

Revisión

¿Es una *Tabula* rasa intrauterina el cerebro humano en gestación?: antecedentes y perspectivas

Jorge Eduardo Duque Parra^{1*}, Genaro Morales Parra², Daniela Duque Montoya¹, Sayda Tatiana Rosero Montoya³

1. Programa de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Caldas. Carrera 25 # 48-57, Código postal: 170004. Manizales, Colombia.
2. ELEVA Dermatología Funcional, Manizales, Colombia.
3. Departamento de Salud Pública, Universidad del Tolima, Colombia.

***Autor para correspondencia:**

Jorge Eduardo Duque Parra

✉ jorge.duque_p@ucaldas.edu.co

RESUMEN

El cerebro en desarrollo del ser humano ha sido asimilado a una tabula rasa, idea que se ha propagado a lo largo de la historia, como una especie de incapacidad de producir improntas en el cerebro, debido a la carencia del registro sensitivo. Se rescata esta impericia en el periodo embrionario –tercera a octava semana de gestación–, pues con el desarrollo ulterior del sistema nervioso a partir de la placa neural, se logrará la neurogénesis y así dar curso a potenciales de receptor y de acción, además de procesos sinápticos que a su vez llevarán a un registro de al menos el ambiente intrauterino en el que se desarrolla el feto. Con un cerebro maduro que produce impulsos nerviosos y libera neurotransmisores en neurocircuitos funcionantes, se podrá llegar a una tabula impresa, la cual se reimprimirá en múltiples de momentos del curso de vida.

Palabras clave: Cerebro, Embriología, Impronta.

ABSTRACT

The developing human brain has been likened to a tabula rasa, an idea that has spread throughout history, as a kind of inability to produce imprints on the brain due to a lack of sensory input. This ineptitude is rescued in the embryonic period -the third to eighth week of gestation- because with the further development of the nervous system from the neural plate, neurogenesis will be achieved, giving rise to receptor and action potentials, as well as synaptic processes that will in turn lead to a record of at least the intrauterine environment in which the fetus develops. With a mature brain that produces nerve impulses and releases neurotransmitters in functioning neurocircuits, a tabula imprint can be achieved, which will be reprinted at multiple moments throughout the course of life.

Keywords: Brain, Embriology, Imprintig.}

INTRODUCCIÓN

Varios conceptos sobre el encéfalo humano incluido el cerebro en desarrollo, han mutado con el tiempo (**Figura 1**), uno de ellos, el propagado por Galeno de Pérgamo (129-216) sobre la *tabula rasa*, que comparaba el encéfalo de los neonatos con una tablilla de escritura en blanco, sin vista, oído, gusto, ni olfato (**Obladen, 2025**), como si fuera una especie de superficie en blanco dispuesta a recibir una nueva impresión, que en el contexto de la filosofía, se remonta a Francis Bacon (1561-1626), quien comparaba la mente humana con una «tabla plana» que, al aproximarse al conocimiento, es impactada por la realidad, la cual deja una huella imborrable en su superficie (**Montenegro, 2003**). La expresión *tabula rasa*, de origen latino, significa literalmente «tablilla raspada» y fue asociada por tradiciones religiosas a una mente inmaterial libre de contenidos previos (**Pinker, 2012**). Este concepto fue retomado y desarrollado en el siglo XVII por el filósofo John Locke (1632-1704), quien, durante su estancia en Oxford, registró en sus escritos la idea del cerebro como una *tabula rasa* (**Alonso Peña, 2018**) o papel en blanco donde la experiencia graba todo el conocimiento, entendiendo que en dicho papel admite cualquier carácter, aquellas doctrinas que desean que conserven y profesen; en este ensayo sobre el entendimiento humano, Locke se refiere de manera particular a un estado en el que la mente del niño es tan informe como una pizarra en blanco (**Locke, 1690**), concepto que se mantuvo vigente desde el siglo XVIII hasta la actualidad (**Duschinsky, 2012**). Esta idea persistió y fue ampliamente aceptada, hasta el punto de que, durante el siglo XIX, investigadores creían que el feto carecía de sensibilidad auditiva (**Obladen, 2025**), condición necesaria para la percepción cerebral del sonido. Asimismo, hasta la década de 1980, muchos médicos sostenían que los recién nacidos no experimentaban dolor (**Obladen, 2025**), lo que llevaba a asumir que sus cerebros tampoco podían procesar este tipo de información ni generar percepciones relacionadas con él. Esta percepción se define como el proceso mediante el cual tomamos conciencia del mundo exterior (**Mora & Sanguinetti, 2004**), lo que requiere una integración multicortical que recibe y procesa señales de todas las regiones del sistema sensorial (**Zeki, 1995**). En el caso específico de la visión, este proceso depende de la decusación de las vías visuales, una línea que divide las células ganglionares de la retina. Estas células proyectan sus axones hacia el hemisferio cerebral contralateral o ipsilateral, permitiendo que cada hemisferio reciba información integrada de ambos campos visuales (**Al-Nosairy et al., 2023**).

DISCUSIÓN

Entre la tercera y la octava semana de gestación, el sistema nervioso humano se desarrolla a partir de la placa neural mediante un proceso complejo que incluye diferenciación celular, migración neuroblástica, apoptosis -muerte neuronal programada-, sinaptogénesis y mielinización. Estos mecanismos, resultantes de la interacción entre factores genéticos y microambientales (**Truffino, 2014**), permiten la formación de un sistema nervioso funcional capaz de registrar y procesar estímulos del entorno intrauterino materno. El ser humano en etapa intrauterina, una vez formados sus circuitos nerviosos encefálicos durante la fase embrionaria, desarrolla la capacidad de adaptarse a estímulos sensoriales provenientes del entorno uterino. Contrario a la idea generalizada de que el útero es un espacio completamente silencioso y estático, el feto experimenta un ambiente rico en estímulos: percibe el sonido (**Schapira, 2004; Obladen, 2025**) de la sangre fluyendo por los vasos uterinos, registra la voz materna (**Schapira, 2004**) que resuena a través de las cavidades corporales, detecta los movimientos peristálticos del sistema digestivo, distingue los latidos cardíacos maternos (**Schapira, 2004; Obladen, 2025**), durante la sístole y diástole y procesa muchas otras

experiencias sensoriales que contribuyen a su desarrollo neurobiológico (Schapira, 2004). Además, el feto realiza movimientos dentro del útero que dependen de señales aferentes provenientes de sus propioceptores musculares, receptores que cumplen un papel fundamental en el control del tono muscular y facilitan la ejecución de movimientos dentro del cubículo amniótico (Katusić & Mejaski-Bosnjak, 2011). La información sensorial periférica le permite conectar con estructuras encefálicas, mediante mecanismos de inhibición sináptica que regulan la calidad del movimiento. Estímulos sensoriales como la vibración táctil activan los propioceptores musculares, enviando información sensoriomotora a través de la médula espinal hacia el encéfalo, donde se ejerce control cortical para modular los movimientos (Katusić & Mejaski-Bosnjak, 2011). A partir de la semana 10 de gestación se observan movimientos de los miembros, los cuales se vuelven más refinados y complejos desde la semana 11, incluyendo además movimientos faciales (Kurjak *et al.*, 2006). El cerebro fetal interpreta estas experiencias sensoriales mediante un proceso predictivo (Duque Parra & Mendoza, 2025), construyendo progresivamente un modelo interno de su entorno a partir de la información captada por sus receptores sensoriales, que constantemente actualizan su representación del mundo intrauterino. Los datos experimentales confirman que, desde etapas tempranas, el feto desarrolla capacidades sensoriales significativas. Por ejemplo, estudios realizados desde 1980 demuestran que los neonatos prefieren escuchar la voz de su madre frente a la de otras mujeres, aunque la evidencia es más limitada respecto a sonidos originados fuera del cuerpo materno (Obladen, 2025). En cuanto al sistema visual, aunque la estimulación intrauterina es escasa, se ha observado que los bebés nacen con un conocimiento perceptivo innato del rostro humano, lo que sugiere una preparación cerebral previa para este estímulo (Obladen, 2025). Desde el punto de vista olfativo, los recién nacido muestran una clara atracción por el olor del pecho materno (Obladen, 2025). La base neuroanatómica de estas capacidades se establece alrededor del cuarto mes de gestación, cuando los órganos sensoriales ya están conectados con el cerebro en desarrollo. Durante este período, se produce una migración masiva de neuroblastos -células nerviosas inmaduras- hacia sus destinos finales, formando las distintas estructuras cerebrales como la corteza cerebral, el cerebelo, los núcleos basales y el diencefalo. Este proceso de migración neuronal se realiza principalmente a lo largo de células gliales radiales, que no solo actúan como guías estructurales, sino que también funcionan como células progenitoras de neuronas, oligodendrocitos y astrocitos (Barco & Duque, 2023; Arellano *et al.*, 2021). Estas células facilitan el desplazamiento de los neuroblastos desde la zona ventricular hasta sus posiciones definitivas en la corteza cerebral. La complejidad de estos circuitos neurales, desarrollados durante la gestación, proporciona la base biológica necesaria para la adquisición de cultura (Montenegro, 2003), demostrando cómo la experiencia sensorial temprana y el desarrollo neural intrínseco se combinan para sentar las bases del conocimiento humano. Durante el desarrollo intrauterino, la información sensorial que llega al encéfalo del feto es procesada principalmente en el cerebro, donde la corteza anterior -con su notable plasticidad- juega un papel fundamental. Las neuronas de esta región establecen conexiones sinápticas selectivas con parejas neurales específicas (Kalisman *et al.*, 2005), en un proceso que sugiere la existencia de una tabula rasa preformacional en el útero. La evidencia experimental indica que entre las neuronas piramidales del neocórtex existe inicialmente una matriz estructural básica similar a una "tablilla en blanco", donde las interacciones presinápticas y postsinápticas moldean progresivamente la formación de sinapsis funcionales. Este mecanismo permite la creación de microcircuitos neurales especializados (Kalisman *et al.*, 2005), esenciales para el desarrollo de formas incipientes de conciencia

durante la vida intrauterina y que culminan en la "impresión" definitiva de esa tabula rasa mediante la experiencia sensorial. La teoría de la tabula rasa ha sido objeto de revisión crítica a lo largo de la historia. Algunos autores señalan que se requirieron aproximadamente 1, 500 años para descartar esta teoría y reconocer al neonato como un ser con plena capacidad sensorial y cognitiva en el siglo XX (Obladen, 2025). Otros, como Robert Duschinsky en su obra, sostienen que la *tabula rasa* funcionó más como un instrumento de demarcación conceptual que como una postura sustantiva, y que avances recientes en psicología y neurociencia han cuestionado la noción de un estado originario vacío de contenido en la naturaleza humana (Duschinsky, 2012). Sin embargo, esta teoría no puede descartarse completamente durante la vida intrauterina, especialmente en los períodos embrionario y fetal temprano (O'Rahilly, 1985). En la fase embrionaria, existe una notable inmadurez estructural y funcional: las neuronas y células gliales no están completamente desarrolladas ni operativas (Barco & Duque, 2023; Duque Parra, 2023). Por ello, es adecuado considerar que las capacidades sensoriales —propias del feto y del neonato— son afuncionales durante el período embrionario, lo que sustenta la idea de una tabula rasa en esta etapa específica del desarrollo. Los órganos sensoriales del feto se desarrollan principalmente hacia la mitad de la gestación, lo que permite que los recién nacidos reconozcan la voz y el olor de su madre, facilitando así el vínculo afectivo temprano. Esta capacidad evidencia la importancia de minimizar el uso de desinfectantes fuertes y reducir el ruido en las salas de neonatología (Obladen, 2025), ya que estos factores pueden interferir con la percepción sensorial del recién nacido. El concepto de tabula rasa aplica específicamente al período embrionario temprano. Durante la tercera semana de gestación, el sistema nervioso se origina a partir de aproximadamente 125,000 células precursoras en la placa neural del ectodermo. Estas células proliferan de manera exponencial —hasta 250,000 neuroblastos por minuto en ciertos periodos (Cowan, 1981) — hasta alcanzar cerca de 15,552 millones de neuronas hacia el final del tercer mes de gestación. Cabe destacar que muchas de estas neuronas serán eliminadas mediante apoptosis cerca del período perinatal, particularmente entre la semana 24 de gestación y hasta las cuatro semanas posteriores al nacimiento (Andropoulos, 2018). En esta etapa embrionaria, si bien existe una proliferación celular masiva, las células aún no han desarrollado la capacidad de generar potenciales de acción, utilizar neurotransmisores o procesar estímulos sensoriales (Barco & Duque, 2023). La ausencia de estos mecanismos neurofisiológicos esenciales confirma que, durante el período embrionario, el sistema nervioso funciona como una tabula rasa biológica, carente aún de las estructuras necesarias para procesar percepciones o generar pensamiento. La clásica discusión sobre si la mente humana constituye una tabula rasa —es decir, una superficie en blanco moldeada principalmente por la socialización y el aprendizaje en un entorno específico— sugiere que, en efecto, gran parte de los rasgos humanos pueden ser configurados socialmente. En este proceso, el conectoma cerebral en desarrollo -red de conexiones nerviosas- resulta fundamental, aunque no exclusivo, para la integración de experiencias como el dolor, las cuales requieren de la maduración estructural y funcional de redes corticales y subcorticales especializadas (Verriots et al., 2016). Este planteamiento se sustenta en evidencia que señala que la actividad cerebral consciente no se inicia sino hasta el final del período embrionario (Gazzaniga, 2006). De hecho, puede afirmarse que, antes de este hito, el cerebro embrionario opera como una tabula rasa biológica, dado que las primeras sinapsis corticales solo comienzan a formarse alrededor de la octava semana de gestación (Kostović et al., 2019), coincidiendo con el final de la vida embrionaria (O'Rahilly, 1986). No obstante, es importante destacar que existe cierta actividad neural incipiente en estas etapas

tempranas —similar a la observada en pacientes con muerte clínica—, consistente en descargas neuronales aisladas necesarias para la generación de potenciales de acción. Estos impulsos permiten, por ejemplo, la ejecución de movimientos reflejos. Experimentos neurofisiológicos han demostrado que el potencial de preparación cerebral precede en aproximadamente 300 milisegundos a la decisión consciente de realizar un movimiento (**Gazzaniga, 2006**), lo que sugiere que el cerebro anticipa acciones antes de que seamos conscientes de ellas.

El cerebro del feto requiere un proceso de mielinización de las vías motoras, el cual se inicia entre las semanas 16 y 20 de gestación y depende críticamente de la actividad de las sinneuronas -células gliales-. Esta mielinización alcanza su Nivel máximo entre las semanas 28 y 34 (**Winje et al., 2011**) y contribuye significativamente a la maduración cerebral. Hacia el final del tercer mes de gestación, el sistema nervioso ya presenta un desarrollo suficiente para manifestar reflejos, lo que indica la presencia de sinapsis funcionales a nivel medular. Las primeras sinapsis en la corteza cerebral aparecen entre las semanas 23 y 26, aunque los reflejos en esta etapa aún no dependen del cerebro. Entre las semanas 28 y 32, se produce una reorganización masiva de las fibras aferentes, que migran desde la subplaca hacia la placa cortical (**Kostović & Judoš, 2010**). Este proceso de maduración permite la formación de la laminación cortical en seis capas, característica de la corteza cerebral humana, que se hace claramente visible después de la semana 32 de gestación. Para lograrlo, se requiere una migración neuroblástica masiva que da lugar a los aproximadamente 86 mil millones de neuronas que constituyen el cerebro adulto (**Duque Colorado et al., 2024**). Con esta vasta red neuronal y sináptica, el cerebro está preparado para enfrentar el cambio radical que supone el paso del medio líquido intrauterino al entorno extrauterino después del nacimiento. Así, la tabula rasa embrionaria evoluciona hacia una fase de semi-tabula rasa durante el período fetal, y finalmente deja de serlo en la vida perinatal y postnatal, sin olvidar que la capacidad de reorganización y plasticidad cerebral permite que este "borrado y reescritura" de experiencias continúe a lo largo de toda la vida.



Figura 1. Esquema del encéfalo humano en desarrollo en vida intrauterina.

CONCLUSIÓN

Aunque el período embrionario temprano puede considerarse una etapa de tabula rasa sin improntas cerebrales debido a la ausencia de actividad sináptica cortical organizada, el desarrollo neural avanza rápidamente hacia la formación de redes funcionales que sentarán las bases para la percepción, el aprendizaje y la eventual conciencia.

REFERENCIAS

- Alonso Peña, J.R (2018). **La mente è una tabula rasa? Geni versus ambiente. Hachette.**
- Ahmad, K., Henikoff, S. (2022). The Drosophila embryo as a tabula rasa for the epigenome. Faculty Reviews, 23(11), 40.
- Al-Nosairy, K.O., Quanz, E.V., Eick, C.M., Hoffmann, M.B., Kornmeier, J. (2023). Altered perception of the bistable motion quartet in albinism. Investigative ophthalmology & visual science, 64(14). 39.
- Andropoulos, D.B. (2018). Effect of anesthesia on the developing brain: infant and fetus. Fetal Diagn Ther, 43(1), 1-11.

- Arellano, J.I., Morozov, Y.M., Micali, N., Rakic, P. (2021). Radial glial cells: new views on old questions. *Neurochemical Research*, 46(10), 2512-2524.
- Barco Ríos, J., Duque Parra, J.E. (2023). *Las células pensantes*. Manizales. Editorial Universidad de Caldas.
- Borsani, E., Della Vedova, A.M., Rezzani, R., Fabrizio Rodella, L., Cristini, C. (2019). Correlation between human nervous system development and acquisition of fetal skills: An overview. *Brain Dev*, 41(3), 225-233.
- Cowan, M.W. (1981). *Desarrollo del cerebro*. En: El cerebro. Libros de Investigación y ciencia, 70-71. Scientific American. Editorial Labor, S.A.,
- Duschinsky, R. (2012). Tabula rasa and human nature. *Philosophy*, 87(4), 509-529.
- Duque-Colorado, J., Duque-Parra, J.E., García-Orozco, L., Chamorro, M.F., del Sol, M. (2024). La Persistencia de neuromitos sobre la cuantificación neuronal en el cerebro humano. *International Journal of Morphology*, 42(6), 1767-1772.
- Duque Parra, J.E, Mendoza, J. (2025). Predictive coding in the brain: It's not just about afferents and efferents. The brain is at work. *Anatomy & Morphology*, 1(1), 18-22.
- Duque Parra, J.E. (2023). *Las células gliales: una visión integrativa. Desde los fundamentos histológicos hasta su aplicación clínica*. Manizales. Editorial Universidad de Caldas.
- Gazzaniga, M.S. (2006). *El cerebro ético*. Barcelona. Paidós.
- Kalisman, N., Silberberg, G., Markram, H. (2005). The neocortical microcircuit as a tabula rasa. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(3), 880-885.
- Katusić, A., Mejaski-Bosnjak, V. (2011). Effects of vibrotactile stimulation on the control of muscle tone and movement facilitation in children with cerebral injury. *Collegium Antropologicum*, 35, Suppl 1, 57-63.
- Kostović, I., Sedmak, G., Judaš, M. (2019). Neural histology and neurogenesis of the human fetal and infant brain. *Neuroimage*, 188, 743-773.
- Kurjak, A., Andonotopo, W., Hafner, T., Salihagic-Kadic, A., Stanojevic, M., Azumendi, G, *et al.* (2006). Normal standards for fetal neurobehavioral developments longitudinal quantification by four-dimensional sonography. *Journal of Perinatal Medicine*, 34, 56-65.
- Locke, J. (1690). An essay concerning human understanding.
- Obladen, M. (2025). ¿Tabula Rasa? A history of fetal learning and neonatal perception. *Neonatology*, 25. 1-17.
- Mora, F., Sanguinetti, A.M. (2004). *Diccionario de Neurociencia*. Madrid. Alianza editorial.
- Motenegro, L. (2003). Una superficie en blanco esperando una nueva impresión. *Tabula Rasa*. 1, 0.
- O'Rahilly, R. (1986). The embryonic period. *Teratology*, 34(1), 119.
- Pinker, S. (2012). *La tabla rasa. La negación moderna de la naturaleza humana*. Barcelona. Editorial Paidós Ibérica, S.A.
- Schapira IT. (2024). Características del desarrollo humano perinatal. Un método para la evaluación del sistema nervioso joven *Rev Hosp Mat Inf Ramón Sardá*, 23 (2), 59-69.
- Truffino, C. (2014). El comportamiento fetal: una ventana al neurodesarrollo y al diagnóstico. *Revista Pediatría de Atención Primaria*, 16 (63), e101-e 110.
- Verriotis, M., Chang, P., Fitzgerald, M., Fabrizi, L. (2016). The development of the nociceptive brain. *Neuroscience*, 338, 207-219.
- Winje, B.A., Saastad, E., Gunnes, N., Tveit, J.V., Stray-Pedersen, B., Flenady, V., *et al.* (2011). Analysis of 'count-to-ten' fetal movement charts: a prospective cohort study. *BJOG: an international journal of obstetrics and gynaecology*, 118 (10), 1229-1238.
- Zeki, S. (1995). *Una visión del cerebro*. Barcelona. Editorial Ariel, S.A.