

Memoria y aprendizaje: una aproximación al estudio de la química visto desde una perspectiva psico-neuronal

Memory and Learning: An Approach to the Study of Chemistry from a Psycho-Neuronal Perspective

Jhonatan Valero Martínez*

Resumen

El aprendizaje implica una serie de procesos y conductas que cambian nuestra forma de actuar y pensar. Los psicólogos y neurólogos han estudiado por largo tiempo cómo funcionan estos procedimientos y cuáles pueden resultar más benéficos o eficaces para la enseñanza-aprendizaje de conceptos y mecanismos. De variados estudios, se ha llegado a conclusiones sesgadas sobre el papel de la memoria en dichos procesos de comprensión, más si se habla de asignaturas o disciplinas de orden científico en que se mantiene la idea de que memorizar es distinto de aprender. Por ejemplo, la química suele ser una disciplina con temas diversos, matemáticos y transversales que propone como eje de aprendizaje la resolución de problemas; sin embargo, se escatima la importancia que conlleva la memoria desde una perspectiva neurofisiológica ¿Qué métodos de aprendizaje favorecen la formación de la memoria a largo plazo? ¿Por qué olvidamos tan de prisa

* Profesor en formación. Universidad Pedagógica Nacional. jvalerom@upn.edu.co

lo que aprendemos? Bien se sabe que aprender conlleva procesos complejos de memoria-olvido, emplear metodologías específicas puede marcar la diferencia entre olvidar rápidamente y la activación de una memoria a largo plazo. Estas cuestiones fueron abordadas en la enseñanza de la química dentro de una práctica pedagógica en un colegio de educación media en la ciudad de Bogotá, con resultados positivos e interesantes que nos llaman a retomar la importancia de la memoria como un proceso interdependiente con el aprendizaje, y cómo esta favorece el estudio, el repaso y los exámenes en general de las estudiantes.

Palabras clave

memoria; aprendizaje; química; olvido; práctica pedagógica

Abstract

Learning is a series of processes and behaviors that transform the way we act and think. Psychologists and neurologists have long studied how these procedures work and which may be most beneficial or effective for teaching and learning concepts and mechanisms. Various studies have reached biased conclusions regarding the role of memory in these processes of understanding, particularly in scientific subjects or disciplines, where the idea persists that memorization differs from learning. For instance, chemistry is often a discipline with diverse, mathematical, and interdisciplinary topics that centers on problem-solving as its main learning focus. However, the significance of memory from a neurophysiological perspective is often underestimated. Which learning methods promote long-term memory formation? Why do we forget so quickly what we learn? It is well known that learning involves complex processes of memory and forgetting, and using specific methodologies can make the difference between rapid forgetting and activating long-term memory. These questions were addressed in the teaching of chemistry within a pedagogical practice at a high school in Bogotá, yielding positive and intriguing results that highlight the importance of memory as an interdependent process with learning, benefiting students' study, review, and exams overall.

Keywords

Memory; Learning; Chemistry; Forgetting; pedagogical practice

Introducción

¿Aprendemos o memorizamos? Gracias al interés en los últimos dos siglos de los psicólogos cognitivos y pedagogos de todo el mundo, se han realizado avances significativos en la investigación del aprendizaje, y se han contrapuesto modelos y teorías de distintos autores, dando propuestas que se empeñan en separar el aprendizaje de la memoria, esto como una crítica al modelo conductista y de enseñanza clásica que se había impuesto en todo el mundo. Afortunadamente, las neurociencias nos revelan otra perspectiva en los procesos de aprendizaje y vinculan nuevamente la memoria y el aprendizaje como dos procesos interdependientes, por lo cual uno es imprescindible del otro. Por esto, es importante dar una revisión a las fases neuronales de la memoria y la forma en la que olvidamos, la cual es un factor determinante para obtener buenos resultados de estudio. ¿De qué sirve estudiar 8 horas si olvidamos aproximadamente un 80 % pasadas unas horas?

Antecedentes

La psicología experimental y cognitiva ha sido imprescindible para los estudios de la pedagogía, pues apoya psicológicamente los procesos de enseñanza-aprendizaje llevados por los niños hasta los adultos. Bien son conocidos los estudios sobre los estadios por Jean Piaget, el aprendizaje significativo por

David Ausubel, entre muchos otros, que han servido de base para la implementación de nuevas escuelas/modelos pedagógicos o didácticos. Hermann Ebbinghaus (1885) no es ajeno a este grupo, sus análisis sobre la memoria le permitieron implementar un nuevo método de aprendizaje basado en el ahorro, un método que se pretende estudiar en la enseñanza de la química: ¿aprenderán y retendrán mejor las estudiantes los contenidos de un programa típico de química? Un trabajo importante en el área del aprendizaje que aborda la neurociencia y la memoria, es el publicado por Aguado (2001) o directamente aplicados en la química como Pérez (2021) nos ilustra, en el cual se vincula la resolución de problemas de la química y la estructura cognoscitiva.

Por otra parte, la neurociencia también nos realiza un aporte importantísimo en el estudio de la memoria y cómo el cerebro crea mecanismos para la retención de la información; asimismo, el proceso de aprendizaje va vinculado fuertemente con el proceso neuronal de almacenamiento (memoria a corto y largo plazo) y la manera como se perciben las teorías del aprendizaje (Artigas, 2015). Por ejemplo, la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel o el método del ahorro ya mencionado, de Ebbinghaus, puede darnos las pautas necesarias para crear una herramienta que ayude a fortalecer este mecanismo mnemónico del cerebro humano.

En este apartado se encuentran bastantes investigaciones neuropsicológicas como la llamada “Ley de Hebb”, trabajada por el doctor Donald Hebb (1949), en la cual se avanzó enormemente sobre la creación y el fortalecimiento de conexiones sinápticas cuando dos o más neuronas se activan de forma contigua en tiempo y espacio, creando la apertura para la aparición de redes neuronales, o la llamada plasticidad neuronal. Así mismo, los avances de Hubel y Wiesel (1962) en la interpretación del estímulo visual y la activación o respuesta del cerebro, ejemplo del porqué las prácticas del laboratorio facilitan el aprendizaje de conceptos químicos, pues el estímulo visual genera una organización en capas en el cerebro, lo cual le es más fácil de reactivar y, por lo tanto, de recordar.

Por otro lado, el importante trabajo de Lømo y Bliss (1973) sobre la potenciación a largo plazo (o LTP, por sus siglas en inglés) nos relata la respuesta postsináptica de la célula cuando se ve estimulada, dando pulsos más fuertes y prolongados que las neuronas presinápticas. Y, finalmente, el trabajo de Erick Kandel (en las décadas de 1970 y 1980), sobre la plasticidad neuronal, los cuales implican la existencia de un aprendizaje para producir estos cambios, un aporte de suma importancia, pues relacionó directamente los procesos de aprendizaje con la memoria.

Pregunta problema

¿Cómo se pueden mejorar las estrategias de aprendizaje de la química en cursos de once en el Colegio Liceo Femenino Mercedes Nariño a través de una metodología para el fortalecimiento de la memoria?

Objetivos

Objetivo general

Fortalecer la memoria y la retención de conocimientos en química mediante un método de aprendizaje que logre traspasar la memoria de corto plazo a una de largo plazo en las estudiantes de grado once del Liceo Femenino Mercedes Nariño.

Objetivos específicos

- Implementar herramientas memorísticas para fortalecer la memoria en las estudiantes de grado once.
- Diseñar un modelo que se enfoque en métodos de aprendizaje para la memoria a largo plazo influyendo la resolución de problemas.

Marco conceptual

Olvido

Todo lo que ha pasado por nuestra memoria y ya no se encuentra en ella constituye lo que denominamos el olvido, mas este no siempre es el malo de la película. Olvidar es un buen hábito para mantener una memoria sana, dicen algunos. No todo se puede recordar, el cerebro puede crear nuevas conexiones neuronales si olvidamos otras. No obstante, el olvido en la educación representa un problema fundamental para el avance y efectividad de lo enseñado. Los docentes se empeñan y esfuerzan por crear novedosas e ingeniosas estrategias que estimulen procesos metacognitivos para que los estudiantes puedan asimilar, entender y retener la mayor cantidad de contenidos posibles. Un estudiante que es incapaz de retener información a largo plazo o, peor aún, a corto plazo, suele ser un sujeto incapaz de cumplir sus expectativas académicas. Si bien el proceso de enseñanza-aprendizaje no está basado en la memoria, cabe recordar que los procesos de aprendizaje conllevan una plasticidad neuronal, es decir, el cerebro cambia su estructura neuronal de tal manera que almacena lo que realmente se aprendió en la llamada memoria a largo plazo, o memoria declarativa (Angenot, 2013).

Hermann Ebbinghaus (1885), apasionado por la filosofía y la psicología experimental, se vio interesado por

los mecanismos con los cuales el ser humano aprende, recuerda y olvida. Para esto, siguió un riguroso programa de memorización de sílabas sin sentido (consonante, vocal, consonante) en condiciones controladas y con intervalos de tiempos definidos, demostrando que las personas generalmente olvidamos un 40 % de la información asimilada pasadas unas cuantas horas, y hasta un 80 % al transcurrir de unos cuantos días. (Murre, 2015).

Aprendizaje y memoria en la química

A menudo, hablar de aprendizaje es en esencia, describir los procesos por los cuales los humanos y animales en general presentan un cambio en su conducta. Dale (2012) lo describe así: “el aprendizaje es un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es resultado de la práctica o de otras formas de experiencia”. Es decir, que, en general, la capacidad de aprendizaje está presente en todas las especies animales en mayor o menor medida, pues son respuestas fisiológicas que presenta el cuerpo y cerebro hacia el medioambiente; dependiendo de la especie, podrá asimilar desde procedimientos muy mínimos hasta procesos cognoscitivos de alta complejidad.

Todo psicólogo cognitivo o pedagogo del aprendizaje entiende que lo que se estudia son “esas respuestas” que nos brindan los sujetos en cuestión ante una señal de entrada, o *input*, que repre-

senta una dificultad o un nuevo conocimiento que se intenta aprender. Esa salida, u *output*, nos permite dictaminar la eficiencia del aprendizaje o el cambio en la conducta. A lo largo de la historia, se han venido manifestando diferentes teorías sobre el aprendizaje, se han clasificado y diversificado de tal manera que son múltiples las opciones e interpretaciones de las cuales un docente puede tomar parte y tratar de aplicarlas en su área correspondiente.

Generalmente, aprendizaje y memoria se toman como formas separadas de adquirir conocimientos, pero aprender es memorizar, no podemos decir que aprender está apartado de la memoria y mucho menos del olvido. Es bien sabido que el aprendizaje basado en la memoria es considerado por muchos como la forma más básica y sencilla de adquirir conocimientos, por ejemplo, para Ausubel: "En el aprendizaje memorístico o simple memorización, el aprendiz no hace un esfuerzo por integrar el nuevo conocimiento con conocimiento previo relevante en su estructura cognoscitiva. Consecuentemente, el aprendizaje memorístico hace poco por construir la estructura cognoscitiva de la persona" (citado en Novak y Cañas, 2009, p. 1).

Sin embargo, como se mencionó algunas líneas atrás, aprender también es memorizar, porque crea conexiones sinápticas en el cerebro y genera toda una modificación física dentro de este órgano, generando un nuevo mapa mental, siempre y cuando se esté formando una memoria a largo plazo.

Técnicas de aprendizaje basadas en la memoria

Una de las metodologías poco implementadas es el "método del ahorro", ingeniado por Ebbinghaus. Esta parece ser muy efectiva para comprender los contenidos de química, pues, como se demuestra, el olvido es más rápido que la memoria, pero los procesos de reaprendizaje suelen ser más eficientes y rápidos si se repasa habitualmente. Ebbinghaus descubrió que el tiempo requerido para reaprender algo es generalmente menor que el tiempo requerido para aprenderlo inicialmente y esta diferencia disminuye con el tiempo, lo que demuestra que el olvido es más rápido poco después del aprendizaje y luego se estabiliza (Ebbinghaus, 1885).

Así mismo, técnicas mnemónicas, como las *flash cards* (fichas con información relevante de los temas para su consulta rápida y de fácil almacenamiento) pueden dar ese repaso constante en el que se basa el método de aprendizaje del ahorro. El palacio de la memoria, también conocido como el método de loci, es otra técnica nemotécnica que se remonta a la antigua Grecia y que se utiliza para mejorar la capacidad de recordar información. Consiste en asociar elementos a recordar con lugares físicos familiares, como habitaciones de una casa o lugares en un camino que se conoce bien.

○ el aprendizaje por primeros principios, basado en el estudio de un concepto cualquiera indagando información

histórico-epistemológica: ¿cuál fue la necesidad del concepto? ¿De dónde y quiénes trabajaron en este? Es decir, se identifican los principios básicos relacionados al concepto, generalmente leyes, teoremas matemáticos, axiomas, entre otros. Este enfoque es usado en áreas como la física y las ingenierías, en las que entender los principios fundamentales es clave para resolver problemas complejos y desarrollar nuevos conocimientos. Habitualmente el método a menudo se atribuye a científicos como Isaac Newton, quien lo utilizó para desarrollar sus leyes del movimiento y la gravitación.

El aprendizaje por primeros principios genera una especie de estructuración cognoscitiva en los estudiantes, los cuales generan relaciones entre contenidos, leyes y principios de la química, y pueden crear nuevas conexiones postsinápticas que prevalecen en el cerebro a través de la plasticidad neuronal y son traídas al pensamiento sin tanto esfuerzo gracias a esta técnica o como las anteriores mencionadas (Academia Carta Blanca, s. f.).

Plasticidad neuronal

Cuando Ramón y Cajal (1899) proponen la importancia de la sinapsis en los procesos de aprendizaje y memorización, abren un camino al estudio de la enseñanza-aprendizaje más moderna y precisa, donde no se deja de lado el órgano más importante para estos

procesos: el cerebro. Hablar de plasticidad neuronal es hablar de plasticidad sináptica; como más adelante propondría Hebb (1949), la actividad entre las células pre y postsinápticas puede modificar regiones específicas del cerebro. La comunicación entre las neuronas puede crear conexiones y, por lo tanto, un cambio metabólico, así como, con esta relación, una serie de circuitos preferentes que han sido activados con prelación.

Posteriormente se logra demostrar que la constante estimulación entre pares de neuronas aumenta su estabilización y respuesta postsináptica. Esta continuidad de respuesta postsináptica fue denominada potenciación a largo plazo (o LTP, por sus siglas en inglés). Gracias a estas investigaciones se crea un modelo que explica los procesos de aprendizaje y de la memoria, y se logra demostrar cómo surge un cambio morfológico en las espinas dendríticas, es decir, la base de la memoria (sobre todo a largo plazo) (Lomo y Bliss, 1973).

Metodología

Tabla 1. Metodología

Población	Muestra	Diseño	Informes	Evaluaciones
Estudiantes del colegio Liceo Mercedes Nariño.	Estudiantes de los cursos 11-04 y 11-05.	Cualitativo y cuantitativo, principalmente.	Progreso y tutorías para implementar los nuevos hábitos de estudio.	Quiz diagnóstico, quiz primer momento y quiz final.

Fuente: elaboración propia.

Para aplicar el modelo metodológico se dividió en cuatro momentos:

1. Examen diagnóstico: en primera instancia, se realizó una prueba para diagnosticar el estado mnemónico de las estudiantes, es decir, si habían comprendido el tema estequiométrico y si se les dificultaba traer a la memoria los conceptos adquiridos y repasados con antelación.
2. Presentación: posteriormente, se presentó el proyecto de memoria y aprendizaje para dar una contextualización a las estudiantes, la metodología del método del ahorro y el apoyo en principios memorísticos-cognitivos.
3. Implementación de método: la implementación de la estrategia con las estudiantes tuvo como objetivo fortalecer falencias en la metodología de aprendizaje, cambiando el modelo (método del ahorro: repaso diario de 15 o 10 minutos) y fortalecimiento neuronal (nemónicos) a través de varios métodos mencionados antes, como *flash card*, palacio de la memoria y la técnica de aprendizaje por primeros principios.

4. Quiz: se aplicó un quiz con la finalidad de contrastar resultados con el quiz inicial y así evaluar la efectividad del método de aprendizaje basado en el fortalecimiento de la memoria a corto y largo plazo.

Recursos y materiales de apoyo

- Quiz inicial estequiométrico.
- Presentación de Power Point para la contextualización del método.
- Herramientas o estrategias memorísticas.
- Material de apoyo como *flash card*, póster y carteleras.
- Material audiovisual.
- Evaluación comparativa.

Resultados

En las figuras 3 y 4 se presentan los resultados para los dos exámenes, antes y después de aplicarse la metodología de aprendizaje, teniendo en cuenta que estos se califican de 1 a 3 puntos, según el marco de notas del colegio y del profesor titular.

Tabla 2. Resultados grado 11-05

CURSO 11-05	Examen I, con metodología tradicional del docente titular	Exámen II, despues de aplicar el método de aprendizaje
Estudiante	Quiz Estequiometría	Quiz El agua y las Disoluciones
1	3	3
2	1	1
3	0	2
4	0	1
5	0	1
6	0	1
7	2	2
8	1	1
9	1	2
10	0	1
11	1	2
12	1	0
13	2	1
14	0	2
15	2	3
16	0	2
17	1	2
18	1	1
19	3	2
20	1	2
21	0	2
22	1	2
23	2	2
24	1	2
25	1	1
26	1	3
27	0	1
28	1	2
29	0	0
30	1	1
31	1	2
32	0	1
33	1	2
34	1	1

Fuente: elaboración propia.

Análisis y discusión de resultados

En ambos cursos se aplicaron pruebas idénticas para los dos momentos de enseñanza. El primer examen fue el resultado de la enseñanza tradicional impartida por el docente titular y, en segunda instancia, el examen dos se aplicó en los cursos después de abordar las temáticas del currículo, dentro de la propuesta metodológica basada en el aprendizaje de conceptos por y para la memoria a largo plazo. De estos resultados, podemos analizar lo siguiente:

Tabla 3. Resultados grado 11-04

CURSO 11-04	Examen I, con metodología tradicional del docente titular	Exámen II, despues de aplicar el método de aprendizaje
Estudiante	Quiz: Estequiometría y Disoluciones	Quiz: El agua y las Disoluciones
1	3	3
2	1	1
3	1	3
4	0	2
5	0	1
6	0	2
7	1	1
8	0	2
9	1	1
10	0	2
11	1	2
12	0	2
13	0	0
14	0	F
15	2	1
16	1	F
17	0	1
18	1	1
19	0	1
20	1	1
21	1	1
22	0	2
23	0	1
24	1	3
25	1	F
26	0	2
27	0	1
28	0	2
29	0	3
30	0	1
31	f	0
32	1	2
33	0	1

Fuente: elaboración propia.

- En ambos grados se puede observar un mayor rendimiento en alrededor del 60 % de las estudiantes, contrastando el primer examen con el segundo.
- Menos del 5 % de las estudiantes empeoró su rendimiento después de implementar el modelo de aprendizaje.
- En algunas estudiantes se puede apreciar que en los dos modelos mantienen su rendimiento académico.

Conclusiones

Se evidenció una mejoría en los resultados entre el examen diagnóstico y el examen posterior después de aplicar el método de estudio; sin embargo, es difícil asegurar que las estudiantes pudieran tener una disciplina y coherencia continua con el método de aprendizaje, pues las condiciones no permitían tal rigurosidad.

Por otra parte, a lo largo de la práctica pedagógica, se detectaron problemáticas con respecto a la retención de contenidos de la química vistos desde grado décimo, repasados al inicio del año, en los que la metodología implementada, basada en el ahorro y las técnicas memorísticas, ayudaron a las estudiantes a mantener sus contenidos conceptuales más frescos y más fáciles de evocar desde la memoria al contexto y a las evaluaciones aplicadas, a pesar de las condiciones de seguimiento e inconvenientes individuales de la población trabajada.

Referencias

- Academia Carta Blanca. (s. f.). El palacio de la memoria: cómo funciona esta técnica. *Academia Carta Blanca*. <https://www.academiacartablanca.es>
- Aguado-Aguilar, L. (2001). Aprendizaje y memoria. *Revista de Neurología*, 32(4), 373-381. https://cdn-cms.f-static.com/uploads/1973697/normal_5cf5e953f119f.pdf
- Angenot, M. (2023). Historia del olvido. *Rétor*, (13). <https://doi.org/10.61146/retor.v13.n1.189>
- Aguilar Mendoza, L. A., Espinoza Pardo, G., Oruro Puma, E., y Carrión, D. (2010). Aprendizaje, memoria y neuroplasticidad. *Temática Psicológica*, 6(6), 7-14. <https://doi.org/10.33539/tematpsicol.2010.n6.856>
- Artigas, F. (2005). Plasticidad sináptica: un mecanismo clave para el aprendizaje y la memoria. *Revista de Neurología*, 40(Supl 1), S3-S10.
- Dale, P. S. (2012). *Principles of learning and behavior*. 8.ª ed. Pearson Education.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Über das Gedächtnis: Untersuchungen zur experimentellen Psychologie* [Memory: A contribution to experimental psychology]. Dunccker & Humblot.
- Hebb, D. O. (1949). *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. John Wiley & Sons. https://es.wikipedia.org/wiki/Donald_O._Hebb
- Hubel, D. H. y Wiesel, T. N. (1962). Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cats visual cortex. *Journal of Physiology*, 160(1), 106-154.
- Lomo, T. y Bliss, T. V. P. (1973). Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *Journal of Physiology*, 232(2), 331-356.
- Murre, J. M. J. y Dros, J. (2015). Replicación y análisis de la curva del olvido de Ebbinghaus. *Más Uno*, 10(7), e0120644. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120644>

- Novak, J. D. y Cañas, A. J. (2009). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Institute for Human and Machine Cognition.
- Ramón y Cajal, S. (1899–1904). *Histología del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*. Imprenta y Tipografía de José Pueyo.