

La importancia del córtex parietal superior en la aparición del arte y el desarrollo cognitivo

El origen del arte con relación al córtex parietal superior

Nuria Sánchez Cayuela¹, Aroa Casado Rodríguez^{2*}

¹ Facultat de Medicina. Universitat de Barcelona

² Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales (BEECA). Universidad de Barcelona; Unidad de Anatomía y Embriología Humana. Facultad de Medicina - Universidad de Barcelona; Facultad de Fisioterapia. Escuelas Universitarias Gimbernat; Institut d'Arqueologia de la Universitat de Barcelona (IAUB). Universidad de Barcelona

Resum

L'objectiu principal d'aquest treball és estudiar la relació del còrtex parietal superior (CPS) amb l'aparició de l'art, per explorar el potencial de l'art com a eina educativa i terapèutica a la infància. Per això s'ha dut a terme una revisió sistemàtica a diverses bases de dades com Pubmed, TripDataBase, Science Direct i Google Scholar. L'estratègia de cerca es va basar en explorar les paraules clau següents: *art, brain, evolution, superior parietal cortex, symbolism, cognition*. Mitjançant l'estratègia d'exploració bibliogràfica es van trobar en total 420 estudis, dels quals una vegada aplicats els criteris d'inclusió i exclusió només se'n van incloure 20 en aquest article. En aquesta selecció, es va observar que les categories tractades més explorades a l'hora d'abordar la relació entre art i cervell van ser: la mida cerebral i l'encefalització (27,27%), els efectes de la cuina i la dieta (22,73 %), el còrtex parietal superior (22,73%) i la cognició simbòlica (18,18%). Després de la revisió exhaustiva de la literatura científica, cal destacar que la varietat d'investigacions en matèria de neurociència, evolució anatòmica i desenvolupament cognitiu no són suficients per establir una relació directa entre l'increment del còrtex parietal superior i l'origen de l'art. Tot i així, l'aparició de l'art durant el procés d'encefalització de l'espècie humana ens porta a preguntar-nos si l'art pot ser un potenciador del desenvolupament cognitiu i no només una conseqüència de l'encefalització humana. Si fos així, una major inclusió de l'art a les aules i de la teràpia artística als Centres de Desenvolupament Infantil i Atenció Precoç (CDIAP) podria guardar relació amb la configuració cognitiva futura.

Paraules clau: còrtex parietal superior, encefalització, desenvolupament del art, art, anatomia

Abstract

The main objective of this work is to study the relationship of the superior parietal cortex (CPS) with the appearance of art, to explore the potential of art as an educational and therapeutic tool in childhood. A systematic review has been

*Correspondencia

Aroa Casado Rodríguez
aroa.casado@ub.edu

Citació

Sánchez N, Casado A. La importancia del córtex parietal superior en la aparición del arte y el desarrollo cognitivo. 2021; 2(2): 145-154. doi: 10.1344/joned.v2i2.37917

Conflicto de intereses

La autoras declaran la ausencia de conflicto de interés derivado de este trabajo.

Editora

Laia Lluch Molins (Universitat de Barcelona, España)

Revisores

Andrea Paula Goldin
Andre Blake

El manuscrito ha sido aceptado por todos los autores, en el caso de haber más de uno, y las figuras, tablas e imágenes no están sujetos a ningún tipo de copyright.

carried out in databases such as Pubmed, TripDataBase, Science Direct and Google Scholar. The search strategy was based on exploring the following keywords: Art, Brain, Evolution, Superior Parietal Cortex, Symbolism, Cognition. Through the literature exploration strategy, a total of 420 studies were found. After inclusion and exclusion criteria were applied, only 20 were included in the present article. In this selection, it was observed that the most explored categories treated when addressing the relationship between art and brain were brain size and encephalization (27.27%), the effects of cooking and diet (22.73 %), the superior parietal cortex (22.73%) and symbolic cognition (18.18%). After an exhaustive review of the scientific literature, it should be noted that the variety of investigations in neuroscience, anatomical evolution and cognitive development are not enough to establish a direct relationship between the increase in the superior parietal cortex and the origin of art. Even so, the appearance of art during the encephalization process of the human species leads us to wonder if it is possible that art can be an enhancer of cognitive development and not just a consequence of human encephalization. If so, a greater inclusion of art in the classroom and of art therapy in the Centers for Child Development and Early Attention (CDIAP in Catalonia) could be related to the future cognitive configuration.

Keywords: superior parietal cortex, encephalitis, development of art, art, anatomy

Resumen

El principal objetivo de este trabajo es estudiar la relación del córtex parietal superior (CPS) con la aparición del arte para explorar el potencial del arte como herramienta educativa y terapéutica en la infancia. Para ello se ha llevado a cabo una revisión sistemática en diversas bases de datos como Pubmed, TripDataBase, Science Direct y Google Scholar. La estrategia de búsqueda se basó en explorar las siguientes palabras claves: *art, brain, evolution, superior parietal cortex, symbolism, cognition*. Mediante la estrategia de exploración bibliográfica, fueron hallados en total 420 estudios, de los cuales, una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, solo se incluyeron 20 en el presente artículo. En esta selección se observó que las categorías tratadas más exploradas a la hora de abordar la relación entre arte y cerebro fueron: el tamaño cerebral y la encefalización (27,27 %), los efectos de la cocina y la dieta (22,73 %), el córtex parietal superior (22,73 %) y la cognición simbólica (18,18 %). Tras la revisión exhaustiva de la literatura científica, cabe destacar que la variedad de investigaciones en materia de neurociencia, evolución anatómica y desarrollo cognitivo no son suficientes para establecer una relación directa entre el incremento del córtex parietal superior y el origen del arte. Aun así, la aparición del arte durante el proceso de encefalización de la especie humana nos lleva a preguntarnos si es posible que el arte pueda ser un potenciador del desarrollo cognitivo, y no solo una consecuencia de la encefalización humana. De ser así, una mayor inclusión del arte en las aulas y de la terapia artística en los centros de desarrollo infantil y atención precoz (CDIAP) podría guardar relación con la configuración cognitiva futura.

Palabras clave: córtex parietal superior, encefalización, desarrollo del arte, arte, anatomía

Introducción

La evolución y desarrollo del cerebro humano moderno se inició con los primeros homínidos en un proceso conocido como encefalización¹. Según algunos trabajos, factores como el cambio de dieta y la aparición del fuego^{1,2} fueron elementos clave para el gradual desarrollo de esta estructura. De hecho, se considera que durante este proceso el cerebro humano llegó a triplicar³ su tamaño hacia el modelo originario de los homínidos más primitivos, lo que ha llevado a algunos investigadores a relacionar este hecho con la aparición de facultades cognitivas complejas características de la especie humana. Por otra parte, varios artículos definen la encefalización como un proceso heterogéneo en cuanto al desarrollo desigual entre regiones cerebrales^{3,4}: en este sentido, destacan las áreas de asociación, zonas cerebrales de mayor complejidad neural involucradas en tareas como la integración de información somatosensorial o la elaboración del lenguaje. Varios trabajos neurocientíficos han analizado la posible relación entre el desarrollo del córtex parietal superior (CPS)⁵ y la aparición del arte en la prehistoria, así como el papel de éste en la supervivencia y la selección natural de la nuestra especie⁶. En este sentido, la exploración del arte como elemento potenciador de la evolución ha llevado a realizar investigaciones sobre sus posibles efectos en la plasticidad neural de los homínidos. De hecho, algunos autores han relacionado los procesos que tienen lugar durante el desarrollo neural de nuestros antepasados con lo que tiene lugar hoy en día en niños humanos modernos⁷. De esta forma, nuestro trabajo consistirá en una revisión sobre la posible implicación del córtex parietal superior con el origen del arte, partiendo de la hipótesis de que un mayor desarrollo de esta región cerebral determinó la conducta artística de los homínidos.

Materiales y métodos

Para explorar la relación del CPS con el origen del arte se decidió llevar a cabo un metaanálisis siguiendo la declaración PRISMA⁸ con la finalidad de proporcionar una síntesis del estado del conocimiento de la relación de dicha estructura con el desarrollo de las habilidades artísticas. Para ello se establecieron unos criterios de selección, una estrategia de investigación

y unos criterios de exclusión y de inclusión, que serán explicitados a continuación, cuya finalidad fue la de realizar una exploración lo más objetiva posible.

Criterios de selección

Para realizar esta revisión se realizó una búsqueda de la literatura en las siguientes bases de datos: PubMed, TripDataBase, Science Direct y Google Scholar, sin restricciones de idioma. También se hizo búsqueda manual en el buscador Google.

Estrategia de investigación

En un primer momento, teniendo en cuenta la variedad de literatura científica que existe sobre la temática de interés, se realizó un análisis general de la literatura con la finalidad de seleccionar la estrategia de investigación más representativa de la temática de interés que había que abordar. La estrategia de investigación definitiva se realizó mediante lenguaje libre, utilizando las siguientes palabras clave: *arte, brain, evolution, symbolism, posterior parietal cortex, superior parietal lobe, encephalization*. Esta estrategia se adoptó en todas las bases de datos. Se escogieron las palabras anteriores para la estrategia de investigación por ser las que otorgaban un mayor número de resultados directamente relacionados con la estructura anatómica de interés.

Criterios de inclusión y exclusión

Han sido incluidas las siguientes tipologías documentales: originales, capítulos de libros, cartas científicas y revisiones. Se han incluido solo estudios publicados en revistas indexadas y pertenecientes a los tres primeros cuartiles –de *Journal Citation Reports* (JCR) y *SCImago Journal Rank* (SJR)–, que contuvieran en su título, resumen o contenido las palabras clave incluidas en la estrategia de investigación. Fueron excluidos del metaanálisis todos los artículos en los que no figurasen los términos establecidos en la estrategia de investigación. La localización y selección de artículos, tanto los incluidos como los eliminados, se indica en el diagrama de flujo (figura 1).

Extracción de datos

A partir de los títulos, resúmenes, palabras clave y artículo completo en relación con la hipótesis de interés, fueron extraídos los datos resumen de las características de los estudios que contribuyen al

metaanálisis (ver **tabla 1**). La finalidad de la extracción de los datos más relevantes de los artículos fue evaluar la posibilidad de comparar los diferentes abordajes de la temática de estudio entre sí.

Resultados

Selección estudios

Entre los artículos de investigación recopilados, se identificaron 420 artículos. En la fase de cribado se seleccionaron, según el título y el *abstract*, 110, de los cuales 52 fueron excluidos por tratar temáticas alejadas de la pregunta principal. Aparte, de los 58 restantes fueron excluidos 18 artículos después de aplicar los criterios de inclusión. De los 40 estudios restantes se realizó una lectura completa; finalmente, se incluyeron 22 artículos considerados como más cercanos al objeto de estudio en las condiciones marcadas (ver **figura 1** y **tabla 1**). Los 18 artículos excluidos lo fueron debido a que trataban conceptos repetidos a los escogidos de forma menos específica y se centraban en variables no tan relevantes para responder a nuestra cuestión.

Características estudios

En la **tabla 1** se indica, de cada uno de los estudios, información descriptiva de los artículos (título, referencia, tipos de diseño), así como datos sobre las principales categorías de estudio y las ideas clave de la investigación. En el gráfico de la **figura 2** se muestra una serie de categorías creadas posteriormente a la realización del metaanálisis con la finalidad de representar las temáticas generales del total de los artículos incluidos. Dicha categorización se ha creado para evidenciar y concienciar sobre la heterogeneidad de abordajes de las temáticas explorada y la dificultad de establecer comparaciones entre sí que podrían ser de gran interés para la temática abordada.

Síntesis de los resultados

No podemos asegurar que exista correlación entre el incremento cerebral del CPS y una mayor capacidad cognitiva en el ámbito artístico, ya que la literatura científica abordada en el metaanálisis muestra un abordaje científico de la temática analizada poco homogéneo. Esto genera que no sea posible comparar entre sí los resultados de los diversos artículos que, si bien podrían guardar una relación entre sí, no

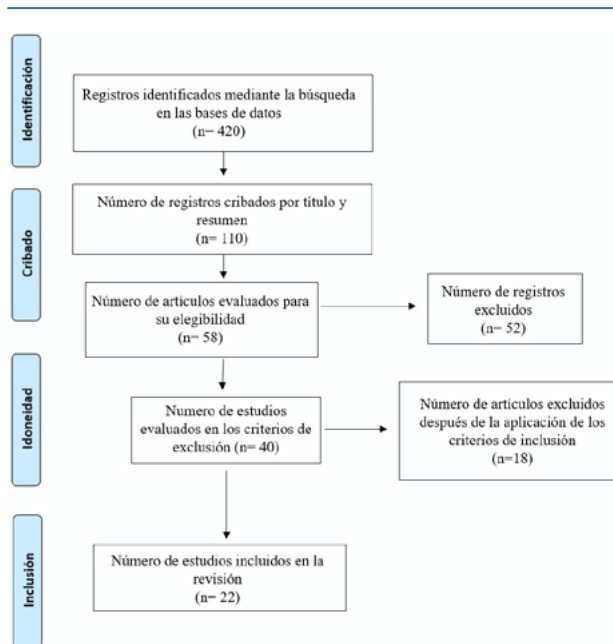


Figura 1. Diagrama de flujo del metaanálisis.

pueden ser comparados por una cuestión puramente metodológica. Sin embargo, tampoco se pueden rechazar las evidencias que señalan, entre otras, la implicación del córtex parietal superior en la capacidad visoperceptiva (crucial en la expresión artística), así como el mayor tamaño de la precuña (región incluida en el LPS), característico de los humanos.

Discusión

En nuestro trabajo no podemos confirmar que modificaciones en el córtex parietal superior estén relacionadas con la aparición de la capacidad creativa en

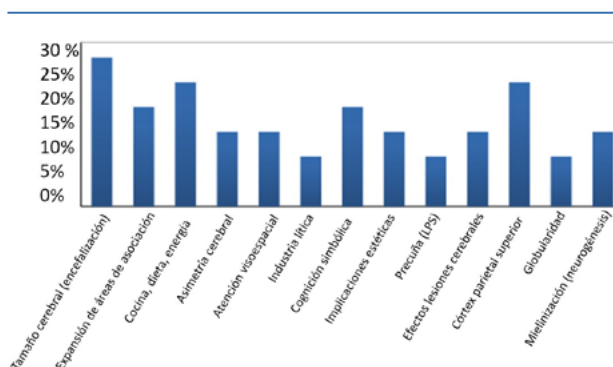


Figura 2. Frecuencia de aparición de cada categoría de análisis respecto al total de artículos incluidos.

los homínidos. Sin embargo, en los últimos años han sido diversas las aportaciones realizadas sobre esta temática por investigadores de diferentes disciplinas, lo que, pese a las limitaciones existentes, hace que el análisis de esta hipótesis resulte interesante para comprender mejor la relación entre el cerebro humano y el arte, e incluso establecer posibles aplicaciones prácticas de ese conocimiento.

Hoy en día es sabido que el cerebro humano ha experimentado grandes cambios a raíz de la evolución de nuestra especie y que estos se acentuaron en el proceso conocido como encefalización: este fenómeno no solo habría implicado el aumento en superficie del córtex cerebral, sino también la aparición y mayor crecimiento de áreas de asociación³, las cuales son regiones de alta complejidad implicadas en la integración y procesamiento de diversos tipos de información. En nuestro estudio relacionamos el desarrollo del córtex parietal superior –zona de asociación relacionada con la adquisición de capacidades visoespaciales y de la memoria de trabajo¹⁰– con el origen de la facultad artística, rasgo característico de nuestra especie. Si bien podríamos considerar la existencia de una asociación entre ambas variables, debido a las limitaciones que supone el análisis de esta hipótesis no hemos encontrado evidencias para afirmar que exista una correlación entre el incremento del córtex parietal superior y la aparición del arte.

El cerebro humano es una estructura de gran complejidad funcional que desempeña un papel destacado en nuestra especie por las altas capacidades cognitivas que distinguen a los humanos del resto de seres vivos. En este sentido, se ha considerado el proceso de encefalización como el inicio de la distinción a nivel neural del *Homo sapiens* hacia el resto de homínidos: si bien muchos autores confirman el incremento en tamaño del cerebro humano hacia otras especies de homínidos como el *Homo erectus*⁹, esta característica no sería suficiente para justificar una mayor capacidad cognitiva en los humanos, ya que en individuos sobre los que se hipotetiza que probablemente tendrían un menor desarrollo a nivel neural, como los *Homo neanderthalensis*, se sabe que tenían una superficie cerebral similar o incluso mayor a la nuestra¹¹. En consecuencia, se ha propuesto como hipótesis que es más importante la reorganización específica de redes neurales que el incremento del tamaño cerebral como factor determinante para la adquisición de mayores facultades cognitivas⁷.

¿Pero cómo y por qué tuvo lugar este fenómeno en nuestra especie? La respuesta a esta cuestión todavía se desconoce. Sin embargo, se han propuesto varios factores que podrían haber motivado cambios a nivel neural responsables de esta mejora de la facultad cognitiva, como sería la aparición o «invención» del fuego y la consecuente posibilidad de cocinar los alimentos: en este sentido, muchos autores han planteado la “hipótesis del tejido caro”¹², la cual justifica el incremento de la complejidad cerebral en los homínidos como resultado de la reducción del tracto intestinal. Así pues, factores como la dentición y los cambios dietéticos habrían motivado cambios a nivel digestivo que permitieran el mayor desarrollo del cerebro, que se convirtió en almacén de información somatosensorial con el objetivo de aumentar las posibilidades de supervivencia de la especie. Sin embargo, esta teoría se considera insuficiente para explicar los múltiples aspectos a raíz de los cuales nuestro cerebro evolucionó de forma diferente: en este sentido, se han considerado otros factores para justificar esta cuestión, como serían los cambios ambientales¹¹, el consumo de alimentos más calóricos, la mayor sociabilidad entre individuos o incluso rasgos del proceso de neurogénesis como la mielinización^{3,4}, que en los humanos tendría lugar tardíamente en algunas regiones cerebrales en comparación con otras especies. De hecho, cabe destacar que algunos investigadores consideran específicamente esta mielinización tardía en las áreas de asociación del cerebro humano como principal causa para explicar las diferencias a nivel cognitivo entre los humanos y el resto de las especies^{4,7}.

En lo que están de acuerdo la mayoría de los autores es en que durante la encefalización el cerebro humano experimentó una expansión desproporcionada que habría ido acompañada de consecuentes modificaciones a nivel craneal¹³ que la habrían hecho posible. Sin embargo, para estudiar nuestra hipótesis resulta aún más interesante fijarse en las variaciones de reorganización neural que habrían tenido lugar durante este desarrollo: como han demostrado algunos autores, algo muy relevante del proceso de encefalización no solo implicaría cambios de superficie, número de células y regiones neurales, sino también la aparición o mayor desarrollo de áreas cerebrales de asociación en regiones occipitales, temporales y parietales^{3,7,10}.

De este modo, en nuestro estudio nos hemos centrado en la región parietal posterior, con especial atención en el área de asociación que conforma el córtex parietal superior. En primer lugar, cabe destacar que estudios comparativos entre primates y humanos han confirmado diferencias anatómicas de esta región entre ambas especies^{10,14,15}. Aparte, el hecho de que también se haya demostrado un incremento del CPS¹⁵ durante la encefalización de los homínidos lleva a pensar que esta región habría tenido un lugar destacado durante este proceso, por lo que podría estar relacionada con la potenciación de los rasgos cognitivos que caracterizan a nuestra especie. Concretamente, el córtex parietal superior es una región relacionada con funciones cerebrales de alto nivel como la integración visoespacial, la propiocepción y la cognición simbólica¹⁶. De hecho, estudios que han analizado estas funciones han demostrado que lesiones en esta región implican alteraciones como desorientación espacial o apraxia¹⁷⁻¹⁹. Sin embargo, lo que sí parece indiscutible es la implicación del CPS en la realización de tareas exclusivas de la conducta humana, ya que incluso trabajos que estudian específicamente la precuña (región adyacente al córtex parietal superior e incluida en el córtex parietal posterior)^{11,14,15} también mostrarían la relación de esa zona con capacidades como la coordinación espacial.

Teniendo en cuenta el tipo de actividades prácticas resultantes de estas facultades cognitivas, resulta lógico pensar que una mayor estimulación de estas regiones –acompañada de la correspondiente realización de estas tareas– podría haber determinado de forma primordial nuestro destino evolutivo: en este sentido, la potenciación de facultades del CPS como son la integración visoespacial y la memoria de trabajo –capacidades involucradas en la coordinación movimientos y realización de tareas manuales secuencial y adecuadamente– demostrarían la posible implicación del de esta zona cerebral en la aparición de la industria lítica¹¹, la cual supone un rasgo distintivo del *Homo sapiens*. Sin embargo, al ser diversas las regiones cerebrales que pueden estar involucradas en el funcionamiento de una misma habilidad cognitiva⁹ –aunque con contribuciones de diferente relevancia–, hoy en día no es posible confirmar una implicación directa del CPS en la aparición de las primeras herramientas manuales. Sin embargo, al menos lo que sí podríamos consi-

derar sería la participación primordial hipotética de esta región en lo que conocemos como “creatividad humana”, ya que algunos trabajos señalan funciones empleadas durante la elaboración de herramientas como factores cruciales para actividades como la expresión artística^{9-11,21}, una facultad que, remarcamos, es característica del comportamiento humano.

Si bien parece extraño imaginar un mundo sin manifestaciones artísticas de ningún tipo, el origen del arte como tal todavía es desconocido. A pesar de que otros homínidos ya manifestaron capacidades para realizar herramientas (como los *Homo habilis* o los *Homo erectus*), la expresión artística solo habría tenido lugar en manos de individuos *Homo sapiens* y *Homo sapiens neanderthalensis*²², lo que lleva a cuestionar la influencia que tuvo este hecho en la evolución de nuestros antepasados por dar lugar a los artistas de la actualidad. Según se ha planteado en numerosas ocasiones, el arte habría servido como elemento cohesionador y habría supuesto una mejor forma de comunicación entre los individuos de un mismo grupo de homínidos^{19,22}.

De esta forma, *Homo sapiens* habría empleado el arte como mecanismo de interacción y demostración de habilidades propias con un enfoque para conseguir un mayor éxito reproductivo y, en consecuencia, en una mayor supervivencia. Así pues, parecería que la selección natural habría favorecido comportamientos y conductas artísticas, de modo que la potenciación de rasgos como la cognición simbólica y la destreza manual habrían sido determinantes en la probabilidad de supervivencia de nuestros antepasados. Entonces, en este contexto parecería lógico que los diferentes individuos prestaran especial atención a factores estéticos y empezaran a apreciar la “belleza” a nivel biológico^{6,20} como nunca en su tiempo, rasgos que, según se ha hipotetizado, parece que podrían implicar una participación del córtex parietal superior²³.

Por último, aunque varias observaciones apuntarían a una implicación del crecimiento del CPS durante la encefalización con la aparición del arte, tal y como se ha señalado, son diversas las limitaciones que impiden establecer conclusiones concretas en esta materia, como es la imposibilidad de analizar tejido cerebral de homínidos en fresco, las numerosas diferencias interindividuales en cuanto a capacidades artísticas o el hecho de que no existiría una región

cerebral específica responsable de la “creatividad”, tal y como hemos apuntado anteriormente⁹. Sin embargo, ciertamente, tampoco parecería lógico rechazar las evidencias demostradas en este ámbito que sí sugerirían una hipotética relación entre la región cerebral estudiada y la expresión artística. Por ello, consideramos importante considerar de cara a estudios futuros la necesidad de un abordaje homogéneo de la temática con la finalidad de que los diferentes datos extraídos de los diversos estudios puedan ser comparados metodológicamente entre sí.

Conclusiones

A pesar de las aportaciones de múltiples estudios en el ámbito de la evolución del córtex parietal superior y la relevancia del arte para nuestra especie,

en nuestro trabajo no podemos confirmar la existencia de una correlación entre el tamaño del CPS y una evolución cognitiva que hubiera dado lugar a la expresión artística de forma paralela. Consideramos necesaria más investigación para esclarecer los factores que condujeron a nuestros antepasados a desarrollar una actividad que incluso hoy en día resulta esencial para nuestro día a día y que nos caracteriza como especie. Un mayor conocimiento de la relación del arte y la cognición en las primeras etapas de la vida no solo permitiría conocer mejor el funcionamiento del cerebro humano, sino que abriría nuevas líneas de investigación para utilizar el arte como herramienta educativa estrechamente relacionada con el neurodesarrollo e incluso como hipotética herramienta terapéutica o de rehabilitación en la atención precoz.

Referencias

1. Enard W. The Molecular Basis of Human Brain Evolution. *Curr. Biol.* 2016; 26(20), R1109-R1117. doi: 10.1016/j.cub.2016.09.030
2. Zink KD, Lieberman DE. Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing 336 techniques on chewing in humans. *Nature.* 2016; 531(7595), 500-503. doi: 10.1038/nature16990
3. Buckner RL, Krienen FM. The evolution of distributed association networks in the human brain. *Trends. Cogn. Sci.* 2013; 17(12), 648-665. doi: 10.1016/j.tics.2013.09.017
4. Geschwind DH, Rakic P. Cortical evolution: Judge the brain by its cover. *Neuron.* 2013; 80(3), 633-647. doi: 10.1016/j.neuron.2013.10.045
5. Whitlock JR. Posterior parietal cortex. *Curr. Biol.* 2017; 27(14), R691-R695. doi: 10.1016/j.cub.2017.06.007
6. Westphal-Fitch G, Fitch WT. Bioaesthetics: The evolution of aesthetic cognition in 345 humans and other animals. *Prog. Brain Res.* 2018; 237, 3-24. doi: 10.1016/bs.pbr.2018.03.003
7. Falk D. Evolution of brain and culture: the neurological and cognitive journey from 348 Australopithecus to Albert Einstein. *J Anthropol. Sci.* 2016; 94, 99-111. doi: 10.4436/JASS.94027
8. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799.
9. Morriss-Kay GM. The evolution of human artistic creativity. *J. Anat.* 2010; 216(2), 158-176. doi: 10.1111/j.1469-7580.2009.01160.x
10. Bruner E. Human paleoneurology and the evolution of the parietal cortex. *Brain Behav.* 2018; 91(3), 136-147. doi: 10.1159/000488889
11. Neubauer S, Hublin JJ, Gunz P. The evolution of modern human brain shape. *Sci. Adv.* 2018; 4(1). doi: 10.1126/sciadv.aao5961
12. Navarrete A, Van Schaik CP, Isler K. Energetics and the evolution of human brain size. *Nature.* 2011; 480(7375), 91-93. doi: 10.1038/nature10629
13. Lesciotto KM, Richtsmeier JT. Craniofacial skeletal response to encephalization: How do we know what we think we know?. *Am. J. Phys. Anthropol.* 2019; 168 Suppl 67(Suppl 67), 27-46. doi: 10.1002/ajpa.23766
14. Pereira-Pedro AS, Rilling JK, Chen X, Preuss TM, Bruner E. Midsagittal Brain Variation among Non-Human Primates: Insights into Evolutionary Expansion of the Human Precuneus. *Brain Behav. Evol.* 2017; 90(3), 255-263. doi: 10.1159/000481085
15. Bruner E, Preuss TM, Chen X, Rilling JK. Evidence for expansion of the precuneus in human evolution. *Brain Struct. Funct.* 2017; 222(2), 1053-1060. doi: 10.1007/s00429-015-1172-y
16. Demarin V, Bedeković MR, Purić MB, Pašić MB. Arts, Brain and Cognition. *Psychiatr Danub.* 2016; 28(4), 343-348.
17. Rode G, Vallar G, Chabanat E, Revol P, Rossetti Y. What do spatial distortions in patients' drawing after right brain damage teach us about space representation in art? *Front. Psychol.* 2018; 9, 1058. doi: 10.3389/fpsyg.2018.01058
18. Berlucchi G, Vallar G. The history of the neurophysiology and neurology of the parietal lobe. *Handb. Clin. Neurol.* 2018; 151, 3-30. doi: 10.1016/B978-0-444-63622-5.00001-2
19. Zaidel DW. Art and brain: Insights from neuropsychology,

- biology and evolution. *J Anat.* 2010; 216(2), 177-183. doi: 10.1111/j.1469-7580.2009.01099.x
20. Wu Y, Wang J, Zhang Y, Zheng D, Zhang J, Rong M, Wu H, Wang Y, Zhou K, Jiang T. (2016) The neuroanatomical basis for posterior superior parietal lobule control lateralization of visuospatial attention. *Front. Neuroanat.* 10, 32. doi: 10.3389/fnana.2016.00032
21. Cela-Conde CJ, Ayala FJ. Art and brain coevolution. *Prog. Brain Res.* 2018; 237, 41-60. doi: 10.1016/bs.pbr.2018.03.013
22. Zaidel, DW. Art and brain: The relationship of biology and evolution to art. *Prog. Brain Res.* 2013; 204, 217-233. doi: 10.1016/B978-0-444-63287-6.00011-7
23. Cattaneo Z, Lega C, Gardelli C, Merabet LB, Cela-Conde CJ, Nadal M. The role of prefrontal and parietal cortices in esthetic appreciation of representational and abstract art: A TMS study. *Neuroimage.* 2014; 99, 443-450. doi: 10.1016/j.neuroimage.2014.05.037

Tabla 1. Características de los estudios incluidos en el metaanálisis

Título	Referencia	Variables de estudio	Conceptos adicionales	Ideas clave	Diseño de estudio
1. <i>The Molecular Basis of Human Evolution</i>	(Enard, 2016)	Tamaño cerebral	Cocina, socialidad, genética, cognición	Importantes avances para entender los factores que han influenciado la evolución cerebral, pero falta investigación a nivel molecular, genético y celular.	Revisión
2. <i>Impact of meat and Lower Palaeolithic food processing techniques on chewing in humans</i>	(Zink & Lieberman, 2016)	Consumo energético y evolución	Cocina, industria lítica, tamaño de mandíbula	Cambios en la dieta e industria lítica afectarían a la morfología craneofacial, dentición y también producción de lenguaje, crecimiento y morfología cerebrales.	Carta
3. <i>The evolution of distributed association networks in the human brain</i>	(Buckner & Krienen, 2013)	Expansión áreas asociación	Mielinización	Incremento del córtex asociativo podría contribuir a mayores facultades cognitivas humanas	Revisión
4. <i>Cortical evolution: Judge the Brain by Its Cover</i>	(Geschwind & Rakic, 2013)	Expansión áreas asociación; aparición de regiones cerebrales nuevas	Neuropilo, apoptosis, mielinización	Importantes avances en estudio y desarrollo de redes neurales, pero se necesita más investigación para comprender factores concretos que provocan distinción entre humanos y primates.	Revisión
5. <i>Posterior parietal cortex</i>	(Whitlock, 2017)	Región asociación	Integración sensoriomotora, <i>working memory</i> , atención espacial	Córtex cerebral relacionado con múltiples funciones; el desarrollo de nuevas técnicas permitirá mayor estudio.	Monografía
6. <i>Bioaesthetics: Evolución de aesthetic cognition in humans and other animals</i>	(Westphal-Fitch & Fitch, 2018)	"Belleza" a nivel biológico	Desarrollo de cognición; socialización	Importancia de la estética a nivel evolutivo: elección de pareja, competición intersexual, identificación dentro del grupo. Necesidad de estudios comparativos con otras especies.	Capítulo de libro

Título	Referencia	Variables de estudio	Conceptos adicionales	Ideas clave	Diseño de estudio
7. <i>Evolución de brain and culture: The neurological and cognitive journey from Australopithec us to Albert Einstein</i>	(Falk, 2016)	Expansión áreas asociación	Bipedestación; revolución dietética; simbolismo; mielinización	Posible desarrollo cognitivo de forma simultánea en el incremento cerebral. Destaca la mayor reorganización de los cerebros humanos.	Revisión
8. <i>The evolution of human artistic creativity</i>	(Morris-Kay, 2010)	Cambios en expresión artística	Patrones simbólicos; cognición simbólica; destreza manual; evolución cerebral	Relación entre la evolución anatómica en los eventos históricos presenta muchas limitaciones. El origen del arte no puede ser conocido de forma definitiva. Cambios anatómicos y presencia de altas capacidades cognitivas permitieron la ideación del arte para sobrevivir.	Revisión
9. <i>Human Paleoneurology and Evolution of the Parietal Cortex</i>	(Bruner, 2018)	Tamaño lóbulo parietal y precuña	Integración visoespacial; cognición corporal; imaginación visual; coordinación ojo-mano; especialización en creación de herramientas	Córtex parietal relacionado con la cognición visoespacial. Dificultad de encontrar relaciones entre evolución cognitiva y evolución anatómica.	Monografía
10. <i>The evolution of modern human brain shape</i>	(Neubauer et al., 2018)	Globularidad adparietal y precuña	Técnicas líticas, integración visoespacial, <i>working memory</i>	Globularidad cerebral relacionada con modificaciones de conducta y morfología cerebral, ausente en neandertales.	Búsqueda
11. <i>Energetics and the evolution of human brain size</i>	(Navarrete et al., 2011)	Hipótesis del tejido caro	Mayor coste energético cerebral; incremento de tejido adiposo; reducción de trato digestivo	No se han encontrado correlaciones negativas entre el tamaño cerebral y el trato digestivo en algunos mamíferos y primates humanos (hipótesis del tejido caro no universal).	Carta
12. <i>Craniofacial skeletal response to encephalització: How do we know what we think we know?</i>	(Lesciotto & Richtsmeier, 2019)	Modificaciones craneales, encefalización	Globularidad, retracción esqueleto facial, flexión base craneal	Es necesaria una mayor búsqueda para entender los cambios evolutivos entre el cerebro y el cráneo, así como el origen de trastornos neurales.	Revisión
13. <i>Midsagittal brain variation among nonhuman primates: insights into evolutionary expansion of the human precuneus</i>	(Pereira- Pedro et al., 2017)	Tamaño y morfología de la precuña	<i>Working memory</i> , integración espacial, autopercepción	Incremento de tamaño precuña característico de los humanos, pero no consecuencia del incremento cerebral global. Falta la búsqueda por comprender las implicaciones funcionales.	Experimental
14. <i>Evidence for expansion of the precuneos in human evolution</i>	(Bruner et al., 2017)	Expansión precuña de humanos	Coordinación espacial, percepción social	Agrandamiento de la precuña puede estar asociado a especializaciones cognitivas humanas específicas.	Experimental
15. <i>Arts, brain and cognition</i>	(Demarin et al., 2016)	Arte es producto de la creatividad humana	Dominancia funcional HC derecho: visualización, imaginación, pensamiento metafórico	Asimetría cerebral clave para comprender creatividad humana; enfermedad como fuente de inspiración artística .	Revisión

Título	Referencia	Variables de estudio	Conceptos adicionales	Ideas clave	Diseño de estudio
16. <i>What Do Spatial Distortions in Patients' Drawing After Right Brain Damage Teach Us About Space Representation in Art?</i>	(Rode et al., 2018)	Funciones HC derecho	Asimetría cerebral; capacidad visoespaciales cruciales por actividad pictórica; desorientación espacial	Los dos HC cerebrales intervienen en la atención espacial, pero el estudio de lesiones demuestra la predominancia del HC derecho.	Revisión
17. <i>The history of the neurophysiology and neurology of the parietal lobe</i>	(Berlucchi & Vallar, 2018)	Córtex parietal	Estudios lesión parietal; desorientación visual; apraxia constructiva; negligencia espacial unilateral	Córtex parietal necesario para funciones cognitivas como dirección de movimientos, atención selectiva, orientación visoespacial. Variedad de patologías mediadas por la asimetría funcional entre HC.	Capítulo de libro
19. <i>The Neuroanatomical Basis for Posterior Superior Parietal Lobule Control Lateralization of Visuospatial Attention</i>	(Wu et al., 2016)	Asimetría cerebral de córtex parietal superior	Atención visoespacial	LPS derecho es dominante durante la atención visoespacial.	Experimental
20. <i>Art and brain coevolution</i>	(Cela Conde & Ayala, 2018)	Correlaciones neurales sobre la "belleza"	Implicación córtex parietal superior; estética como factor de cohesión; industria lítica; encefalización; hipertrofia parietal	La percepción estética es una importante ventaja evolutiva por su implicación como elemento cohesionador social.	Capítulo de libro
21. <i>Art and brain: The relationship of biology and evolution to art</i>	(Zaidel, 2013)	El origen del arte	Desarrollo cultural; cognición simbólica; placer; apreciación estética; mecanismo comunicación	El arte resulta útil como elemento cohesionador, de identificación y comunicación potenciado por la selección natural. Es necesaria más investigación para explorar en profundidad las vías neurales de percepción artística.	Capítulo de libro
22. <i>The role of prefrontal and parietal cortices in esthetic appreciation of representational and abstract art: A TMS study</i>	(Cattaneo et al., 2014)	Función de córtex parietal superior	Percepción estética de imágenes "agradables"; apreciación artística	Córtex parietal implicado en la apreciación del arte: técnica TMS muy relevante por el estudio de relaciones entre objeto, persona y contexto.	Experimental