

HABILIDADES COGNITIVAS EN EL APRENDIZAJE CIENTÍFICO MATEMÁTICO, LA NEUROCIENCIA LO DICE ‘NO HAY DIFERENCIAS ENTRE HOMBRES Y MUJERES’*

COGNITIVE SKILLS IN SCIENTIFIC AND MATHEMATICAL LEARNING: NEURSCIENCE SAYS ‘THERE ARE NO DIFFERENCES BETWEEN MEN AND WOMEN’

 <https://doi.org/10.32735/S2735-61752025000224023>

Eduardo Orrego Escobar¹

eduardo.orrego@uoh.cl

<https://orcid.org/0000-0001-6294-104X>

Escuela de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales ECA3,
Universidad de O'Higgins
Rancagua, Chile

RESUMEN

Es parte del constructo social la existencia de diferencias en la capacidad de desempeñar tareas entre hombres y mujeres, pero ¿qué ocurre con las habilidades cognitivas? ¿existen realmente diferencias a nivel neurocognitivo que validen la creencia de mayores habilidades analítico-matemáticas en hombres respecto de mujeres? El presente trabajo se enfoca en investigar, en el contexto nacional, si existe evidencia empírica desde la neurociencia cognitiva que valide esta diferenciación. Mediante una búsqueda bibliográfica con foco cualitativo, se buscó evidencia empírica que secunde dichas creencias observadas; la pesquisa se basó en las bases de datos ERIC, Scopus y WoS. Considerando criterios de inclusión ad hoc se seleccionaron artículos que específicamente dieran cuenta de la funcionalidad cerebral, sin aval de sesgo funcional. Los principales hallazgos muestran que no hay evidencia neurocientífica que valide la concepción de que entre hombres y mujeres existen diferencias neurocognitivas que fundamenten la creencia que hombres tienen más habilidades para las ciencias y matemática, en comparación con las mujeres, a quienes se las concibe como adecuadas para el cuidado y la enseñanza.

Palabras claves: Habilidades cognitivas; aprendizaje de ciencias; diferencias sexo-genéricas.

ABSTRACT

The notion that differences in task performance capacities between men and women exist is deeply embedded within social constructs; however, the question remains as to whether such differences extend to cognitive abilities. Specifically, do neurocognitive differences truly exist that would validate the belief that men possess superior analytical and mathematical abilities compared to women? The present study aims to examine, within the national context, whether empirical evidence from the field of cognitive neuroscience supports such differentiation.

* Artículo recibido el 31 de octubre de 2025; aceptado el 7 de enero de 2026.

¹ Biólogo, licenciado en biología por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; Magíster en Educación m/ Gestión Pedagógica en Educación Superior (UMCE); Master en Neurociencias Experimental y Clínica por la Universidad de Murcia (España); Candidato a Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule.

A qualitative literature review was conducted to identify empirical evidence underpinning these widely held beliefs. The search strategy focused on the ERIC, Scopus, and Web of Science (WoS) databases. Articles were selected according to ad hoc inclusion criteria, prioritizing studies that specifically addressed brain functionality while avoiding evidence of functional bias. The principal findings indicate that there is no neuroscientific evidence supporting the notion of neurocognitive differences between men and women that would substantiate the belief that men are inherently more capable in science and mathematics. Conversely, women continue to be socially perceived as more suited to caregiving and teaching roles, a perception not grounded in neurocognitive evidence.

Keywords: Cognitive skills; science learning; sex and gender differences.

Introducción

En la década de 1960, Levine (1966) publica un escrito en el cual afirma que las diferencias observadas entre individuos de sexo masculino y femenino en mamíferos no solo era evidencia del accionar del sistema endocrino, sino también de manifestaciones funcionales a nivel cerebral. Décadas más tarde el trabajo de Kimura (2002) busca refrendar esta afirmación mostrando antecedentes sobre pruebas de habilidades motrices y visoespaciales, así como de operatoria matemática, afirmando además que dichas diferencias se manifiestan en habilidades verbales; aunque evaluaciones de las funciones corticales post daño en el hemisferio derecho muestran equivalente impacto en individuos del mismo sexo, sin diferencias significativas entre sexos.

Hyde (2016) a través de una revisión sistemática meta-analítica pone en evidencia que los antecedentes previamente referidos en realidad sólo se sustentan en creencias anquilosadas en dichos estudios de antaño, y con clara evidencia de resistencia a su cuestionamiento y falsación. En dicha investigación, tanto el desempeño en resolución matemática como en habilidades verbales no muestran diferencias significativas que avalen desempeños propios a atribuibles al sexo, incluyendo en rangos etarios distintos.

Los hallazgos empíricos en el contexto nacional alcanzados por Del Río, *et al.* (2016) respaldan la anterior aseveración; la evaluación respecto de las habilidades matemáticas en niñas es preferentemente determinada por el contexto socioeconómico y cultural, no por “menores capacidades o habilidades cognitivas”, concepciones avaladas por las creencias de adultos que se ligan directamente al desarrollo educativo y social de éstas, lo que podría traducirse o reflejarse en trato diferencial hacia niños y niñas, derivando entonces en una disposición diferenciada hacia el aprendizaje matemático. Estos antecedentes son refrendados por trabajos teóricos y empíricos internacionales que dan cuenta de la poca robustez de la supuesta evidencia que soporta la existencia de diferencias funcionales a niveles cognitivo entre niñas/mujeres y niños/hombres (Torgerson *et al.*, 2024), sino más bien son impulsados y sostenidos por elementos culturales (Balducci, 2023).

Por consiguiente, el presente ensayo académico tiene por finalidad analizar la evidencia neurocientífica que avalan el componente neurobiológico que sustenta el aprendizaje científico y matemático, y así demostrar que no existen antecedentes empíricos que avalen diferencias cognitivas determinadas por el sexo biológico, sino por los factores socioculturales que impactan el desarrollo.

De nuestro instrumento para el aprendizaje. Características Anatomofuncionales del Sistema Nervioso Central

El cerebro humano es nuestro instrumento para el aprendizaje, sin su compleja estructura no seríamos la especie que hoy somos (Hernández-Velasco, 2020); según investigaciones

recientes, sólo a nivel cortical consta de alrededor de veinte mil millones de neuronas y unas diez veces más de células de la glía. Esta compleja composición se vuelve más sofisticada si consideramos que una sola célula neuronal puede asociarse, es decir, establecer sinapsis con hasta siete mil células vecinas, generando la no despreciable suma de $1,4 \times 10^{14}$ sinapsis y más de 150 mil kilómetros de axones mielinizados; esta vasta red de conexiones neuronales se origina a través de varias semanas durante la vida intrauterina (Budday, Steinmann and Kuhl, 2015); características funcionales que persisten en la vida adulta, contraviniendo la antigua creencia de que sólo había producción de nuevas neuronas durante la vida intrauterina y hasta la niñez temprana (Urbán y Guillemot, 2014).

La estructura referida como Cerebro, forma parte del Sistema Nervioso Central (SNC), el que comienza su formación ya hacia el día 14 del periodo de gestación, coincidiendo con la formación del embrión trilaminar, del cual es la capa más externa denominada ectodermo la que da origen al primer esbozo de nuestro SNC, estructura denominada Tubo Neural. Después de un complejo proceso de diferenciación celular inicial, se forman los primeros elementos del encéfalo denominados rombencéfalo, mesencéfalo y prosencéfalo; siendo de este último desde el cual emergen los futuros hemisferios cerebrales (Purves *et al.*, 2019).

Lo que hace especial a esta estructura es el gran y especializado desarrollo cortical, el que resulta de la diversificación de tipos neuronales que comienzan a surgir debido a las señales moleculares que resultan de la expresión genética de la línea germinal de la cual derivan las células nerviosas y la interacción con otras células vecinas (Belmonte-Mateos and Pujades, 2022; Caglayan *et al.*, 2023), aspecto de desarrollo que se suma a una proliferación y eliminación selectiva de procesos sinápticos, a fin de optimizar su función (Yuan *et al.*, 2019).

Hablar de neuronas no es simplemente referir a las células base de la estructura y función del cerebro, este solo grupo celular es tan diverso como naciones se encuentran en la Tierra (Chin *et al.*, 2023). La estructura cortical se organiza en capas cuyas asociaciones son tanto en sentido vertical como horizontal, y esto permite conexiones que vinculan aferencias (entradas de información sensorial o subcortical) y eferencias (salidas con respuestas motoras y de control hacia otros elementos corticales y/o subcorticales), ambos roles regulados por la mayor proporción de interneuronas, en los denominados córtices de asociación (Lodato & Arlotta, 2015).

Los córtices cerebrales pueden ser categorizados con base en su complejidad histológica, así como en su rol. En la primera categoría se puede referir la existencia de un Paleocórtex, el más primitivo, que compone a la corteza piriforme y el parahipocampal, y que sólo contienen tres capas o láminas de neuronas. Sigue en esta misma categorización el Arquicórtex, que está constituido por tres o cuatro capas celulares, y está presente en el Hipocampo. Finalmente, en esta categoría encontramos al Neocórtex, presumiblemente más evolucionado y que se caracteriza por poseer seis capas de neuronas, y que tapiza la mayor parte de ambos hemisferios cerebrales. Si bien no existe aún una comprensión acabada sobre el significado de estas diferencias, se presume su rol en niveles de procesamiento más complejos (D'Souza and Burkhalter, 2017; Rockland and DeFelipe, 2018).

Complementariamente, y considerando la segunda forma de categorización previamente indicado, la corteza cerebral puede ser denominada como Sensitivo, Motor y de Asociación (Purves *et al.*, 2019). El córtex Sensitivo se caracteriza por ser zona de input o entrada informacional desde las estructuras u órganos sensoriales, como la retina hacia el lóbulo occipital, la cóclea al temporal o el tacto a la zona somatosensorial. En el caso de la corteza Motora, se define en término de su involucramiento en la ideación y ejecución de respuestas motoras voluntarias, así como del componente motor de la visión y habla. Finalmente, la corteza de asociación permite, por así decirlo, que se establezca una correcta interconexión entre las áreas sensitivas y motoras, estas áreas corresponden a la corteza Parietal, porción superior del

Temporal y el Prefrontal (Yeo *et al.*, 2014). No obstante, en la actualidad hay investigaciones que desafían esta nomenclatura dada las limitaciones funcionales que plantea frente a nueva evidencia de carácter molecular y genético (García-Cabezas, Hacker and Zikopoulos, 2020; Sancha-Velasco, Uceda-Heras and García-Cabezas, 2023).

Aprendizaje matemático y científico

Continuando con lo previamente expuesto, a fin de comprender cómo aprendemos ciencias y matemática, al ahondar en las bases neurobiológicas que determinan el aprendizaje podemos señalar en primer lugar que el sustrato cerebral para el aprendizaje está presente en toda la familia de homínidos, pero dado que los estudios específicos se han alcanzado en el rol de la matemática, me centraré en este y podemos, dadas las implicancias que tiene sobre el desarrollo de habilidades cognitivas, extrapolarlo al aprendizaje científico.

El sustrato de aprendizaje matemático es al que se denomina “Sistema de Aproximación Numérica” o ANS (Approximate Number System), y es una habilidad de estimación cuantitativa presente en el ser humano y todos los primates. Podemos evidenciar su funcionalidad ya en preescolares en la búsqueda de juguetes más interesantes o en determinar a quién le dieron más dulces. Esta habilidad está apalancada en las funciones básicas de conocimiento del entorno, además se ha determinado su independencia de la memoria de trabajo (WM), la experiencia visuoespacial y la atención ejecutiva, así como de la capacidad auditiva, pero no de la edad ni de los aspectos socioafectivos implicados en el desarrollo infantil (Ma *et al.*, 2021).

En la medida que el individuo crece, su capacidad de procesamiento matemático se complejiza potenciado en el proceso de escolarización, sobre todo en lo relacionado al análisis aritmético abstracto. En los primeros años de vida, la dependencia de la memoria de trabajo visuoespacial se acentúa (ejemplificado en el uso de los dedos para contar), pero luego comienza a haber menos nexo dado el incremento en el desarrollo de la memoria fonológica, lo que incrementa el análisis abstracto y el rol de la retroalimentación (Kuhl *et al.*, 2020).

En términos estructurales, la capacidad de análisis matemático básico al que pertenece el ANS y su subsecuente complejización lleva finalmente a desarrollar cálculos tan complejos como funciones exponenciales o vectores, sustenta su maduración progresiva también en el incremento de las zonas corticales involucradas y su subsecuente desarrollo histológico gradualmente mayor. Se ha ligado a esta complejidad cognitiva al córtex prefrontal y el temporo-occipital ventral (Evans *et al.*, 2015), el lóbulo temporal medial (Qin *et al.*, 2014), regiones temporo-parietales como las circunvoluciones angular y supramarginal (Peters y De Smedt, 2018) y el giro parietal posterior (Qin *et al.*, 2014), incluyendo una zona aun poco conocida como el área asociada a la formación numérica o NFA (putative number form area) (Nemmi *et al.*, 2018) fuertemente ligada con otras zonas relacionadas al desarrollo del lenguaje como son el área de Broca y el área de formación visual de palabras o VWFA (ambas en el hemisferio izquierdo, aunque con su contraparte funcional en el hemisferio derecho), relación que se hace más compleja a medida que se crece, en concomitancia con la maduración de las redes ligadas al desarrollo del lenguaje. Aspecto ya varios años corroborados por el trabajo de Nieder (2005) en el cual se evidencia que el desarrollo de la habilidad para comprender, analizar y resolver problemas numéricos se conecta directamente con el desarrollo del lenguaje y desde ahí, con la conducta.

De rol de las emociones y la motivación en el aprendizaje

La destacada investigadora Neus Sanmartí (2007), haciendo referencias a los trabajos de Sutton (1997) y Vygotsky (1999), enfatiza que el lenguaje culto, formal, tecnolecto y abstracto es propio de la comunicación en ciencias; no obstante, esta característica lo convierte en un saber habitualmente inconexo y arcano al lenguaje común, propio de la comunicación y conversa del

ciudadano ordinario, lo que también incluye al discente de nivel escolar, el que infructuosamente trata de desenmarañar su significado, limitando o impidiendo así un aprendizaje tanto profundo como significativo, crítica ya expuesta en un trabajo anterior (Sanmartí *et al.*, 1999) en donde expone que para el desarrollo de las habilidades cognitivas o del pensamiento de nivel superior (analizar, evaluar, hipotetizar) es imprescindible primero garantizar el desarrollo de habilidades lingüísticas, las que emergen y se afianzan cuando el discente alcanza la incorporación en su acervo lingüístico aquellos conceptos y significados propios del ámbito científico, y que él mismo también será capaz de utilizar para conversar y discutir ciencia.

Lo anterior complementa a las investigaciones de Bravo *et al.* (2022) y Smit *et al.* (2021), quienes evidencian que las problemáticas en el aprendizaje científico pueden ser consecuencia a largo plazo de vivencias negativas de los mismos docentes cuando éstos fungían en el papel de estudiante, y al quedar bajo el tapete sin mayor interés ni abordaje para subsanar su efecto durante la formación inicial docente, dichas dificultades e inseguridades respecto de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias puede ser trasvasiado a su propio alumnado.

El logro de saberes prácticos (habilidades de laboratorio) es determinado en gran medida por el factor psicoemocional que docentes y maestros/as ponen en ejercicio durante su trabajo educacional (Thomson y Turner, 2019), aspecto que además de permitir mejorar su conceptualización respecto del rol educativo que llevan a cabo, también les provoca replantear sus estrategias de enseñanza y evaluación del aprendizaje científico; reconceptualización que fortalece su anhelo de proyectar sus experiencias de aprendizaje positivas, contrastando con la apatía y aversión en las que desemboca una práctica de enseñanza científica tradicionalista y positivista (Sánchez-Martin *et al.*, 2018).

La reconceptualización de la enseñanza científica expone entonces mi foco en el rol de la emoción en el aprendizaje científico. Se debe enfatizar que el componente socioafectivo es un elemento basal de nuestra existencia, ligado fuertemente a elementos conductuales y neurobiológicos (Lavados y Slachevsky, 2013). Hoy sabemos que sumado al papel de la Amígdala y la Corteza Cingulada Anterior, componentes inicial y sesgadamente asociados al procesamiento y conocimiento de las emociones también coexisten, componentes corticales superiores tales como el Córtex Prefrontal con sus divisiones Dorsolateral (dPFC), Orbitofrontal (ofPFC), Ventromedial (vmPFC), y el córtex Prefrontal Lateral (LPFc) (Purves *et al.*, 2019); se suman a las anteriores el Cuerpo Estriado (vinculado tradicionalmente a regulación del movimiento) y el Hipocampo (ligado a proceso de memoria). El establecimiento y fortalecimiento de redes sociales estables y sanas versa en el Aprendizaje Emocional; los antecedentes investigativos exponen que el vmPFC y ofPFC están ligados a la asignación de valor positivo o de acercamiento y/o aversión o alejamiento de un determinado estímulo, lo que deriva en el desarrollo del nexo funcional entre estímulo y recompensa/castigo. Adicionalmente, el dPFC añadiría una valoración de carácter cognitiva del estímulo, esto es, un claro proceso de aprendizaje respecto del entorno social y las relaciones que lo estructuran (Kuehne *et al.*, 2019).

Otro elemento crítico dado su papel de fortalecimiento, vía mecanismo de recompensa, es el Área Tegmental Ventral (VTA) debido a su vinculación con la experiencia del convivir. El VTA es clave en la respuesta positiva respecto de una vivencia con componente emocional, lo que a su vez se asocia con el valor que se le puede asignar a una mala decisión. Esto se adiciona y complejiza el impacto socioafectivo, ya que el mPFC participa en el juicio de valor, y nivel de impacto que una acción puede tener en uno mismo y en sus congéneres (Westhoff *et al.*, 2020). Lo previamente señalado se hace más complejo aún, ya que el LPFc recibe información sensorial visual y auditiva de manera concomitante o conespecífica, lo que resulta en un análisis de congruencia entre lo que se ve y lo que se escucha, cuyo objetivo será evaluar y ayudar en la toma de decisiones de carácter conductual. A toda esta orquesta de estructuras se suma el Cuerpo Estriado, el cual posee neuronas que participan y regulan la retroalimentación ante una respuesta motora en un contexto social determinado, es decir que permite valorar las

potenciales consecuencias de alguna acción (motriz) en un contexto social determinado, participando y determinando así el aprendizaje social (Báez-Mendoza and Schultz, 2013). Finalmente, el Hipocampo (localizado en el lóbulo temporal) es actor clave en el proceso de aprendizaje y la memoria a través del fenómeno celular a nivel de membrana denominado potenciación de largo plazo, fenómeno celular en el cual se ve involucrado el Glutamato, el neurotransmisor excitatorio más importante (Latif-Hernández *et al.*, 2016). La porción dorsal del hipocampo es clave en el aprendizaje espacial y del contexto informacional; mientras que la porción ventral se vincula con el aprendizaje social, procesamiento emocional y resiliencia al estrés (Gomes-Leal, 2021).

Teniendo en cuenta la corroborada neurogénesis hipocampal, es posible afirmar que el aprendizaje está condicionado por esta renovación neuronal, y su disfunción puede ser punto de partida de disfunciones en el buen desarrollo de redes sociales e incluso justificar la aparición de psicopatologías. Esto podría sustentarse en los hallazgos de Chen y colaboradores (2023) quienes comprobaron que condiciones de distrés social (resultados en modelo murino comparable) tiene como consecuencia una baja oligodendrogénesis (los oligodendrocitos son células gliales que sintetizan la Vaina de Mielina), impactando negativamente en la maduración funcional de áreas corticales críticas en el aprendizaje, como son el córtex prefrontal medial (mPFC) y la habénula lateral, pero sin gran impacto en el desarrollo de la amígdala; lo que podría ligarse a un proceso de disregulación emocional, elemento propio de eventos que provocan frustración por el aprendizaje no alcanzado en una clase de ciencias.

Situación del contexto académico nacional

Los resultados de la prueba PISA para Chile evidencian los bajos niveles de logro respecto del promedio OCDE, pese a ostentar un buen ranking en Latinoamérica. Los resultados 2012 mostraron que un 25% de estudiantes de los países OCDE no logró un nivel básico en, al menos, una de las tres temáticas abarcadas, y en Chile fue más dramático ya que fue un 52% quienes tuvieron estos resultados en matemáticas y un 34% en ciencias; antecedentes contrastantes con los promedios OCDE de 23% y 18%, respectivamente. Resultados que muestran muy tenues mejorías en la PISA 2018, donde Chile logró la posición 43, de un total de 79 evaluados, posicionándose por debajo del promedio OCDE, aunque en el mejor nivel en el grupo latinoamericano.

En matemática, alcanzó un 48% de logro nivel 2 (siendo 1 el más básico), solo el 1% alcanzó nivel superior (nivel 6) respecto de promedio OCDE de un 11%. En ciencias no es auspicioso, un 65% logra al menos nivel 2, pero solo un 1% logra nivel superior (OECD, 2019). En este sentido, al reflexionar sobre cómo ha resultado la enseñanza científica, según lo evidencian los recientes resultados PISA 2022 muestran que la forma tradicional (de una educación de mercado) no ha favorecido la mejora del aprendizaje científico en nuestro país, pese a ser visto con buenos ojos en el circuito latinoamericano (Donoso Díaz, 2023). Realidad no exclusiva de Chile, sino que refleja un patrón Latinoamericano en donde la educación es visualizada como bien de consumo (producto mercadeable), y la poca inversión en ciencias, incluyendo la enseñanza científica en contexto, acentuando la brecha de género en carreras STEM.

Implicancias para la Formación Inicial Docente y el ejercicio en Aula

Debida la evidencia que subraya el rol de la oxitocina (Xu *et al.*, 2019), denominada hormona del amor o apego, en el aprendizaje social, es crítico que la formación docente incorpore estrategias de autorregulación y comunicación dialógica. Este efecto se observa directamente sobre el eje neuroendocrino correspondiente a la red Amígdala-Prefrontal-Hipocampo, vinculado inicialmente a situaciones de estrés.

En complementación con lo anterior, se ha evidenciado que la autorregulación y compromiso con el estudio, el establecimiento de metas y relaciones sociales positivas entre pares y estudiantes-docentes son fuertemente definidas por el contexto familiar, incluyendo las creencias sobre las potenciales habilidades e incapacidades para el aprendizaje matemático (Casad *et al.*, 2015; Romagnoli y Cortese, 2015).

El “autoconcepto académico” en la capacidad de desempeñarse exitosamente, más allá de la dificultad de la tarea, es uno de los principales factores decantantes del éxito académico (Vera *et al.*, 2021). Se ha corroborado que, a mayor autoritarismo y falta de comunicación dialógica, es menor el grado de compromiso con los estudios, el respeto hacia pares y docentes, así como la toma de decisiones de riesgo, como el consumo de drogas y actitudes violentas (Mena *et al.*, 2008).

Engarzándolo a lo expresado previamente, la evidencia muestra que las dificultades que los y las estudiantes manifiestan respecto del aprendizaje científico-matemático se acentúa cuando el rol docente es más bien autoritario y con un accionar evaluador punitivo en lugar de ser mediador del proceso y dador de una retroalimentación efectiva (Solano *et al.*, 2016). Si bien se pueden observar diferencias de género, en general, el impacto negativo de una mala o negativa estrategia de retroalimentación docente siempre juega en contra del “engage” o involucramiento estudiantil, dado que el aprendizaje no solo involucra transferencia informacional, sino que el constructo cognitivo está también impregnado de matices socioafectivos que potencian o drenan el interés, compromiso y desarrollo de autoaprendizaje, y tal vez con ello pasar de la fobia por las ciencias y matemática al placer por el aprendizaje y saber de éstas (Salcedo Rodríguez y Prez Vázquez, 2020).

Discusión

La revisión llevada a cabo y el análisis de los antecedentes recabados demuestra lo incipiente y poco abordado que tiene el tema sobre bases neurocientíficas que sustenten la existencia de diferencias en cuanto a capacidad o habilidad cognitiva en torno al aprendizaje científico, no hay evidencia que valide que las diferencias de aprendizaje son por causa biológica (sexo) sino por componentes o variables socioculturales.

El trabajo identificado como plausible de analizar in extenso respecto de la revisión muestra sólo antecedentes referentes a la preferencia por el estudio de las ciencias a nivel escolar y su potencial proyección en la elección de una carrera universitaria, no obstante, no explica con base en estudios neurológicos y neurofuncionales que dicha diferencia en la preferencia se sustente en mayores habilidades determinadas en el sustrato estructural y funcional del cerebro. Esto puede ser mal interpretado si consideramos estudios recientes sobre la estructura de conectividad (conectoma) presentado por Xin y colaboradores (2019), ya que, si bien se refieren diferencias en estructuras corticales y subcorticales, en éste mismo trabajo se explicita que dichas diferencias no son significativas y por ello determinantes de mejor o mayores habilidades cognitivas en ciencias y/o matemáticas.

No obstante, la falta de antecedentes, no se encontraron evidencias de investigaciones que demuestren empíricamente la existencia o diferencias significativas en habilidades cognitivas y/o funcionales a nivel cerebral, coincidiendo con lo expresado ya previamente por Torgerson *et al.* (2024) y Balducci (2023). Aspecto que además refrenda, pese a sus limitaciones, lo expuesto por Cerda *et al.*, (2017) respecto de la influencia de la motivación, aunque carece de la comparación del factor motivacional intrínseco respecto del extrínseco, en el cual cobra real relevancia el papel del/la docente tal y como se confirma con la propuesta de Vygotsky (1988), en donde el papel mediador del educador en la construcción del saber es parte esencial de la calidad de la interacción pedagógica en el aula, desestimando el papel clave del sexo biológico.

Es relevante para el desarrollo y consecución de un aprendizaje sin estigmas ni predisposiciones contraproducentes, el dejar de ver de modo competitivo la actividad educativa, y visualizar como un proceso de colaboración permanente la mejora de la experiencia de aprendizaje científico. Tal como lo evidencia el trabajo de Candela-Borja y Benavides-Bailón (2020), la enseñanza de las ciencias se complejiza por el poco uso que se da a recursos que motiven el interés por aprender ciencias, que generalmente es complejo y abstracto, además de fuera de contexto (Martínez-Lara, 2021; Sanmartí, Izquierdo y García, 1999).

Referencias

- Báez-Mendoza R and Schultz W (2013). The role of the striatum in social behavior. *Front. Neurosci.* 7:233. doi:10.3389/fnins.2013.00233
- Balducci M. (2023). Linking gender differences with gender equality: A systematic-narrative literature review of basic skills and personality. *Front. Psychol.* 14:1105234. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1105234
- Bravo Lucas, E., Mero, M. B., del Barco, M. A. H., & Jiménez, V. M. (2022). Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado. Continuación De La Antigua Revista De Escuelas Normales*, 97(36.1). <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92426>
- Beatty-Martínez, A. L., Bruni, M. R., Bajo, M. T., & Dussias, P. E. (2021). Brain potentials reveal differential processing of masculine and feminine grammatical gender in native Spanish speakers. *Psychophysiology*, 58(3), e13737. <https://doi.org/10.1111/psyp.13737>
- Belmonte-Mateos C and Pujades C (2022) From Cell States to Cell Fates: How Cell Proliferation and Neuronal Differentiation Are Coordinated During Embryonic Development. *Front. Neurosci.* 15:781160. doi: 10.3389/fnins.2021.781160
- Budday S, Steinmann P and Kuhl E (2015) Physical biology of human brain development. *Front. Cell. Neurosci.* 9:257. doi: 10.3389/fncel.2015.00257
- Bunge, M. (2017). *La ciencia: su método y su filosofía* (Vol. 1). Buenos Aires: Laetoli.
- Cabrero, B. G. (2018). Las habilidades socioemocionales, no cognitivas o “blandas”: aproximaciones a su evaluación. *Revista Digital Universitaria*, 19(6), 1-17.
- Caglayan, E., Ayhan, F., Liu, Y. et al. Molecular features driving cellular complexity of human brain evolution. *Nature* 620, 145–153 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06338-4>
- Candela Borja, YM. y Benavides Bailón, J. (2020). Actividades lúdicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de básica superior. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 5(3), 90-98. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v5i3.3194>
- Carter G., Lavados, J. y Slachevsky, A. (2013). *Neuropsicología: Bases neuronales de los procesos mentales*. Editorial Mediterráneo. ISBN: 9789562203555
- Casad BJ, Hale P y Wachs FL (2015) Parent-child math anxiety and math-gender stereotypes predict adolescents' math education outcomes. *Front. Psychol.* 6:1597. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01597
- Casas. J. A.; Pérez, C. y Ortega-Ruiz, R. (2017). Influencia de variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en matemáticas en estudiantes chilenos. *Educación XX1*, 20(2), 365-385, doi: 10.5944/educXX1.12183
- Chen H, Kang Z, Liu X, Zhao Y, Fang Z, Zhang J and Zhang H (2023) Chronic social defeat stress causes region-specific oligodendrogenesis impairment in adolescent mice. *Front. Neurosci.* 16:1074631. doi: 10.3389/fnins.2022.1074631
- Chin, R., Chang, S. W. C., & Holmes, A. J. (2023). Beyond cortex: The evolution of the human brain. *Psychological Review*, 130(2), 285–307. <https://doi.org/10.1037/rev0000361>
- Donoso Diaz, S (12 de diciembre de 2023). Resultados PISA: el fracaso del modelo de mercado en la Educación chilena. *CIPER*. <https://www.ciperchile.cl/2023/12/12/resultados-pisa-el-fracaso-del-modelo-demercado-en-la-educacion-chilena/>, Cerda, G.; Romera, E. M;

- Del Río, M., Strasser, K. y Susperreguy, M. (2016). ¿Son las habilidades matemáticas un asunto de género? Los estereotipos de género acerca de las matemáticas en niños y niñas de kínder, sus familias y educadoras. *Calidad en la Educación*, 45, 20-53. <https://doi.org/10.4067/S0718-45652016000200002>
- D'Souza RD and Burkhalter A (2017) A Laminar Organization for Selective Cortico-Cortical Communication. *Front. Neuroanat.* 11:71. doi: 10.3389/fnana.2017.00071
- Eliot, L. and Richardson, SS. (2016). Sex in Context: Limitations of Animal Studies for Addressing Human Sex/Gender Neurobehavioral Health Disparities. *Journal of Neuroscience*, 36 (47) 11823-11830; DOI: 10.1523/JNEUROSCI.1391-16.2016
- Evans, T.M., Kochalka, J., Ngoon, T.J., Wu, S.S., Qin, S., Battista, C. y Menon, V. (2015). Brain structural integrity and intrinsic functional connectivity forecast 6 year longitudinal growth in children's numerical abilities. *J. Neurosci.* 35, 11743–11750. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0216-15.2015>
- García-Cabezas Mª, Hacker JL and Zikopoulos B (2020) A Protocol for Cortical Type Analysis of the Human Neocortex Applied on Histological Samples, the Atlas of Von Economo and Koskinas, and Magnetic Resonance Imaging. *Front. Neuroanat.* 14:576015. doi: 10.3389/fnana.2020.576015
- Gomes-Leal W (2021) Adult Hippocampal Neurogenesis and Affective Disorders: New Neurons for Psychic Well-Being. *Front. Neurosci.* 15:594448. doi:10.3389/fnins.2021.59444
- Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., & McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Systematic Reviews*, 18, e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>
- Hernández-Velasco, I. (29 de octubre de 2020). *El cerebro es la estructura más compleja y enigmática en el universo*. Contiene más neuronas que las estrellas existentes en la galaxia. BBC News Mundo. Recuperado el 20 de enero de 2025 de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-54719567>
- Hyde, JS. (2016). Sex and cognition: gender and cognitive functions. *Current Opinion in Neurobiology*, Volume 38, Pages 53-56, ISSN 0959-4388. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2016.02.007>
- Kimura, D. (2002). Sex differences in the brain. *Scientific American*. <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00018E9D-879D-1D06-8E49809EC588EEDF>
- Kuehne M, Schmidt K, Heinze H-J and Zaehle T (2019) Modulation of Emotional Conflict Processing by High-Definition Transcranial Direct Current Stimulation (HD-TDCS). *Front. Behav. Neurosci.* 13:224. doi: 10.3389/fnbeh.2019.00224
- Kuhl, U., Friederici, A. D., Emmrich, F., Brauer, J., Wilcke, A., Neef, N., and Skeide, M. A. (2020). Early cortical surface plasticity relates to basic mathematical learning. *Neuroimage*, 204, 116235
- Latif-Hernandez A, Faldini E, Ahmed T and Balschun D (2016) Separate Ionotropic and Metabotropic Glutamate Receptor Functions in Depotential vs. LTP: A Distinct Role for Group1 mGluR Subtypes and NMDARs. *Front. Cell. Neurosci.* 10:252. doi: 10.3389/fncel.2016.00252
- Lavonen, J., Ávalos, B., Upadyaya, K., Araneda, S., Juuti, K., Cumsille, P., Inkinen, J., & Salmela-Aro, K. (2021). Upper secondary students' situational interest in physics learning in Finland and Chile. *International Journal of Science Education*, 43(16), 2577–2596. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1978011>
- Levine, S. (1966). SEX DIFFERENCES IN THE BRAIN. *Scientific American*, 214(4), 84–92. <http://www.jstor.org/stable/24930912>
- Lodato, S., & Arlotta, P. (2015). Generating neuronal diversity in the mammalian cerebral cortex. *Annual review of cell and developmental biology*, 31, 699–720. <https://doi.org/10.1146/annurev-cellbio-100814-125353>
- Ma H, Bu X, Sanford EM, Zeng T y Halberda J (2021) Approximate Number Sense in Students With Severe Hearing Loss: A Modality-Neutral Cognitive Ability. *Front. Hum. Neurosci.* 15:688144. doi: 10.3389/fnhum.2021.688144

- Martínez-Lara, J.A. (2021). Incidencia de los años de escolaridad y cantidad de lectura en el léxico disponible de un grupo de estudiantes universitarios del área de pedagogía. *Boletín de filología*, 56(2), 519-548.
- Mena, I., Romagnoli, C. y Valdés, A.M (2008). ¿Cuánto y dónde impacta? Desarrollo de habilidades socio emocionales y éticas en la escuela. Documento Valoras UC. Disponible en: <http://valoras.uc.cl/images/centro-recursos/ValoresEticaYDesarrolloSocioemocional/Documentos/Cu%C3%90%C3%9Dnto-y-donde-impacta.pdf>
- Nemmi F, Schel MA y Klingberg T (2018) Connectivity of the Human Number Form Area Reveals Development of a Cortical Network for Mathematics. *Front. Hum. Neurosci.* 12:465. doi: 10.3389/fnhum.2018.00465
- Nieder, A. (2005). Counting on neurons: the neurobiology of numerical competence. *Nat Rev Neurosci* 6, 177–190. <https://doi.org/10.1038/nrn1626>
- OECD (2019). PISA (2018). Results (Volume I): What Students Know and Can Do. PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Peters, L. y De Smedt, B., (2018). Arithmetic in the developing brain: a review of brain imaging studies. *Dev. Cogn. Neurosci.* 30, 265–279. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.05.002>
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W., LaMantia, A. S., & White, L. (2018). Early Brain Development. *Neuroscience*. Oxford University Press.
- Qin, S., Cho, S., Chen, T., Rosenberg-Lee, M., Geary, D.C., y Menon, V. (2014). Hippocampalneocortical functional reorganization underlies children's cognitive development. *Nat. Neurosci.* 17, 1263–1269. <https://doi.org/10.1038/nn.3788>
- Rockland KS and DeFelipe J (2018) Editorial: Why Have Cortical Layers? What Is the Function of Layering? Do Neurons in Cortex Integrate Information Across Different Layers? *Front. Neuroanat.* 12:78. doi: 10.3389/fnana.2018.00078
- Romagnoli, C. y Cortese, I. (2015). ¿Cómo la familia influye en el aprendizaje y rendimiento escolar? Ficha VALORAS actualizada de la 1ª edición "Factores de la familia que afectan los rendimientos académicos" (2007). Disponible en Centro de Recursos VALORAS: www.valoras.uc.cl
- Rozzi S and Fogassi L (2017) Neural Coding for Action Execution and Action Observation in the Prefrontal Cortex and Its Role in the Organization of Socially Driven Behavior. *Front. Neurosci.* 11:492. doi: 10.3389/fnins.2017.00492
- Salcedo Rodríguez, M. N. y Prez Vázquez, M. D. (2020). Relación entre inteligencia emocional y habilidades matemáticas en estudiantes de secundaria. Mendive. Revista de Educación, 18(3), 618-628.
- Sancha-Velasco A, Uceda-Heras A and García-Cabezas MÁ (2023) Cortical type: a conceptual tool for meaningful biological interpretation of high-throughput gene expression data in the human cerebral cortex. *Front. Neuroanat.* 17:1187280. doi: 10.3389/fnana.2023.1187280
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. *La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo*, 128.
- Sanmartí, N., Izquierdo i Aymerich, M., & García, P. (1999). Hablar y escribir: Una condición necesaria para aprender ciencias. Cuadernos de pedagogía, Vol. 281, p. 54-58, ISSN 2386-6322
- Solano, Y. O., Gómez, D., Cárdenas, A., Bartolo, F., Martínez, B., Bolaños, O. y Mendoza, J. (2016). Estudio del estrés académico en estudiantes universitarios de la Facultad de Ciencias Matemáticas utilizando métodos multivariantes. *Pesquimat*, 17(1).
- Torgerson, C., Ahmadi, H., Choupan, J., Fan, C. C., Blossnich, J. R., & Herting, M. M. (2024). Sex, gender diversity, and brain structure in early adolescence. *Human Brain Mapping*, 45(5), e26671. <https://doi.org/10.1002/hbm.26671>
- UNESCO. (s.f.). Tesouro de la UNESCO. Recuperado el 30 de noviembre de 2024, de <https://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/groups>
- Urbán N and Guillemot F (2014) Neurogenesis in the embryonic and adult brain: same regulators, different roles. *Front. Cell. Neurosci.* 8:396. doi: 10.3389/fncel.2014.00396

- Vera Sagredo, A., Cerda Etchepare, G., Aragón Mendizábal, E., y Pérez Wilson, C. (2021). Rendimiento académico y su relación con variables socioemocionales en estudiantes chilenos de contextos vulnerables. *Educación XX1*, 24(2), 375-398. <https://doi.org/10.5944/educXX1.28269>
- Vygotsky, L.S. (1988). *A formação social da mente*. 2ª ed. brasileira. São Paulo, Martins Fontes.
- Xin J, Zhang Y, Tang Y and Yang Y (2019) Brain Differences Between Men and Women: Evidence From Deep Learning. *Front. Neurosci.* 13:185. doi: 10.3389/fnins.2019.00185
- Yeo, B. T., Krienen, F. M., Eickhoff, S. B., Yaakub, S. N., Fox, P. T., Buckner, R. L., Asplund, C. L., & Chee, M. W. (2015). Functional Specialization and Flexibility in Human Association Cortex. *Cerebral cortex*, 25(10), 3654–3672. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu217>
- Yuan Y, Liu J, Zhao P, Xing F, Huo H and Fang T (2019) Structural Insights Into the Dynamic Evolution of Neuronal Networks as Synaptic Density Decreases. *Front. Neurosci.* 13:892. doi: 10.3389/fnins.2019.00892
- Zhu, Z. (2007). Gender differences in mathematical problem-solving patterns: a review of the literature. *International Education Journal*, 8(2), 187-203. <https://eric.ed.gov/?id=EJ834219>

