

# Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en debate

## Volumen 2

Ciencias de la Tierra, Ambientales  
y para la Salud.

Apropiación social de las ciencias

Calidad de los procesos formativos de  
los docentes de Ciencias

Beatriz Macedo  
Sara Silveira  
Margarita García Astete  
Daniel Meziat  
Luis Bengochea  
(Editores)

OBRAS COLECTIVAS  
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN 27

UAH



Cátedra UNESCO  
de Educación Científica  
para América Latina  
y el Caribe  
EDUCALYC  
Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

# Neurociencia cognitiva en la clase: de la especulación a la ciencia

Estrella Thomaz<sup>1</sup>, Maurivan Güntzel Ramos<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Escola de Ciências - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática  
da Escola de Ciências  
Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (Brasil)  
<sup>1</sup>[estrellathomaz@gmail.com](mailto:estrellathomaz@gmail.com), <sup>2</sup>[mgramos@puers.br](mailto:mgramos@puers.br)

**Resumen.** Las innovaciones provenientes de estudios que revelan los mecanismos cerebrales activados durante el proceso de aprendizaje, tienen consecuencias importantes para la educación. La neurociencia cognitiva ofrece pruebas de diversos principios de aprendizaje que surgieron a partir de investigaciones de laboratorio y que muestran las modificaciones estructurales en la organización física e funcional del cerebro. Consecuentemente, se torna necesario mejorar los procesos formativos de los docentes de modo a que los habilite a enseñar, evaluar y motivar a los estudiantes de forma más eficiente e compatible con el funcionamiento cerebral. Para cumplir este objetivo, primero tenemos que saber “¿De qué modo, profesores e futuros profesores de Biología, Física y Química, están preparados para tratar de los procesos de enseñar y aprender desde la perspectiva demostrada por la Neurociencia Cognitiva?” Este artículo tiene como objetivo principal, mostrar los resultados de un estudio realizado con participantes que fueron indagados sobre conceptos neurocientíficos relacionados a su formación profesional y a la práctica educacional.

**Palabras clave:** Procesos formativos de docentes, neurociencia cognitiva, enseñar y aprender, ciencias

## 1. Introducción

¿Cómo ocurre el proceso de aprendizaje? ¿Qué ocurre en el cerebro cuando se construyen nuevos conocimientos o habilidades? ¿Por qué, cómo y dónde, las situaciones vividas son memorizadas? ¿Cuál es la influencia de las emociones y de la atención en el aprendizaje? ¿Cuáles serían las mejores formas de aprender, considerando el funcionamiento del cerebro? Muchas son las tentativas de respuestas a estas cuestiones.

Actualmente, las ciencias están avanzando aceleradamente en dirección al entendimiento sobre cómo se desarrolla el aprendizaje en la lógica de la Neurociencia Cognitiva. Es decir que, para enseñar, es necesario considerar las estructuras físicas (cerebro), psicológicas (mente) y cognitivas (cerebro y mente). A partir de esta idea surge la importancia de la neurociencia para la educación.

Ante el reconocimiento de tal importancia, este trabajo de investigación tiene como objetivo conocer como son estudiados, los conceptos revelados por la Neurociencia Cognitiva, por estudiantes en formación docente de licenciaturas de química, física y biología. De igual manera, fue objeto de este estudio, el conocimiento del tema entre profesores que actúan en áreas de ciencias de la educación básica.

Para situar el tema y auxiliar en la comprensión de la presente investigación, serán abordadas las contribuciones de la neurociencia en lo que se refiere a conceptos como: atención, memoria y emociones relacionadas a la práctica docente

## **2. Atención, memoria y práctica docente**

### **2.1 Atención**

De acuerdo con Luria [1], atención es definida como “la selección de la información necesaria para el control selectivo de las acciones”. Conforme definido por Skinner [2], la atención es el control ejercido por un estímulo sobre el individuo, por lo tanto, para la comprensión del proceso de atención, es el estímulo que debe ser considerado e no el individuo. En otras palabras, al prestar atención en algo, se está sobre el control de algún estímulo.

De acorde con los estudios realizados por Vygotsky [3], el concepto de atención automática ya era conocido. El autor destaca la influencia de los estímulos provenientes del medio exterior, esos estímulos provocarían la transformación de atención automática para atención dirigida.

En la misma dirección, para Pantano e Assencio-Ferreira [4] existe un seleccionador o procesamiento pre atencional antes que la información se torne consiente y establezca una respuesta específica.

La eficiencia en la selección del registro inicial de las informaciones asume un papel importante en el contexto educacional, pues depende de esa apuración la distinción de la información que será aprendida. Como consecuencia, debemos considerar una peculiaridad que favorece la concentración de estímulos, la originalidad con que es exhibido la información y el contenido innovador, en otras palabras, la “novedad”.

En el contexto escolar, la “novedad” será foco de atención por parte de los estudiantes si: es compatible con los conocimientos adquiridos previamente y si están relacionados al cotidiano. Sin esta ligación, la información expuesta, aunque novedosa, no encontrará identificación que favorezca el aprendizaje y perderá interés.

### **2.2 Memoria**

Entre la atención y la memoria hay una asociación de dependencia en que la primera selecciona las informaciones serán retenidas en la segunda. Para que la memorización ocurra, es necesario que ocurran cambios fisiológicos. En este sentido [5], memoria puede ser definida como una actividad electrofisiológica que tiene la función de permitir el registro, manutención y evocación de acontecimientos pasados.

Sobre el mismo tema [6], se puede afirmar que son memorizadas de forma más duradera aquellas informaciones con las cuales establecemos relaciones,

atribuyéndoles un significado. Por ejemplo, al relacionar una persona con el nombre y algunas características propias, se forma una unidad integrada que será fácilmente retenida, en oposición a aquellas informaciones aisladas, como números de teléfono, por ejemplo. Transportando esta información para la situación en la clase, es importante considerar que informaciones retenidas de forma integrada facilitan la retención de los estudiantes. Esta característica puede tener implicaciones útiles para el proceso de evaluación de los estudiantes, pues la reproducción literal de la información no constituye una medida válida del real conocimiento del estudiante, sino, una medida de capacidad de retención por repetición de conceptos, producto de una estrategia de aprendizaje superficial.

Al considerar que las instrucciones escolares son resultado de la interacción entre las experiencias pedagógicas e los procesos cognitivos individuales, es admisible que el entendimiento del funcionamiento de este proceso, específicamente el estudio e comprensión de la memoria, puede promover acciones más eficientes para un rendimiento académico adecuado.

### **2.3 Emoción**

La neurociencia cognitiva apunta para una relación provechosa entre memoria, emoción e afecto. Destacados nombres como Ivan Izquierdo [7] atestan que la memoria, además de selectiva, es sensible a estados emocionales de placer y motivación.

Entre afectividad e cognición [8] hay una relación recíproca de interdependencia de manera que el suceso de uno de estos enfoques, será afectado por el otro.

De manera similar [9], la falta de afecto genera desinterés, desmotivación, pudiendo afectar los procesos de aprendizaje [10].

Durante el desarrollo individual, los vínculos afectivos se amplían en la figura del profesor que surge con gran importancia en la relación escolar. Para aprender, son necesarios dos personajes, uno enseña y otro que aprende estableciendo un vínculo [11]. Esto puesto, considerando que el aprendizaje está impregnado de afectividad por ocurrir de interacciones sociales, existe una trama que se establece entre profesores, estudiantes, el objeto de aprendizaje y la abordaje pedagógico que trasciende el campo puramente cognitivo. Existe una base afectiva permeando esas relaciones.

Son las emociones que orientan el aprendizaje [12]. Desde el punto de vista neurofisiológico, neuronas de áreas cerebrales que regulan las emociones, relacionadas al miedo, rabia y placer, mantienen conexiones con neuronas de áreas importantes para la formación de memorias. Por lo tanto, aprendemos aquello que nos emociona.

## **3. Procedimientos metodológicos de la investigación**

Esta investigación es un recorte de una pesquisa más amplia que se efectuó con la participación de cuatro escuelas y dos universidades de la ciudad de Porto Alegre, Brasil, teniendo como objetivo saber los conocimientos de profesores e futuros profesores, a respecto de la calidad de la formación instruccional relacionada al tema neurociencia y aprendizaje.

Participaron de este estudio, 20 estudiantes de licenciatura e 13 profesores con más de cinco años de actuación en asignaturas como física, química y biología.

Los datos fueron producidos por medio de un dispositivo de pesquisa compuesto por 14 afirmaciones apuntando conceptos neurocientíficos. El contenido de cada ítem del instrumento fue construido con fragmentos retirados del libro *“Comprendiendo o Cérebro: rumo a uma ciencia do aprendizado”*, redactado por la OCDE [13].

### 3.1 Análisis del Ranking Medio (RM) de la indagación

Para medir el nivel de concordancia e discordancia de los participantes (profesores y futuros profesores) que respondieran a la encuesta, se escogió una estrategia de análisis que permite establecer el Ranking Medio (RM) para cada indagación. Ese método de análisis es adecuado para casos en los que se usa escala Likert, que otorga una puntuación para cada ítem avaluado. Las opciones de respuestas para cada ítem son: NSR – no sé responder; CPL – concuerdo plenamente; CPA – concuerdo parcialmente; SIN – es indiferente; DPA – discuerdo parcialmente; DPL –discuerdo plenamente.

De esta forma, relacionando la frecuencia de las respuestas con la puntuación atribuida a cada ítem, es posible obtener el Promedio Ponderado (PP). Tal valor, vinculado al número de participantes, posibilito la obtención del RM, de acuerdo con la siguiente fórmula de cálculo.

$$\text{Ranking Médio (RM)} = \frac{\sum(f_i \cdot V_i)}{NS}$$

Promedio Ponderado (PP) =  $\sum(f_i \cdot V_i)$

Ranking Medio (RM) = PP/NS

$f_i$  = frecuencia de cada ítem

$V_i$  = valor otorgado a cada ítem

NS = número de participantes

A seguir, será exhibido un ejemplo de aplicación del RM para el ítem 5 de la encuesta. Para este ítem los participantes deben posicionarse en relación a la siguiente afirmación:

*“No hay dos cerebros iguales, existen diferencias individuales significativas de tamaño, también, lo que es más importante, diferencias en la cantidad de neuronas encargadas de determinadas funciones [...]”. Estas distinciones están relacionadas al género, pues las mujeres tienen menos neuronas que los hombres.*

Como resultado, cuanto más próximo de 5 (CPL), aumenta el nivel de concordancia de cada integrante (profesor o estudiante) relacionado a las afirmativas; contrariamente, cuanto más próximo de 1 (DPL), menor será el nivel de concordancia o más elevada a discordancia.

Para el ejemplo utilizado, el resultado del RM de los profesores es 2 y de los estudiantes, futuros profesores, es 4, como refleja la Tabla 1.

Los valores mostrados en la Tabla 1 indican que el grupo de estudiantes expresa más conformidad con la afirmativa propuesta. Posición contraria a la de los profesores con score más bajo, o que es sorprendente, pues se esperaría, al menos lo contrario.

**Tabla 1.** Ejemplo de análisis del resultado RM para el ítem 5

Opciones de respuestas	Valor otorgado	Frecuencia Profesores	Frecuencia Estudiantes
NSR	0	1	9
CPL	5	1	4
CPA	4	1	3
SIN	3	0	0
DPA	2	5	2
DPL	1	5	2
<b>RM</b>		<b>2</b>	<b>4</b>

A seguir, serán discutidos los resultados alcanzados y los argumentos que justifican las conclusiones.

#### 4. Resultados y discusión

Los ítems que componen el dispositivo de sondaje están detallados en la Tabla 2, que muestra las afirmaciones utilizadas en este estudio y los resultados obtenidos.

**Tabla 2.** Datos comparativos de los RM de profesores y estudiantes sobre los ítems analizados

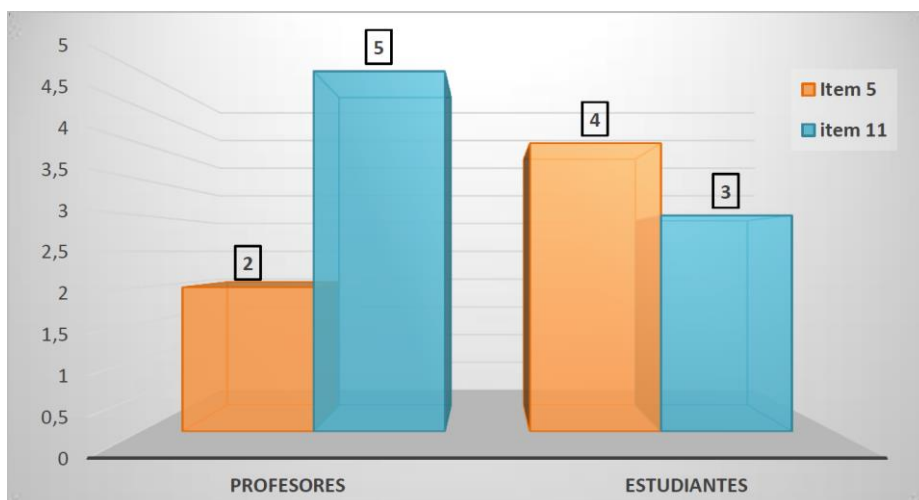
Ítem	Afirmaciones	RM Profesores	RM Estudiantes
i1	“El componente básico para procesar informaciones en el cerebro es la neurona, una célula capaz de acumular e transmitir actividad eléctrica”. ¿Usted considera que para aprender es necesaria la adición de nuevas neuronas?	4	4
i2	“Si las sinapsis representan la actividad cerebral y los padrones de actividad aumentan cuando aprendemos, esto significa que el aprendizaje sucede por el aumento de sinapsis o por el fortalecimiento de sinapsis que ya existen?”	4	4
i3	“¿Cómo, las personas aprenden? ¿Qué sucede en el cerebro cuando adquirimos conocimientos? Hoy, los investigadores científicos entienden de que forma el cerebro joven se desarrolla y como el cerebro maduro aprende”. El cerebro muestra “plasticidad”, es decir, capacidad de aprender a lo largo de la vida del individuo”.	4	3
i4	“Diversas partes del cerebro desempeñan diferentes funciones tareas de procesamiento de informaciones”. Tareas complejas, como hacer sumas matemáticas o el reconocimiento de palabras, dependen de la acción coordinada de varias redes neurales especializadas”.	4	3
i5	“No hay dos cerebros iguales, existen diferencias individuales significativas de tamaño, también, lo que es más importante, diferencias en la cantidad	2	4

	de neuronas encargadas de determinadas funciones [...]” Estas distinciones están relacionadas al género, pues las mujeres tienen menos neuronas que los hombres”.		
i6	“En el interior del cerebro humano, hay un conjunto de estructuras conocidas como sistema límbico. Esta región del cerebro es denominada como “cerebro emocional”. Cuando esta región es afectada por tensiones o miedo, el discernimiento social e el desempeño cognitivo quedan comprometidos”.	5	4
i7	“Ocurrirán problemas de comunicación entre neurocientíficos y educadores, pues son dos comunidades que no comparten un vocabulario profesional común, aplican diferentes métodos e lógicas, abordan diferentes cuestiones y buscan objetivos diferentes”.	3	3
i8	“En las próximas décadas, tendremos buenas posibilidades de desvendar la naturaleza de la memoria y de la inteligencia [...]. Cuando obtengamos ese objetivo, seremos capaces de reconstruir la práctica docente sobre una sólida teoría de aprendizaje”.	4	4
i9	“Algunas personas prefieren aprender con los ojos, otras con los oídos y otras por medio del toque y las sensaciones”. Individuos aprenden mejor cuando reciben las informaciones de acuerdo con su forma preferida de aprender (visual, auditiva, cenestésica).	4	5
i10	“Habitualmente se afirma que el hemisferio derecho es creativo y el hemisferio izquierdo es lógico, provocando afirmaciones que refieren que los artistas son orientados por el lado derecho y los matemáticos por el lado izquierdo”. Diferencias en la dominancia de hemisferios cerebrales pueden explicar diferencias entre los estudiantes.	3	4
i11	“El aprendizaje basado en experiencias ocurre cuando el cerebro encuentra una experiencia importante en el momento apropiado, denominado de periodo receptivo. Existe un período receptivo en los primeros años de la infancia”.	5	3
i12	“Ambientes educacionales enriquecidos aceleran fundamentalmente el aprendizaje y el desenvolvimiento cerebral”.	5	4

i13	“Para que el sistema nervioso establezca la función de atención, es necesario el involucramiento de grandes áreas del encéfalo. En estas áreas, grupos bien definidos de neuronas seleccionan informaciones sensoriales que llegan, eliminando o disminuyendo algunas y concentrándose en otras, promoviendo la atención selectiva”.	3	4
i14	“Con las recientes pesquisas, los neurocientíficos están tornándose capaces de demostrar que el proceso emocional puede ayudar o obstaculizar al proceso educacional.” ¿Un vínculo emocional entre el profesor y el estudiante puede afectar la memoria?	5	4

En la Tabla 2 están señaladas en azul las discrepancias más acentuadas (i5, i11), en verde las conformidades (i2, i7, i8) que representan la opinión de los participantes.

A seguir, serán expuestos los resultados agrupados en forma de gráficos.



**Fig 1.** Principales discrepancias entre resultados de los profesores y estudiantes para los ítems 5 y 11

Es posible observar en la fig. 1 que la mayor parte de los profesores está en desacuerdo con la afirmación representada en el ítem 5, ya comentada anteriormente, dando a entender que se existen diferencias en la estructura cerebral, esta característica no parece estar relacionada al género.

La posición adoptada por los docentes puede estar basada en la desconsideración de las diferencias individuales practicada por mucho tiempo. Pues, se cree que todos deben aprender de igual forma y al mismo tiempo.

Las clases puramente expositivas, tienen la ventaja de alcanzar a un grande número de personas, indistintamente, al mismo tiempo que crea una barrera de aislamiento entre profesores y estudiantes.



En particular, es interesante observar los resultados evidenciados por los estudiantes para el ítem cinco (i5) en el cual ellos manifiestan una neutralidad perturbadora se consideramos que el grupo está en contacto con investigaciones académicas actualizadas. Resaltando que, buena parte del conjunto, está vinculada a las Ciencias Biológicas con posibilidad de acceso a datos sobre la cuantía de neuronas en el cerebro de distintas especies, propiciando trazar paralelos con la especie humana. A este respecto, la neurocientífica brasileña Suzana Herculano-Houzel [16], comparó cerebros de diferentes animales, con tamaño y número de neuronas superior al humano, citando ballenas, elefantes, delfines e otros, para demostrar que dichas cifras, no están relacionadas con la capacidad cognitiva.

En el ítem 11 (i11), los profesores en actividad, concuerdan que el proceso de aprendizaje puede sufrir limitaciones con la edad. Es probable que este hecho se deba a la percepción, en la práctica, de la existencia de períodos más favorables para desenvolver el aprendizaje de forma ideal. No obstante, la oportunidad de aprender puede ser recuperada más tarde, en otro período de tiempo, demandando mayor esfuerzo para realizarse.

Por otro lado, el promedio apuntado por los estudiantes, demuestra que no tienen una posición definida sobre este asunto, reflejando neutralidad. En realidad, de acuerdo con estudios en el ámbito de la Neurociencia Cognitiva, se recomienda remitirse a “períodos receptivos”, que existen durante toda la vida. Estos períodos son importantes aunque no indispensables para desenvolver capacidades, así mismo, tardíamente.

Con respecto a los ítems con valores análogos tanto por profesores como por estudiantes, los mismos se encuentran representados en la fig. 2.

Entre los resultados similares, se encuentran los ítems (i2), (i7) y (i8), conformidades indicando que los dos grupos (profesores y estudiantes) tienen concepciones semejantes frente a las afirmativas presentadas. Siendo que en el ítem 2 (i2), los participantes concuerdan que hay relación entre sinapsis, neuronas, actividad cerebral y aprendizaje. El mismo posicionamiento se repite en el ítem 8 (i8), en el que se proyectan futuras teorías de aprendizaje basadas en conocimientos más precisos sobre memoria e inteligencia.



**Fig. 2.** Resultados de RM concordantes entre estudiantes y profesores

Finalmente, los resultados para el ítem 7 (i7) que trata de la dificultad de comunicación entre neurocientíficos y educadores, muestra tendencia de neutralidad. Este resultado denota la falta de perspectivas de los participantes, posiblemente porque las primeras atribuciones de la neurociencia se relacionan con la superación de dificultades de orden médica, asociadas al funcionamiento problemático del cerebro y a disturbios de aprendizaje

## 5. Conclusiones

A partir de esta investigación, fue posible comprender que desde la descubierta de las neuronas, al final de siglo XIX, las pesquisas han avanzado considerablemente ampliando los horizontes de la neurociencia. En esta perspectiva, hoy prevalecen conceptos de neuroplasticidad, revelando la capacidad del cerebro de reorganizarse permanentemente en constante adaptación al medio ambiente. Consecuentemente, considerando que aprender es el resultado de la interacción entre las estructuras mentales e el ambiente, conocer una forma en la cual el cerebro aprenda mejor, pasa a ser una necesidad en el ámbito docente.

Una limitación encontrada durante este estudio muestra que no son compartidos los conocimientos emergentes de las pesquisas de la Neurociencia Cognitiva con el área de la educación. Por consiguiente, esa situación dificulta la elaboración de acciones educativas con bases en el funcionamiento cerebral, mismo que haya sido demostrado su importancia para alcanzar el máximo potencial de desenvolvimiento.

También fue posible constatar la valorización de la esfera psicoafectiva, con influencia en el rendimiento escolar. Este aspecto importa pues, no hace mucho tiempo, los objetivos de la educación se concentraban en el desarrollo de competencias cognitivas como la lectura, la escrita y los ejercicios matemáticos. Hoy se conoce que las emociones actúan en el progreso de estas habilidades, por tanto merecen atención de los profesores.

A lo largo de este trabajo de investigación, surge la necesidad de nuevos estudios, principalmente, de orden práctica que corroboren efectivamente la relación entre el dominio de los conocimientos de neurociencia por los docentes y la calidad del proceso de enseñar y aprender resultantes.

## 6. Referencias

1. Luria, A. R. (1991). *Curso de psicología geral: atenção e memória*. v. 3. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
2. Skinner, B. F. (2000). *Ciência e comportamento humano*. São Paulo: Martins Fontes.
3. Vygotsky, L. S. (2000). Desarrollo de las funciones psíquicas superiores en la edad de transición. En Vygotsky, L. S. *Obras escogidas IV: psicología infantil*. Madrid: Visor.
4. Pantano, T., Assencio-Ferreira, V.J. (2009). Introdução às neurociências. En: Pantano, T.; Zorzi, J.L. (Org.). *Neurociência aplicada à aprendizagem*. São José dos Campos: Pulso. p. 10-15.
5. Baddeley, A. D. (2014). *Essential of human memory*. Hove: Psychology Press.

6. Nogueira, M. J. (2005). *Exame das funções mentais: um guia*. São Paulo: Lemos.
7. Izquierdo, I. (2010). *A arte de esquecer: cérebro e memória*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent.
8. Wallon, H. (1971). *As origens do caráter na criança: os prelúdios do sentimento de personalidade*. São Paulo: Difusão Européia do Livro.
9. Piaget, J. (2001). *Inteligencia e afectividad*. Buenos Aires: Aique.
10. Spitzer, M. (2007) *Aprendizagem: neurociências e a escola da vida*. Portugal: Climepsi.
11. Fernandez, A. (1991). *A inteligência aprisionada*. Porto Alegre: Artmed.
12. Guerra, L. (2011). *Diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades*. Interlocução. Minas Gerais, v.4, n. 4, p. 3-12.
13. Organização de Cooperação e desenvolvimento econômico - OCDE. (2003). *Compreendendo o cérebro: rumo a uma nova ciência da aprendizagem*. São Paulo: Senac.
14. Oliveira, L. H. (2005). *Exemplo de cálculo de ranking médio para Likert: análise dos dados*. Varginha: PPGA/CNE/FACECA. <http://www.administradores.com.br/producao-academica/ranking-medio-para-escala-de-likert/28>. (consultado el 20 de abril de 2018).
15. Herculano-Houzel, S. (2012) *O cérebro nosso de cada dia: descobertas da neurociência sobre a vida cotidiana*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent.