidad de Edimburgo. El nivel cognitivo general se evaluó con la Escala de Inteligencia de Wechsler para Adultos IV (WAIS-IV) en 2 pacientes y con el Examen Cognitivo de Addenbrooke III (ACE-III) en 3 pacientes.

Los dominios cognitivos se exploraron con Trail Making



Figura 1. Representación de categorías de emociones básicas con inteligencia artificial. Se expresan 6 emociones con su respectiva escala de intensidad.

Test A y B, pruebas de cancelación hemisférica, Stroop, fluidez fonológica y semántica, Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT), Memoria Lógica de Signoret, Boston Naming Test y la Escala de Ansiedad y Depresión Hospitalaria (HADS, las siglas por su nombre en inglés).

### Definición de emociones y progresión

Se seleccionaron 6 emociones básicas: sorpresa, miedo, enojo/ira, asco/disgusto, tristeza/angustia y alegría/sonrisa. Para cada emoción se definieron 4 niveles de intensidad, desde expresiones sutiles hasta manifestaciones marcadamente evidentes, asegurando progresiones claras y reconocibles (Figura 1).

### Generación de imágenes con DALL·E

Se diseñaron *prompts* específicos para cada emoción y nivel de intensidad, manteniendo constantes las características del sujeto y el contexto. Por ejemplo, para sorpresa leve: "Retrato fotorrealista muy detallado de un hombre de mediana edad con cabello corto y oscuro, mostrando una ligera expresión de sorpresa, en un fondo neutro con iluminación de estudio profesional...".

Se generaron aproximadamente 60 imágenes por emoción, que luego fueron ajustadas para asegurar consistencia entre el nivel de intensidad y la expresión.

## Revisión de la imágenes por los autores

Cada autor revisó las imágenes de manera independiente y eliminó aquellas con expresiones poco claras o distractores. Posteriormente se compararon las selecciones y, por consenso, se consolidó un conjunto final de 24 imágenes (4 por emoción), que mostraban progresiones consistentes de leve a intenso, manteniendo uniformidad en fondo, ángulo e iluminación.

## Procedimiento

La colección final se utilizó en dos momentos:

- Preoperatorio: los pacientes observaron las imágenes y señalaron el nivel en el que identificaban inequívocamente cada emoción (umbral de reconocimiento).
- Intraoperatorio (cirugía despierto): se volvieron a aplicar los mismos conjuntos para evaluar la estabilidad del reconocimiento emocional en condiciones quirúrgicas y guiar la resección evitando comprometer regiones asociadas a cognición social.

## Comparador de referencia

Además, todos los pacientes fueron evaluados con la prueba "Reading the Mind in the Eyes Test (RMET)". Los resultados se compararon con los obtenidos mediante

la batería de IA con el fin de explorar la validez concurrente y determinar si ambas evaluaban constructos similares.

## RESULTADOS

Se evaluaron 5 pacientes con diagnóstico de glioma sometidos a cirugía despierto. En todos los casos se aplicó el set de imágenes generado con inteligencia artificial durante la etapa preoperatoria y nuevamente en el intraoperatorio, registrando el desempeño en el reconocimiento de emociones. Los hallazgos individuales se describen a continuación.

**Caso 1:** paciente masculino diestro de 16 años con astrocitoma difuso IDH mutado en el giro supramarginal izquierdo (Figuras 2 y 3). Los resultados de la evaluación cognitiva indican un rendimiento intelectual promedio bajo, acompañado de déficits ejecutivos que impactan en la capacidad del paciente para generar estrategias de aprendizaje y memorizar listas de palabras (Tabla 2). En la evaluación de la cognición social, la herramienta de reconocimiento emocional diseñada por IA estableció un nivel de referencia normal, lo que sugiere que, a pesar de las dificultades cognitivas, su capacidad de reconocimiento emocional seguía siendo funcional. en el intraoperatorio,

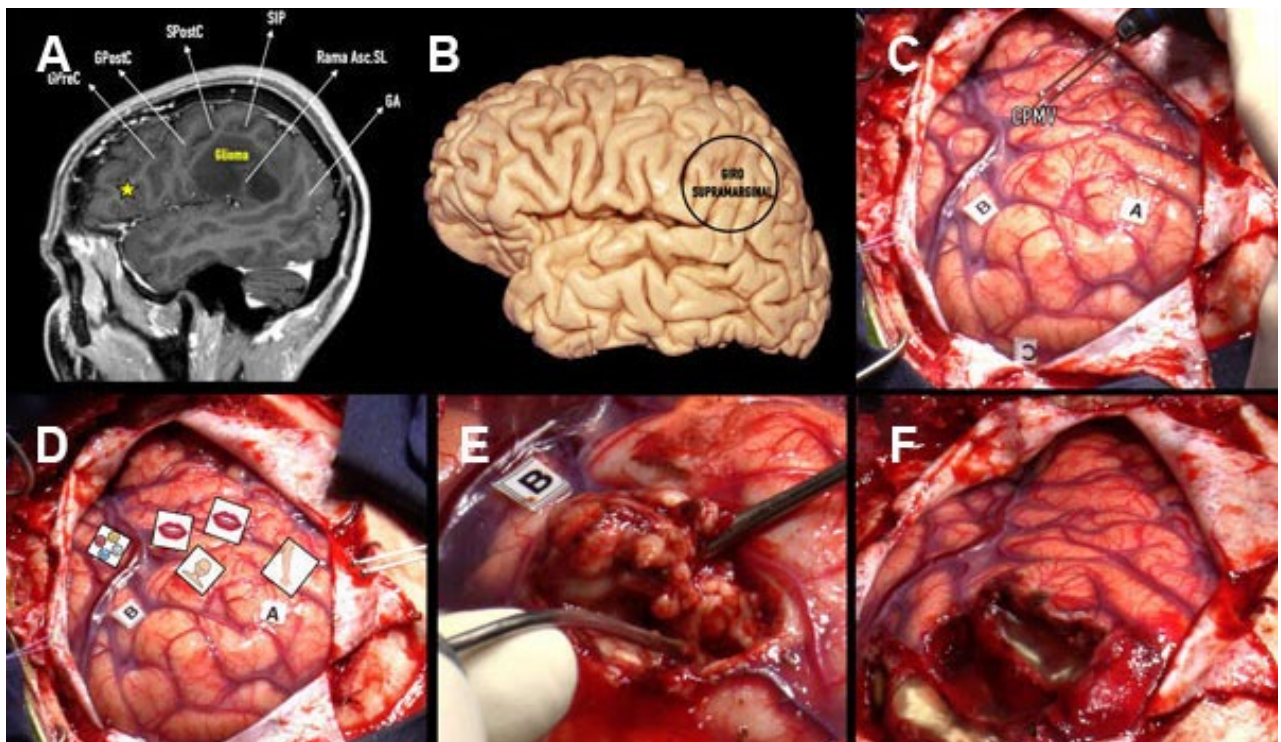


Figura 2. Caso 1: glioma en giro supramarginal. A) RM ponderada en T1 con gadolinio donde se evidencia lesión intraaxial, hipointensa y difusa en GSM izquierdo, sin realce a la administración de contraste. Se identifica corteza premotora ventral (estrella amarilla) sitio de identificación del umbral de estimulación (2 mA) con arresto del lenguaje. B) Representación anatómica de la localización tumoral. C) Estimulación bipolar de la CPMV. D) Identificación con tags de los sitios de mapeo positivo, tag de boca: arresto del lenguaje, tag de 4 caras: alteración de la mentalización, tag de brazo y rostro: área motora primaria. Se identifica con tag A, B, C márgenes tumorales. E) Resección tumoral subpial. F) Lecho quirúrgico con preservación de límites funcionales. Se muestran referencias anatómicas: GPostC (giro postcentral), SPostC (surco postcentral), SIP (surco intraparietal), Rama Asc. SL (rama ascendente del surco lateral), GA (giro angular), CPMV (corteza premotora ventral).

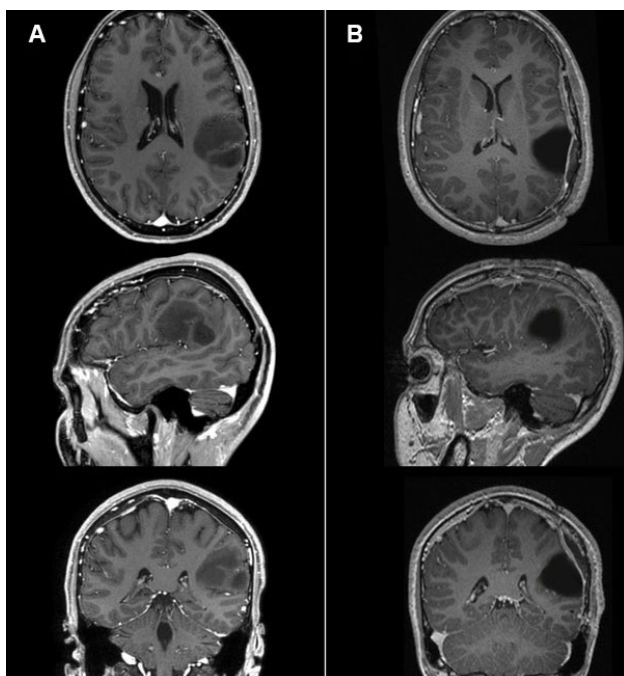


Figura 3. Caso 1: comparativa de RM pre y postoperatoria. A) RM prequirúrgica en secuencia T1 con gadolinio. B) RM postquirúrgica sin evidencia de remanente lesional.

registrando el desempeño en el reconocimiento de emociones. Los hallazgos individuales se describen a continuación.

**Caso 2:** paciente masculino diestro, de 24 años, con diagnóstico de oligodendroglioma en el área motora suplementaria izquierda y en giro del cíngulo

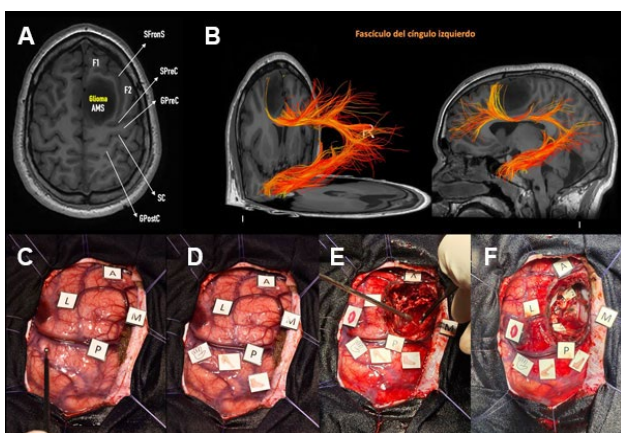


Figura 4. Caso 2: glioma en área motora suplementaria. A) RM. Se observa lesión intraaxial, hipointensa en T1 en área motora suplementaria izquierda. B) Reconstrucción tractografía 3D de fascículo del cíngulo donde se observa disrupción de sus fibras a nivel de localización tumoral y disminución de la fracción de anisotropía. C) Identificación de márgenes tumorales (A, M, P, L) y mapeo motor del giro precentral. D) Identificación del homúnculo motor con los respectivos tags, de medial a lateral: pie, brazo, mano. E) Estimulación bipolar subcortical. F) Lecho quirúrgico con identificación y preservación de límites funcionales. Se muestran referencias anatómicas: giro frontal superior (F1), giro frontal medio (F2), giro frontal inferior (F3), surco precentral (SPreC), surco central (SC), fisura interhemisférica (FIH), sutura coronal (SutCor), surco del cíngulo (SCing), giro del cíngulo (GCing), lóbulo paracentral (LPc) y cuerpo calloso (CC).

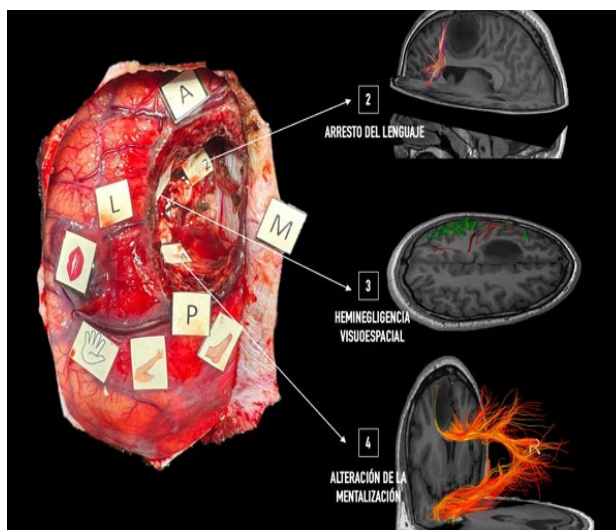


Figura 5. Caso 2: límites funcionales de la resección identificados con estimulación eléctrica directa.

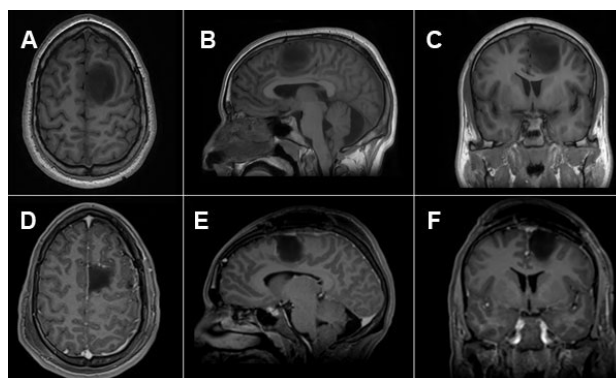


Figura 6. Caso 2: RM pre y postquirúrgica. A, B y C) RM preoperatoria en secuencia T1 en corte axial, sagital y coronal respectivamente. D, E y F) RM postoperatoria en secuencia T1 con gadolinio, sin evidencia de remanente tumoral ni realce patológico.

(Figuras 4-6). La capacidad cognitiva general, medida por el WAIS-IV, estuvo por debajo del promedio, con una variabilidad significativa en los índices verbales y no verbales (ver Tabla 2). Sin embargo, las habilidades de reconocimiento emocional se mantuvieron, como lo demostró la herramienta de IA, lo que indicaba una posible preservación de las capacidades afectivas a pesar de otros déficits cognitivos.

**Caso 3:** paciente femenina diestra, de 65 años, que presentaba una lesión glial de bajo grado en el giro precentral derecho, asociada a convulsiones (Figuras 7 y 8). La evaluación cognitiva reveló un rendimiento deficiente caracterizado por déficits de atención y deterioro de las funciones ejecutivas (ver Tabla 2). A pesar de estos desafíos, la evaluación del reconocimiento emocional utilizando la herramienta de IA sugirió un nivel razonable de capacidad en esta área, lo que destaca el valor de tales evaluaciones para proporcionar un contexto integral de la cognición del paciente.

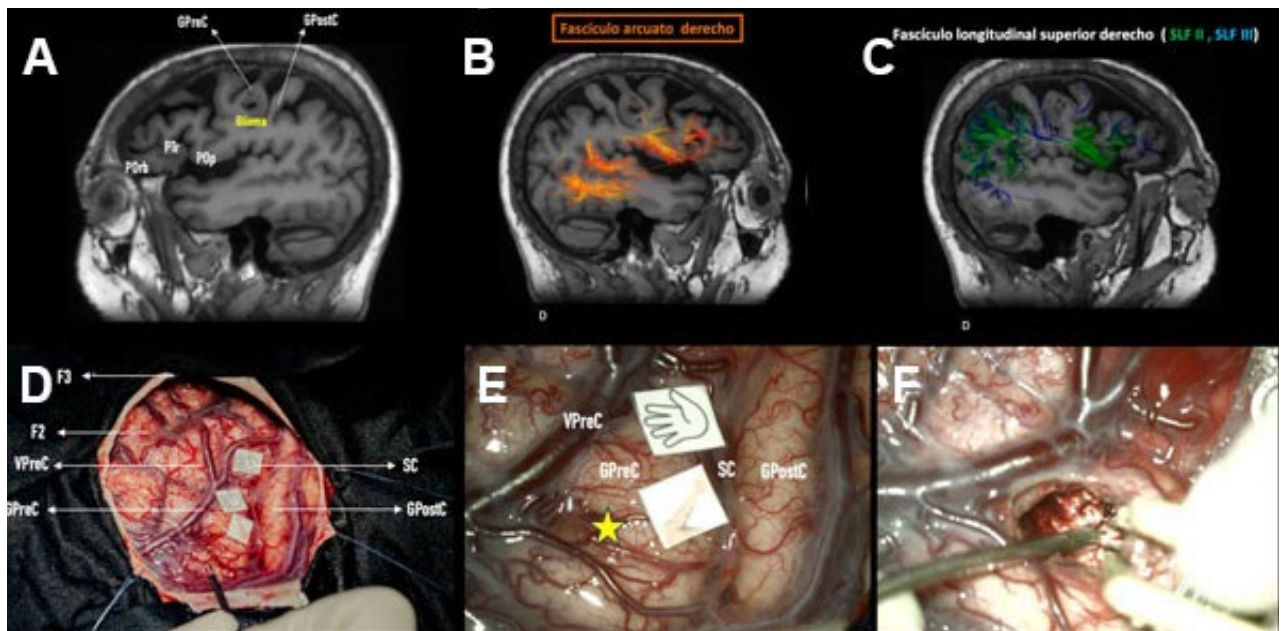


Figura 7. Caso 3: glioma precentral. A) RM, se evidencia lesión intraaxial hipointensa en T1 a nivel del giro precentral derecho. B y C) Tractografía con reconstrucción 3D del fascículo arcuato y longitudinal superior, respectivamente, y la alteración de la arquitectura de las fibras en relación a la lesión. D) Estimulación monopolar del giro precentral e identificación motora con los tags: brazo, mano (de medial a lateral). E) Identificación de zona segura de acceso (estrella amarilla). F) Lodge quirúrgica. Se muestran referencias anatómicas: *pars orbitalis* (POrb), *pars triangularis* (PTr), *pars opercularis* (POp) y giro frontal medio (F2).

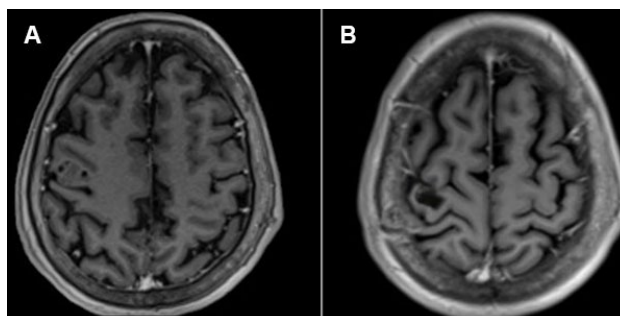


Figura 8. Caso 3: RM pre y postquirúrgica. A) RM prequirúrgica en secuencia T1 con gadolinio. B) RM postquirúrgica sin remanente lesional.

**Caso 4:** paciente masculino diestro, de 63 años, con astrocitoma grado IV en cuerpo caloso y giro del cíngulo izquierdo que presentaba deterioro cognitivo subjetivo con déficits significativos en la memoria episódica verbal y visual (Figura 9) (ver Tabla 2). No obstante, el reconocimiento de las habilidades emocionales diseñado por IA indicó un posible funcionamiento emocional dentro de los límites normales, lo que enfatizó aún más la importancia de la tecnología en las evaluaciones neuropsicológicas.

**Caso 5:** paciente femenina de 32 años con astrocitoma IDH mutado temporal posterior izquierdo de bajo grado. Tuvo 15 años de educación, es diestra según el Inventario de Lateralidad de Edimburgo. El inicio de los síntomas se produjo en septiembre de 2022, caracterizado por un trastorno convulsivo con pérdida del conocimiento, con el episodio más reciente en septiembre de 2023, que comenzó con confusión, mareos y alexia, seguido de la posterior

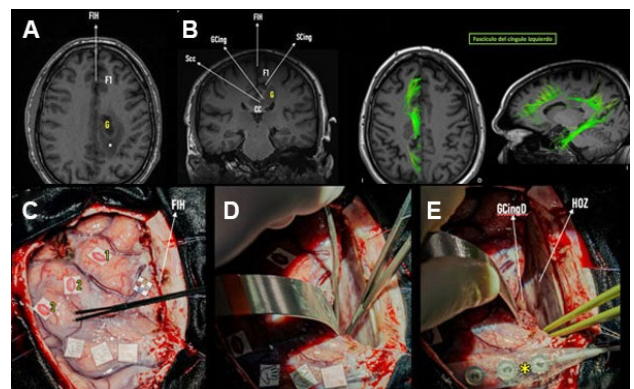


Figura 9. Caso 4: glioma en cuerpo caloso y giro del cíngulo. A) RM ponderada en T1 en corte axial y coronal, se evidencia lesión intraaxial heterogénea a nivel del cuerpo caloso con extensión al giro del cíngulo izquierdo y con edema vasogénico asociado (asterisco blanco). B) Reconstrucción tractográfica 3D de fascículo del cíngulo izquierdo con disrupción de sus fibras en relación al tumor. C) Estimulación cortical bipolar e identificación de áreas de mapeo positivo con los tags: boca: 1 (latencia del lenguaje), 2 (parafasia fonológica), 3 (arresto del lenguaje). D) Corredor interhemisférico. E) Colocación de tiras de electrodos corticales de 5 canales para el mapeo motor continuo. Se muestran referencias anatómicas: *giro frontal superior* (F1) y *surco del cuerpo caloso* (Sc).

pérdida del conocimiento (Figuras 10-12). La evaluación neuropsicológica indicó que su rendimiento cognitivo global se encontraba dentro del rango promedio, aunque se han observado dificultades atencionales no patológicas muy leves (ver Tabla 2).

## DISCUSIÓN

La evaluación de la cognición social en el contexto neuroquirúrgico ha sido tradicionalmente relegada a un

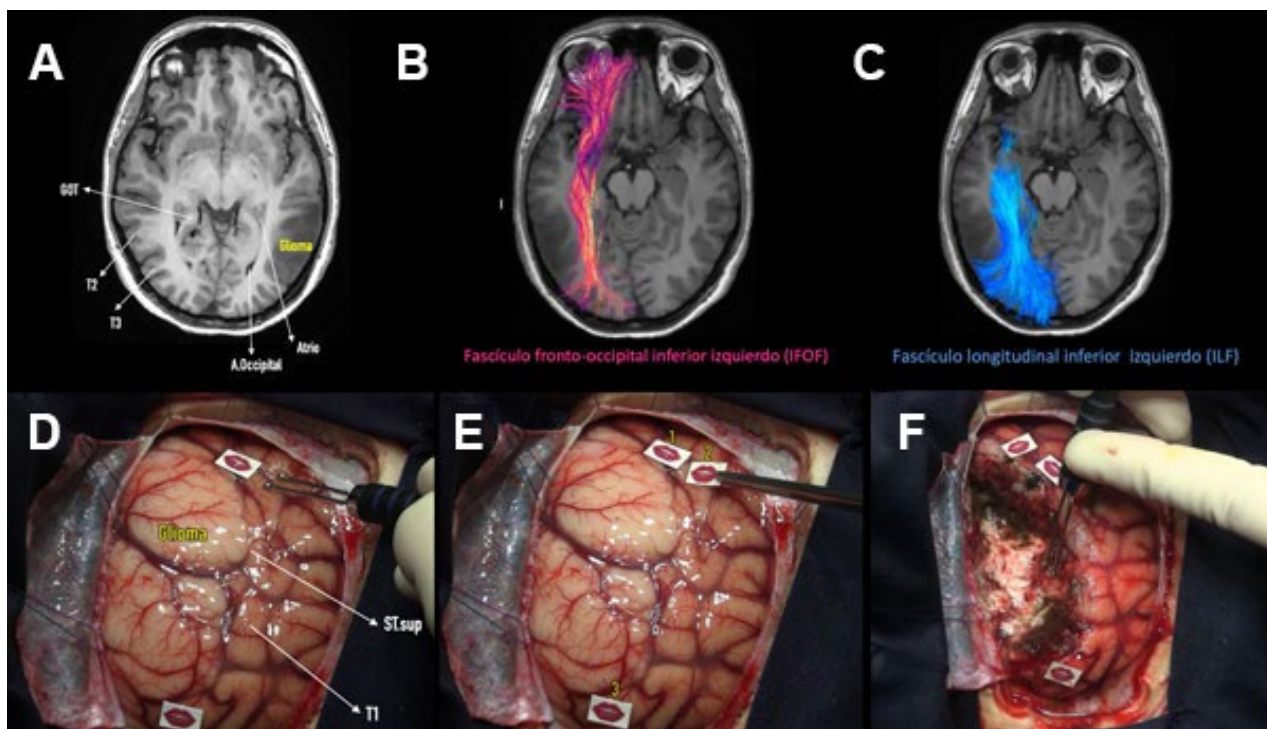


Figura 10. Caso 5: glioma temporal posterior. A) RM ponderada en T1 en la cual se evidencia lesión intraaxial difusa a nivel temporal posterior izquierdo. B y C) Tractografía con reconstrucción 3D de fascículo frontooccipital inferior y longitudinal inferior en estrecha relación con el componente medial del tumor. D) Estimulación cortical bipolar. E) Identificación de hallazgos funcionales con tags de boca: 1 (parafasia semántica), 2 (anomia), 3 (alexia). F) Estimulación bipolar subcortical e identificación de límites funcionales de la resección. Se muestran referencias anatómicas: *giro occipitotemporal (GOT)*, *giro temporal superior (T1)*, *giro temporal medio (T2)*, *giro temporal inferior (T3)* y *surco temporal superior (ST.sup)*.

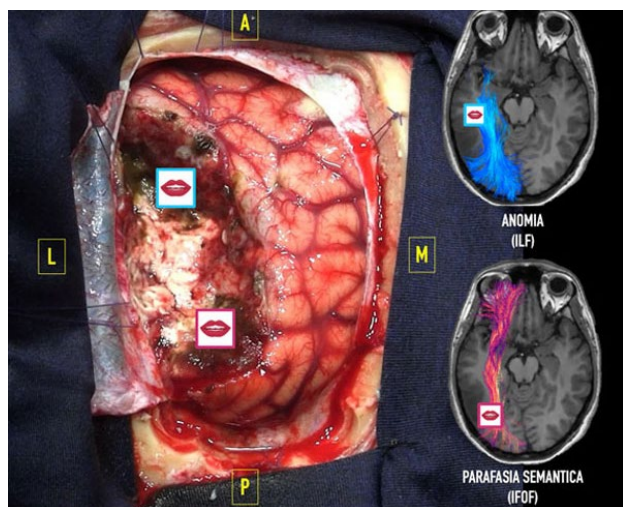


Figura 11. Caso 5: límites funcionales de la resección.

segundo plano frente a dominios considerados prioritarios, como el lenguaje o la motricidad. Sin embargo, preservar las habilidades sociales resulta fundamental para la calidad de vida postquirúrgica de los pacientes. En este sentido, el presente estudio introduce una herramienta innovadora basada en IA que permite una evaluación integral de la cognición social, particularmente en el reconocimiento de emociones faciales, superando algunas limitaciones de los métodos clásicos como el “Reading the Mind in the Eyes” (RME).

Mientras que el RME se centra exclusivamente en

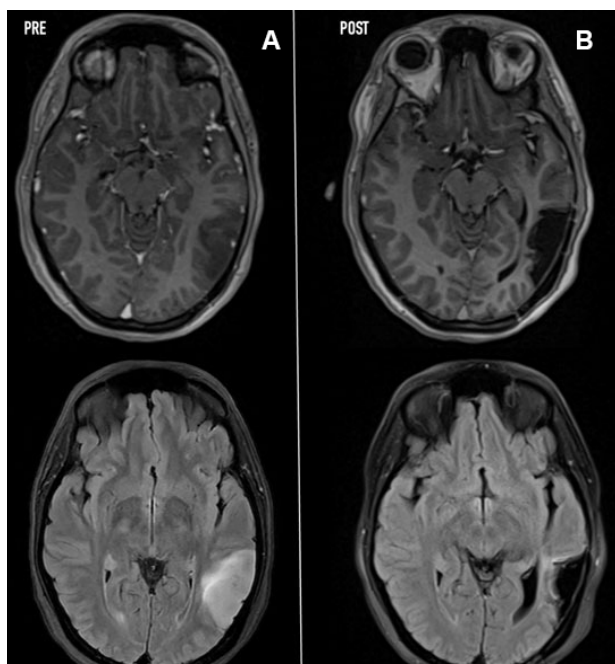


Figura 12. Caso 5: RM pre y postquirúrgica. A) RM prequirúrgica en secuencia T1 con gadolinio y FLAIR. B) RM postquirúrgica con discreta hiperintensidad en FLAIR a nivel anteromedial correspondiente al límite funcional durante la estimulación eléctrica directa.

la interpretación emocional a partir de la región ocular, nuestra herramienta evalúa expresiones faciales completas, ofreciendo una representación más realista y representativa de las demandas sociales de la vida cotidiana. Esta

diferencia resulta relevante, ya que en las interacciones reales el procesamiento emocional involucra múltiples señales faciales simultáneamente, y no solo la mirada. Además, el hecho de utilizar imágenes con progresión controlada de la intensidad emocional permitió adaptar la tarea al nivel de cada paciente, aumentando la sensibilidad de la evaluación y posibilitando una detección precoz de déficits sutiles.

Estudios recientes han cuestionado la validez del RME como medida de teoría de la mente, argumentando que se trata más bien de una prueba de reconocimiento emocional complejo, con alta sensibilidad a factores verbales y culturales.<sup>(17)</sup>

Un aspecto importante para destacar es la adaptabilidad de esta metodología. A diferencia de instrumentos estandarizados que pueden resultar culturalmente sesgados o poco familiares, la generación de imágenes mediante IA ofrece la posibilidad de ajustar los estímulos a las características individuales de los pacientes, tanto en

términos étnicos como de edad, género o rasgos culturales. Este potencial de personalización abre una nueva vía para la investigación y la práctica clínica, donde los paradigmas de evaluación podrían diseñarse a medida, incrementando su relevancia para situaciones sociales reales.

No obstante, es necesario realizar una autocrítica respecto a las debilidades actuales de esta herramienta. El presente trabajo se centró en el reconocimiento de emociones básicas (alegría, tristeza, miedo, sorpresa, ira), correspondientes a los denominados procesos cálidos. Si bien estas emociones son universales y fundamentales para la interacción social, no abarcan la complejidad emocional involucrada en situaciones más elaboradas, donde intervienen los procesos fríos como la detección de la ironía, la empatía compleja o el manejo de emociones sociales como la vergüenza, la culpa o el orgullo. Futuras investigaciones deberían avanzar hacia el diseño de tareas que contemplen estos niveles superiores de procesamiento emocional, esenciales para la interacción social sofisticada.

**TABLA 2. DÉFICIT DE DOMINIOS COGNITIVOS DURANTE LA VALORACIÓN NEUROCOGNITIVA PREQUIRÚRGICA**

Casos	Déficits de dominios cognitivos	
Caso 1	Astrocitoma en el giro supramarginal izquierdo	CIT promedio bajo Déficits FFEE que inciden en la habilidad para memorizar  Leve dificultad en tareas visoperceptivas y visoconstructivas
Caso 2	Oligodendroglioma en el AMS y en giro del cíngulo	CIT promedio bajo Dificultades en el rastreo visual y la velocidad de procesamiento FFEE problemas en tareas de FVF Déficits en la memoria episódica visual  Habilidades visuoespaciales comprometidas
Caso 3	Lesión glial en el giro precentral derecho	Rendimiento cognitivo global descendido del puntaje de corte Amplitud atencional disminuida Desempeño fluctuante del rastreo visual y de la velocidad de procesamiento FFEE problemas en la flexibilidad cognitiva, la inhibición de la interferencia y en tareas FVF Compromiso generalizado de la memoria episódica verbal y visual Repetición de palabras y denominación verbal de imágenes Dificultades en la capacidad de abstracción verbal y visual Déficits en tareas visoperceptivas y visoconstructivas  Ánimo lábil con tendencia ansiosa
Caso 4	Astrocitoma en cuerpo caloso y giro del cíngulo izquierdo	Rendimiento cognitivo global descendido del puntaje de corte Desorientación temporal Compromiso generalizado de la memoria episódica verbal y visual Habilidades visuoespaciales comprometidas
Caso 5	Astrocitoma temporal posterior izquierdo	Mínimas dificultades atencionales

AMS: área motora suplementaria. FFEE: funciones ejecutivas. CIT: coeficiente intelectual total. FVF: fluencia verbal fonológica. FVS: fluencia verbal semántica.

La capacidad de reconocimiento facial constituye un componente fundamental para la identificación de emociones. Esta habilidad puede verse afectada tanto por causas adquiridas como congénitas, especialmente por alteraciones en el giro fusiforme, y da lugar a un trastorno conocido como prosopagnosia. Existen dos formas principales de prosopagnosia: la **aperceptiva**, que implica una dificultad en el procesamiento perceptual de rostros, incluso desconocidos; y la **asociativa**, que afecta el reconocimiento de rostros familiares previamente aprendidos. Estudios han demostrado que lesiones en el giro fusiforme pueden deteriorar la percepción configuracional de los rasgos faciales, lo que es característico en este trastorno.<sup>(18)</sup>

En nuestra prueba, si únicamente empleáramos imágenes de rostros familiares, podríamos estar privilegiando la activación de redes temporales anteriores –asociadas a la memoria y al reconocimiento de identidades conocidas–, pero dejando de lado componentes visuales más primarios y de codificación inicial involucrados en el procesamiento de rostros no familiares. Esto podría limitar la sensibilidad de la prueba para detectar déficits más sutiles en el reconocimiento emocional, particularmente en contextos que simulan situaciones sociales nuevas o impersonales.

Por ello, proponemos incorporar tanto rostros familiares como no familiares en el diseño experimental. Esta estrategia no solo mejoraría la validez del instrumento, ya que en la vida cotidiana interactuamos tanto con personas conocidas como desconocidas, sino que también permitiría captar un espectro más amplio de dificultades en el reconocimiento emocional.<sup>(19)</sup>

### Limitaciones del estudio

La selección de imágenes, si bien cuidadosamente realizada, estuvo sustentada en la evaluación subjetiva de los investigadores, lo que podría introducir sesgos. Asimismo, el tamaño muestral reducido y la ausencia de una comparación directa con técnicas tradicionales limitan la generalización de los resultados. En adelante, será

fundamental no solo validar esta herramienta en muestras más amplias y heterogéneas, sino también considerar la posibilidad de incrementar su sensibilidad incluyendo emociones más complejas.

Observamos que ninguno de los pacientes evaluados presentó dificultades con nuestra prueba, lo que podría indicar que el nivel de complejidad emocional abordado es insuficiente para detectar déficits sutiles. A diferencia del test de lectura de miradas, que explora emociones más elaboradas y matices mentales, nuestra prueba se limita a emociones básicas. Por ello, proponemos incorporar un espectro más amplio de emociones en futuras versiones del instrumento, con el fin de mejorar su capacidad discriminativa y su aplicabilidad clínica.

### CONCLUSIÓN

Este estudio destaca la importancia de utilizar herramientas avanzadas, como las diseñadas con inteligencia artificial, para evaluar la cognición y el reconocimiento emocional en pacientes neurológicos, ofreciendo información valiosa para la intervención y la planificación terapéutica. La integración de herramientas basadas en IA en el mapeo cognitivo intraoperatorio representa una oportunidad prometedora para optimizar la preservación de la cognición social en pacientes con gliomas. Proteger no solo las funciones instrumentales, sino también las que sostienen el vínculo social es un paso fundamental hacia la neurocirugía basada en el conectoma.

### Contribuciones de autoría

Conceptualización, Adquisición de fondos, Validación y Visualización: Mickaela Echavarría Demichelis. Curación de datos y Redacción - borrador original: Enzo Parisi. Análisis formal, Administración del proyecto, Software y Supervisión: Lautaro Ezequiel De Bartolo Villar. Investigación y Metodología: Mónica Garavaglia. Recursos y Redacción - revisión y edición: Edgar Ordoñez.

### BIBLIOGRAFÍA

1. McDonald S, Cassel A. Rehabilitación de los trastornos de la cognición social. En: Wilson BA, Winegardner J, van Heugten CM, Ownsworth T, eds. Rehabilitación neuropsicológica: manual internacional. 1ª ed. Ciudad de México: El Manual Moderno; 2019. p. 511-23.
2. Duffau H. Lessons from brain mapping in surgery for low-grade glioma: insights into associations between tumor and brain plasticity. *Lancet Neurol*. 2005;4(8):476-86.
3. Herbet G, Lafargue G, Bonnetblanc F, Moritz-Gasser S, Duffau H. Inferring a dual-stream model of mentalizing from associative white matter fibres disconnection. *Brain*. 2014;137(3):944-59.
4. Philippi CL, Mehta S, Grabowski T, Adolphs R, Rudrauf D. Damage to association fiber tracts impairs recognition of the facial expression of emotion. *J Neurosci*. 2009;29(48):15089-99.
5. Mandonnet E, Herbet G, eds. Intraoperative mapping of cognitive networks. 1.ra ed. Suiza: Springer; 2021.
6. Baron-Cohen S, Wheelwright S, Hill J, Raste Y, Plumb I. The "Reading the Mind in the Eyes" Test, Revised Version: a study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or high-functioning autism. *J Child Psychol Psychiatry*. 2001;42(2):241-51.
7. Fan BE, Chow M, Winkler S. Artificial intelligence-generated facial images for medical education. *Med Sci Educ*. 2023;34(1):5-7.

8. Javan R, Cole J, Hsiao S, Cronquist B, Monfared A. Integration of AI-generated images in clinical otolaryngology. *Cureus*. 2024;16(8):e68313.
9. Waikel RL, Othman AA, Patel T, y col. Generative methods for pediatric genetics education. *medRxiv*. 2023;2023.08.01.23293506.
10. Huston JC, Kaminski N. A picture worth a thousand words, created with one sentence: using artificial intelligence-created art to enhance medical education. *ATS Sch*. 2023;4(2):145-51.
11. Yordanova YN, Duffau H, Herbet G. Neural pathways subserving face-based mentalizing. *Brain Struct Funct*. 2017;222(7):3087-105.
12. Herbet G, Duffau H. Revisiting the functional anatomy of the human brain: toward a meta-networking theory of cerebral functions. *Physiol Rev*. 2020;100(3):1181-228.
13. Gupta DK, Chandra PS, Ojha BK, et al. Awake craniotomy versus surgery under general anesthesia for resection of intrinsic lesions of eloquent cortex. *Clin Neurol Neurosurg*. 2007;109(4):335-42.
14. Pichierri A, Bradley M, Iyer V. Anesthetic management of awake craniotomy: systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg Anesthesiol*. 2018;30(3):221-31.
15. Eseonu CI, ReFaey K, Garcia O, y col. Awake craniotomy anesthesia for glioma surgery: a systematic review. *World Neurosurg*. 2017;105:199-209.
16. Brown T, Shah AH, Bregy A, y col. Awake craniotomy for brain tumor resection: the rule rather than the exception? *J Neurosurg Anesthesiol*. 2013;25(3):240-7.
17. Oakley BFM, Brewer R, Bird G, Catmur C. Theory of mind is not theory of emotion: a cautionary note on the Reading the Mind in the Eyes Test. *J Abnorm Psychol*. 2016;125(6):818-23.
18. Barton JJS, Press DZ, Keenan JP, O'Connor M. Lesions of the fusiform face area impair perception of facial configuration in prosopagnosia. *Neurology*. 2002;58(1):71-8.
19. De Renzi E, Faglioni P, Grossi D, Nichelli P. Apperceptive and associative forms of prosopagnosia. *Cortex*. 1991;27(2):213-

## COMENTARIO

El trabajo presentado aborda un dominio que, históricamente, ha quedado relegado a un segundo plano frente a funciones tradicionalmente consideradas “mayores”, como el lenguaje o la motricidad: la cognición social. Incorporar una herramienta basada en Inteligencia Artificial para evaluar el reconocimiento emocional durante la cirugía con paciente despierto es una propuesta no solo innovadora, sino conceptualmente valiente. Se alinea con una visión de la neurocirugía moderna que entiende el cerebro como un sistema de redes dinámicas y no como una suma de áreas corticales aisladas. Lo más destacable de esta propuesta es su búsqueda de validez ecológica o como emuladora de actividades cotidianas. Al utilizar rostros completos generados por IA (DALL·E) y gradientes de intensidad, los autores logran aproximar la tarea a la vida real, donde las emociones se interpretan de forma global y no fragmentada como propone el clásico test Reading the Mind in the Eyes. Esta distinción es crucial: en el mundo real, la interacción humana no ocurre en blanco y negro ni se limita a la mirada. Sin embargo, el hecho de que se haya preservado el reconocimiento emocional en el 100 % de los casos (incluso en pacientes con déficits ejecutivos o de memoria previos, como se vio en los casos 1 y 4), nos obliga a una lectura prudente. Es muy probable que el paradigma de “emociones básicas” todavía no tensiona lo suficiente las complejas redes de mentalización. Como bien sugieren los autores, el desafío futuro reside en mapear los “procesos fríos” y emociones sociales más sutiles, como la ironía o la culpa, donde realmente se juega la esencia del vínculo humano.

Este trabajo funciona como un disparador necesario. Más que ofrecer respuestas definitivas, abre una línea conceptual que invita a otros equipos a profundizar en el mapeo de la cognición social. Es, en definitiva, un paso firme hacia una neurocirugía más humana, preocupada no solo por preservar la capacidad de hablar o moverse, sino por la capacidad de seguir siendo uno mismo frente a los demás.

P. Tomás Funes  
Sanatorio Anchorena y Sanatorio Otamendi, Ciudad de Buenos Aires, Argentina