



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL
Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

Especialidad de Tecnología e Informática

**Memoria y aprendizaje: propuesta de
desarrollo de competencias desde la
asignatura de tecnología en la ESO.**

Memory and learning: proposal for the development of
competences in the subject of technology in ESO.

Autor:

D. Alonso Solís Zarzuela

Tutor:

Dra. Dña. María del Pilar Martín Pérez

Valladolid, 08 de Julio de 2021



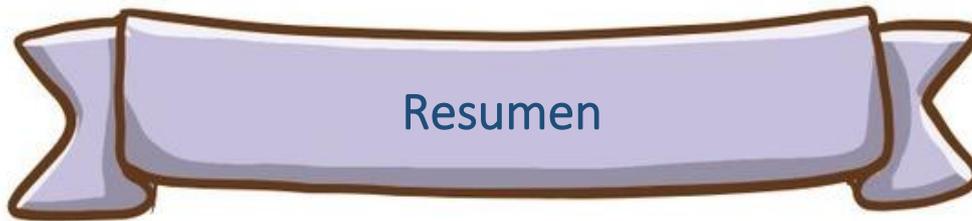
TABLA DE ILUSTRACIONES	6
RESUMEN	8
ABSTRACT	10
AGRADECIMIENTOS	12
JUSTIFICACIÓN	14
OBJETIVOS	18
INTRODUCCIÓN A LA NEUROEDUCACIÓN	20
NEUROCIENCIA	20
NEUROEDUCACIÓN	22
EL CEREBRO HUMANO	24
DESARROLLO TEÓRICO.....	34
NEUROCIENCIA. LA MEMORIA.....	34
<i>¿Qué memorizamos?</i>	35
<i>¿Por qué olvidamos?</i>	36
<i>¿Qué otros aspectos afectan a la memoria?</i>	38
<i>Tipos de memoria. Modelo simplificado</i>	39
<i>Tipos de memoria. Modelo ampliado</i>	40
<i>Características prácticas de la memoria</i>	45
Memoria explícita	45
Memoria implícita	46
PEDAGOGÍA. LAS COMPETENCIAS	47
<i>Visión espacial</i>	47
¿Qué es?.....	47
¿Cuándo y cómo se trabaja?	49
Síntesis práctica.....	51
<i>Aprender a aprender</i>	53
¿Qué es?.....	53
¿Cuándo y cómo se trabaja?	54
Síntesis práctica.....	56

PROPUESTA PRÁCTICA.....	58
DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	60
<i>Contextualización.....</i>	<i>60</i>
<i>Descripción de la metodología.....</i>	<i>61</i>
Temporalización.....	61
Listado de las actividades.....	62
Actividad 1: Puzzlememory	62
Actividad 2: Laberinto mental	64
Actividad 3: Un, dos, tres, visualiza otra vez.....	68
Actividad 4: ¿Qué me croquizas?.....	69
Sistema de tarjetas.....	72
Prevención de la discriminación	72
Desarrollo sostenible y medioambiente.....	73
Riesgos ligados a las tecnologías de la información y la comunicación	73
Salud y deporte.....	74
Seguridad vial	74
Evaluación	75
CONCLUSIÓN	80
LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN.....	82
REFERENCIAS	84
ANEXOS	88
Anexo 1: Tabla de seguimiento de los resultados para puntuación de los equipos.	88
Anexo 2: Tabla de seguimiento del desplazamiento emocional al comienzo y al final de cada sesión	89



Tabla de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 DISCIPLINAS DE LA NEUROEDUCACIÓN. FUENTE (ALLENDE, 2017)	22
ILUSTRACIÓN 2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA NERVIOSO. FUENTE (PÉREZ-DOMÍNGUEZ, 2020)	25
ILUSTRACIÓN 3 EL CEREBRO TRIUNIO. FUENTE (CARRILLO, S.F.).....	25
ILUSTRACIÓN 4 PARTES EXTERNAS DEL CEREBRO. FUENTE (DEPARTAMENTO DE EDITORIAL SANTILLANA, 2012).....	26
ILUSTRACIÓN 5 BULBO RAQUÍDEO Y PARTES DEL SISTEMA LÍMBICO. FUENTE (SOUSA, 2014).....	28
ILUSTRACIÓN 6 CEREBELO.	29
ILUSTRACIÓN 7 ESTRUCTURA DE UNA NEURONA. FUENTE (SOUSA, 2014).....	31
ILUSTRACIÓN 8 NEURONAS ENTRELAZADAS. FUENTE (CABALLERO, 2017).....	32
ILUSTRACIÓN 9 MODELO DE LA MEMORIA DE ATKINSON Y SHIFFRIN. FUENTE (CABALLERO, 2017).....	40
ILUSTRACIÓN 10 MODELO DE LA MEMORIA AMPLIADO.	41
ILUSTRACIÓN 11. LOCALIZACIÓN EN EL ENCÉFALO DE LA MEMORIA DE TRABAJO (AZUL), DE LA MEMORIA EXPLÍCITA (MORADO) Y DE LA MEMORIA IMPLÍCITA (VERDE)	42
ILUSTRACIÓN 12 ESQUEMA DE LA RELACIÓN COMPETENCIAS/MÉTODO/ACTIVIDADES.....	59
ILUSTRACIÓN 13 TEMPORALIZACIÓN DE ACTIVIDADES.	62
ILUSTRACIÓN 14 IMÁGENES DE LA ACTIVIDAD “PUZZLEMEMORY” CON WWW.JIGSAWPLANET.COM.	64
ILUSTRACIÓN 15 ENUNCIADO DE EJEMPLO 1 DE LA ACTIVIDAD "LABERINTO MENTAL".....	66
ILUSTRACIÓN 16 SOLUCIÓN DE EJEMPLO 1 DE LA ACTIVIDAD "LABERINTO MENTAL".	66
ILUSTRACIÓN 17 ENUNCIADO DE EJEMPLO 2 DE LA ACTIVIDAD "LABERINTO MENTAL".....	67
ILUSTRACIÓN 18 SOLUCIÓN DE EJEMPLO 1 DE LA ACTIVIDAD "LABERINTO MENTAL".	67
ILUSTRACIÓN 19 IMÁGENES DE LA ACTIVIDAD “UN, DOS, TRES, VISUALIZA OTRA VEZ” CON QUIZZZ. PIEZAS OBTENIDAS DE LA FUENTE (FINBONICCI, S.F.).....	69
ILUSTRACIÓN 20 ENUNCIADO DE EJEMPLO DE LA ACTIVIDAD "¿QUÉ ME CROQUIZAS?".....	71
ILUSTRACIÓN 21 SOLUCIÓN DE EJEMPLO DE LA ACTIVIDAD "¿QUÉ ME CROQUIZAS?".	71
ILUSTRACIÓN 22 TARJETAS CURIOSAS PARA LA “PREVENCIÓN DE LA DISCRIMINACIÓN”.....	72
ILUSTRACIÓN 23 TARJETAS CURIOSAS PARA EL “DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIOAMBIENTE”.....	73
ILUSTRACIÓN 24 TARJETAS CURIOSAS PARA LOS “RIESGOS DE LAS TICs”.	73
ILUSTRACIÓN 25 TARJETAS CURIOSAS PARA "SALUD Y DEPORTES".....	74
ILUSTRACIÓN 26 TARJETAS CURIOSAS PARA "SEGURIDAD VIAL".	74
ILUSTRACIÓN 27 ESQUEMA OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN Y LOS MÉTODOS PARA CUBRIRLOS.	75



Resumen

El presente Trabajo de Fin de Máster se propone acercar a la educación los avances que brinda la neurociencia describiendo el funcionamiento del cerebro humano, en concreto en lo relativo a la memoria.

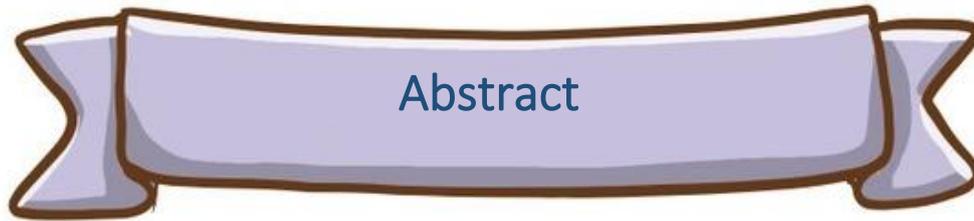
Para ello, se comienza con la realización de una revisión bibliográfica que oriente en el estado actual de la neurociencia y la neuroeducación, concluyéndolo con la descripción del funcionamiento cerebral que permita seguidamente abordar con más detalle los tipos de memoria y sus características.

Tras revisar todos los sistemas de memoria, se extraen una serie de características susceptibles de ser tener en cuenta en el diseño de actividades educativas.

El trabajo se complementa incluyendo lo aportado por la neurociencia en una propuesta práctica enfocada al desarrollo de las competencias de visión espacial y de aprender a aprender, con la cual se aprovecha además para proponer un modo de integrar los elementos transversales del currículo en el día a día de las aulas.

En último lugar, se detallan las conclusiones obtenidas y se proponen líneas de actuación futuras para mejorar esta investigación.

Palabras clave: neurociencia, neuroeducación, memoria, visión espacial, aprender a aprender



Abstract

This work aims to enrich education with the advances that neuroscience offers by describing the functioning of the human brain, specifically concerning memory.

To achieve this, first, a bibliographical review will be used as a guide to understand the meaning and current state of neuroscience and neuroeducation. Second, a description of the brain functioning will describe with more detail the types of memory and their characteristics.

After reviewing all the memory types, a series of important features will be extracted. Those features can be taken into consideration in the design of educational activities.

The work is complemented by including a practical proposal based on the acknowledgments provided by neuroscience. The proposal is focused on the development of two main skills, namely spatial vision and learning to learn. Additionally, it also includes a way of integrating the cross-curricular elements in daily sessions.

Finally, the obtained conclusions are exposed. Moreover, future lines of action are proposed to improve this research.

Keywords: neuroscience, neuroeducation, memory, spatial vision, learning to learn



Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer su labor al conjunto de profesores del máster, a lo largo de la realización de este trabajo he tenido la oportunidad de acordarme de todos ellos y de sus aportaciones.

En segundo lugar, a Pilar Martín Pérez, tutora de este trabajo, cuya implicación ha resultado ser una de las mejores motivaciones para seguir adelante y una fuente de inspiración para el futuro.

También quiero dar las gracias a mis hermanos, a mi madre y a mi pareja, cuyos ánimos han resultado cruciales en los momentos de escasez de ideas, siempre tratando de ponerme las cosas un poco más fáciles.

Y por último a mi gato, quien tan buena compañía me ha brindado en momentos de reflexión.

Justificación

Históricamente, es apreciable que las metodologías de aprendizaje han sido desarrolladas partiendo principalmente de la intuición de los maestros, una intuición que no ha de ser infravalorada, pues son ellos quienes más tiempo pasan en las aulas con todos sus alumnos, quienes tienen la mejor oportunidad para conocerlos y para saber qué es lo que les motiva y les gusta. Por tanto, se considera una gran fuente de ideas que den vida a nuevas propuestas de mejora y seguidamente a pruebas de ensayo-error. Así no hay duda de que se progresa. Pero ¿qué ocurre cuando los resultados no son satisfactorios? Y si lo son, ¿Por qué? ¿Serían mejorables? Para responder a estas dudas nace la neuroeducación.

Lo explica con suma claridad Mora (2020) con la siguiente metáfora:

“Intentar enseñar sin conocer cómo funciona el cerebro, pronto será como diseñar un guante sin nunca antes haber visto una mano”

De esta frase se extrae que llegará un momento en que la simple intuición y observación no bastarán para seguir progresando en pos de la mejora continua de la educación, será necesario recurrir a fuentes de conocimiento que nos permitan comprender a un nivel más profundo como es el funcionamiento de la mente humana. Ese manantial se llama neurociencia, y aplicado al campo de aprendizaje se denomina neuroeducación.

La neuroeducación es una disciplina emergente que pretende responder a las preguntas anteriores, es decir, ayudar a mejorar la actividad educativa, aportando la base científica del conocimiento del cerebro humano. No significa venir a decir que se está haciendo mal, sino a aportar una explicación a los resultados ya observables que permita entender el porqué de lo que funciona o no. Pero ello solo será posible

cuando se derive de ese conocimiento actitudes y prácticas concretas, nuevas y relevantes, aplicables a los diversos niveles de enseñanza (Morgado, 2014).

Siendo así, se justifica la elección de la neuroeducación como principal proveedor de conocimiento con el que trabajar. Dentro de ella, se pondrá el foco sobre la memoria, la cual, confundiéndonos con el aprendizaje memorístico, no ha tenido muy buena prensa, pero no se ha de olvidar que todo lo que se aprende, todos los datos, conceptos, e incluso como se explicará, las habilidades, son guardadas en ese almacén del saber que poseemos llamado memoria. Se espera que conocer la logística de dicho almacén esclarezca la mejor manera para orientar el aprendizaje.

Habiendo elegido un marco teórico que nos aporte las herramientas de trabajo, resta la elección de un *“para qué”*. En este caso surge de la propia experiencia personal y laboral del autor.

Tanto en la industria como en la construcción, la expresión gráfica supone un lenguaje fundamental en si misma a la hora de comunicar y documentar cualquier máquina, equipo o construcción a través de planos. Y no nos limitemos a los planos definitivos, el desarrollo de las mejores ideas se hace con rápidos croquis que permiten transmitírselas al resto, y así trabajar sobre ellas en busca de la mejor solución. En múltiples ocasiones, este proceso de desarrollo se ve entorpecido cuando alguna de las partes carece o no domina de la visión espacial necesaria para componer y visualizar mentalmente el conjunto representado en los croquis. Se convierte así una competencia indispensable que es trabajada tanto en las asignaturas de tecnología como de dibujo técnico en la ESO y en Bachillerato (Consejería de Educación Castilla y León, 2015).

Aun siendo una competencia ya incluida en el currículo, se ha de ser consciente que no todas las personas tienen la misma predisposición mental a adquirirla. Para algunos alumnos puede resultar una tarea mucho más costosa, lo que explica que pese haber sido trabajada en el instituto, no haya sido correctamente desarrollada. En base a la experiencia del autor, es posible identificar casos de indefensión aprendida,

habiendo escuchado frases del tipo “yo carezco de visión espacial”, muy posiblemente fruto de un proceso de aprendizaje infructuoso.

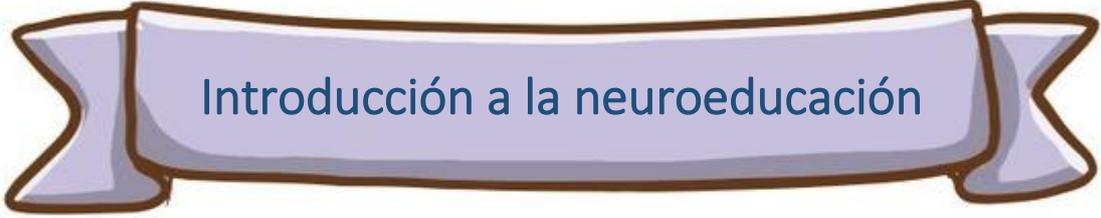
Por tanto, con objeto de tener en consideración esta posibilidad y minimizarla al máximo, se propone trabajar en paralelo una segunda competencia, aprender a aprender. Una competencia transversal incluida entre los objetivos principales de la ley nacional de educación, LOMCE (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015), que promueve la autonomía de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje, en detrimento del miedo al fracaso y de la indefensión aprendida.



Objetivos

Partiendo de las motivaciones anteriormente citadas, se sintetizan los siguientes objetivos para el presente Trabajo de Fin de Máster, los cuales servirán de guía en el desarrollo del mismo:

1. Describir los conocimientos actuales aportados por la neurociencia, en particular aquellos con relación a la memoria y el aprendizaje de competencias.
2. De lo aportado por la neurociencia, desgarnar todas aquellas partes consideradas relevantes a la educación y que puedan traducirse en prácticas concretas, nuevas y aplicables (neuroeducación).
3. Documentar cuándo, cómo y por qué son trabajadas en la actualidad las competencias de visión espacial y aprender a aprender.
4. Enunciar que características ha de tener el aprendizaje para la adquisición de las competencias de visión espacial y aprender a aprender según la neuroeducación con relación al funcionamiento de la memoria.
5. Proponer metodologías de trabajo de las competencias de visión espacial y aprender a aprender en un ciclo de la ESO.



Introducción a la neuroeducación

Neurociencia

Con la intención de conocer las características y particularidades del terreno sobre el que se desarrollará este trabajo, se comienza revisando lo que comprende la palabra neurociencia.

El termino es relativamente reciente, no fue hasta finales de los años 60 y principios de los 70 que fue acuñado por primera vez en lengua inglesa (Mora, F., & Sanguinetti, 1994), siendo en 1969 cuando se fundó la Society for Neuroscience (SfN). Desde entonces la relevancia de este campo ha ido en aumento. En España, se tendría que esperar hasta el 1984 para la creación de la Sociedad Española de Neurociencia, aunque ya hubiese un importante número de profesionales trabajando en la materia (Suárez, n.d.).

Buscando una definición de partida, se comparte la expuesta por Benarós et al. (2010), quienes la entienden como una rama del conocimiento a la que contribuyen distintas subdisciplinas que tienen como elemento común, el estudio del sistema nervioso en sus distintas expresiones fenomenológicas.

Una visión muy extendida a la que autores como Redolar (2002), quien hace énfasis en la característica multidisciplinar de la neurociencia, la cual aúna en un objetivo común desde la biología y la psicología hasta incluso las ciencias de la computación. Lo cual da a entender que lo que define a la neurociencia no son tanto las fuentes de conocimiento de las que parte, sino el objetivo para el cual estas son utilizadas.

Según Kandel & Squire (2000), el nacimiento de la neurociencia fue fruto de la incorporación del estudio biológico del cerebro, tanto a nivel celular como molecular, a la psicología. Es decir, partir del estudio de lo más pequeño, desde la genética, desde las mismísimas moléculas, e incluir todo ese conocimiento a la tarea de comprender cómo funciona la mente humana. Se confirma así al menos uno de los objetivos comunes que efectivamente definen la neurociencia, en conocimiento de la mente humana.

Por otro lado, la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) en Vincent (1995), da un sentido a ese objetivo, al referirse a la neurociencia como una disciplina que involucra a la biología del sistema nervioso y a las ciencias humanas sociales y exactas en conjunto, para contribuir al bienestar humano por medio de avances.

Dentro de la neurociencia, el área de la que más se nutre la neuroeducación, concepto que describiremos más adelante, es la neurociencia cognitiva. Esta tiene como objetivo la búsqueda del conocimiento que estudia las relaciones mente-cerebro para comprender los procesos mentales desde un abordaje interdisciplinario (Gómez Cumpa et al., 2004). Se puede apreciar la introducción de una palabra nueva en esta definición, procesos. Una palabra clave cuando lo que se busca es optimizar métodos educativos. Tal y como lo matiza Gómez Cumpa et al. (2004), la neurociencia cognitiva permite *“optimizar el procesamiento de la información, desarrollar las inteligencias múltiples, el conocimiento y desarrollo de los sistemas representacionales, el desarrollo de los sistemas de memoria, la generación de significados funcionales, y el desarrollo de inteligencia emocional”*. Dicho así resulta un objetivo perfecto para cualquier docente.

Con todo ello, la neurociencia forma una herramienta fundamental para optimizar el desarrollo mental y social de las personas, justificando así una nueva disciplina, la neuroeducación.

Neuroeducación

La neuroeducación nace de la continua necesidad de mejorar los procesos de aprendizaje. Muchos años han pasado del aforismo “la letra con sangre entra”, con la cual, sin aportar justificación alguna, se defendía el aprendizaje memorístico al mismo tiempo que se sentenciaba que para aprender había que sufrir. En este contexto, fue la psicología la que entró a describir características que debía de tener cualquier proceso de enseñanza.

Destacando a Piaget con relación a su *Teoría Genética del Aprendizaje*, a Brūner, padre del aprendizaje por descubrimiento, y por supuesto a Ausubel dando nacimiento al termino aprendizaje significativo; los tres rompieron con la creencia popular de que el aprendizaje tenía que ir de la mano de la memorización. Se apoyaron en sus conocimientos científicos en psicología y pedagogía para mostrar que se desarrollan recuerdos y conocimientos mucho más duraderos cuando estos tienen relación con algo ya sabido o con alguna experiencia personal.

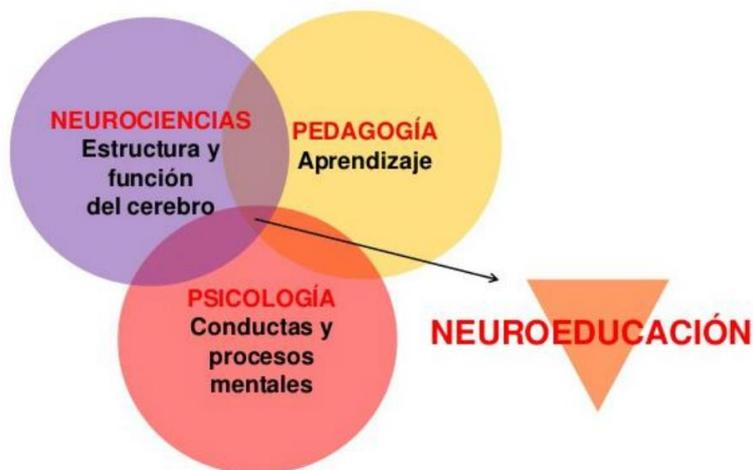


Ilustración 1 Disciplinas de la neuroeducación. Fuente (Allende, 2017)

En la actualidad la neuroeducación se propone unir fuerzas con la pedagogía y la psicología, con el objetivo de aportar una mayor base científica que permita profundizar en el conocimiento acerca del funcionamiento del cerebro humano con relación a los procesos de aprendizaje (Instituto Neurológico Integral Beremia, 2019). Así se puede apreciar en la siguiente imagen, la neuroeducación toma las teorías del

aprendizaje de la pedagogía, la descripción de las conductas y los procesos mentales de la psicología, y el conocimiento del funcionamiento del cerebro de la neurociencia.

Como describe Pérez-Domínguez (2020), esta disciplina puede usarse para impulsar necesidades concretas del desarrollo personal en la educación, como lo son la creatividad y la atención, o simplemente potenciar ciertos tipos de inteligencia y memoria.

Estas afirmaciones no deben dar lugar a error. No es la neurociencia quien aportará las metodologías concretas para una educación efectiva, sino los propios maestros y pedagogos (Morgado, 2014). Ellos han de usar el conocimiento que tanto la psicología como la neurociencia les ofrece junto a su propia experiencia docente para desarrollar nuevos procedimientos que les permitan optimizar su labor. Es en su mano en la que está la neuroeducación.

De un modo mucho más concreto se pronuncia Marina (2012), quien propone 4 objetivos a la neuroeducación:

- El entendimiento por parte de los profesores del proceso educativo
- La resolución de problemas de aprendizaje de origen neurológico
- La mejora de los procesos de aprendizaje
- El establecimiento de interacciones adecuadas entre cerebro y tecnología

El primero hace clara referencia al hecho de que se pretende proveer de una nueva herramienta a los docentes, el segundo a la necesidad de un mayor conocimiento en casos con alumnos con necesidades educativas especiales por causas de origen neurológico, el tercer objetivo, que puede parecer repetitivo, hace énfasis en la mejora a un nivel superior, no limitándose solamente a los maestros, sino al trabajo de los propios centros educativos. Y por último, aportar conocimiento científico a un debate de actualidad, ¿cómo ha de ser la interacción entre los adolescentes y las nuevas tecnologías?

Teniendo una idea clara de cuales han sido las necesidades que han propiciado la aparición de la neuroeducación, que es lo que nos puede aportar y cuales son los objetivos que se marca, es momento de adentrarnos en el estudio del cerebro, como introducción que posteriormente nos permita comprender como es el funcionamiento de la memoria.

El cerebro humano

En este apartado se procurará aportar una base breve pero suficiente que permita abordar con una mayor facilidad el estudio del funcionamiento de la memoria humana y sus características. Se describirán desde los componentes más pequeños del cerebro, las neuronas, hasta las distintas partes que lo forman.

Pero antes se ha de situar el cerebro dentro del cuerpo humano. Obviamente todo el mundo sabe que se localiza en la cabeza, pero es necesario tener en cuenta se trata de un órgano incluido dentro del sistema nervioso, el cual a su vez se divide en sistema nervioso central (SNC) y en sistema nervioso periférico (SNP). El sistema nervioso central está compuesto por la médula y el encéfalo, conocido comúnmente como cerebro, aunque en realidad el cerebro es una parte de él, junto al cerebelo y al tronco encefálico. Reténgase la visión de que el sistema nervioso central resulta una red neuronal de comunicación a lo largo de todo el cuerpo.

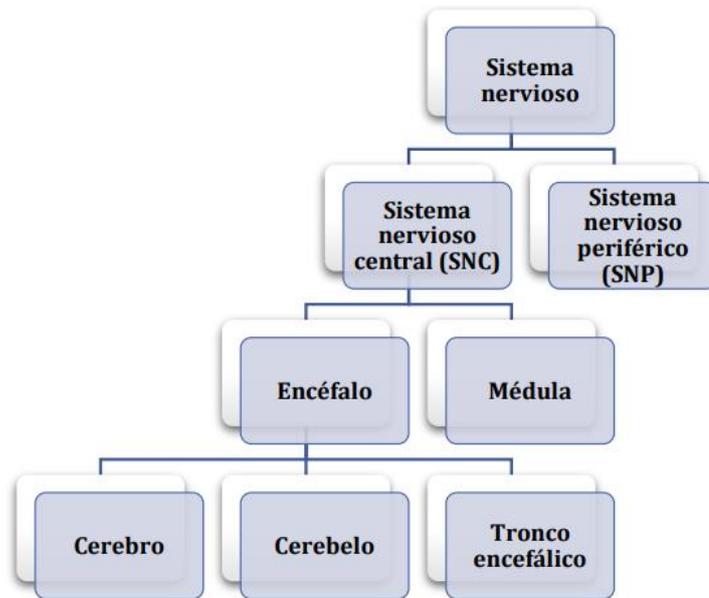


Ilustración 2 Estructura del sistema nervioso. Fuente (Pérez-Domínguez, 2020)

Ya concretando, solamente haciendo referencia al cerebro, se comienza con una primera clasificación de las distintas partes del cerebro atendiendo a factores evolutivos, esta distinción fue propuesta por MacLean (1990), y diferencia el cerebro en tres partes: el cerebro reptiliano, el cerebro límbico y la zona del neocórtex.

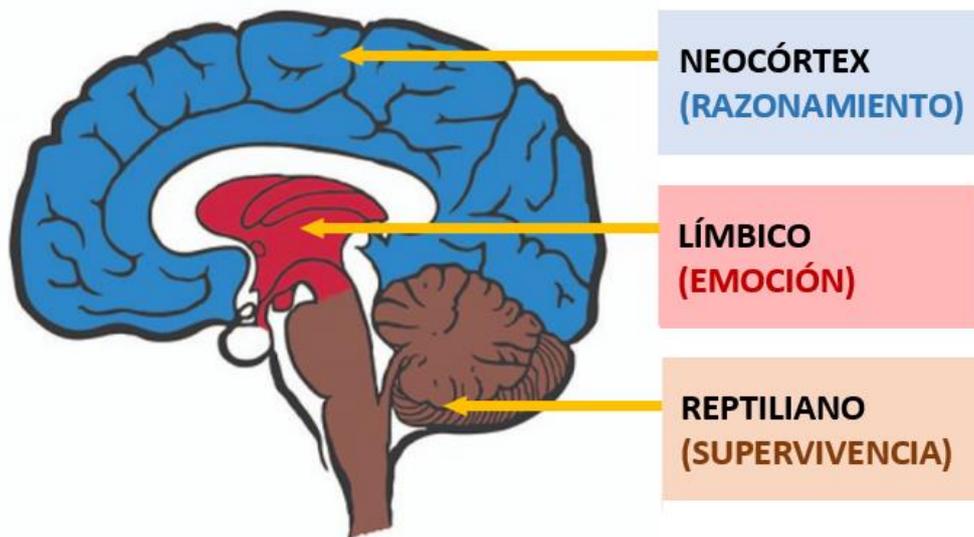


Ilustración 3 El cerebro triunio. Fuente (Carrillo, s.f.)

Esta teoría es conocida como el cerebro triunio. En ella, el cerebro reptiliano es el hogar de los instintos más básicos de supervivencia, como lo son el hambre, la reproducción o el sueño. Por otro lado, en cerebro paleo-mamífero se generan todas las emociones, siendo la siguiente parte en evolucionar tras el reptiliano. Y por último, es en el mamífero donde se encuentra el pensamiento abstracto, el pensamiento lógico y procesos de comunicación (Carrillo, n.d.). Esta es una teoría que simplifica fuertemente las funciones de cada parte del cerebro y se ha de tomar más como una metáfora que nos ayudará en un primer acercamiento antes de ver clasificaciones más detalladas.

Comenzando por sus partes exteriores superiores, las cuales forman lo que anteriormente hemos llamado neocorteza, podemos diferenciar entre los lóbulos del cerebro, entre los que se encuentran los lóbulos frontales, los temporales, los occipitales y los parietales. Hay dos de cada uno, lados izquierdo y derecho.

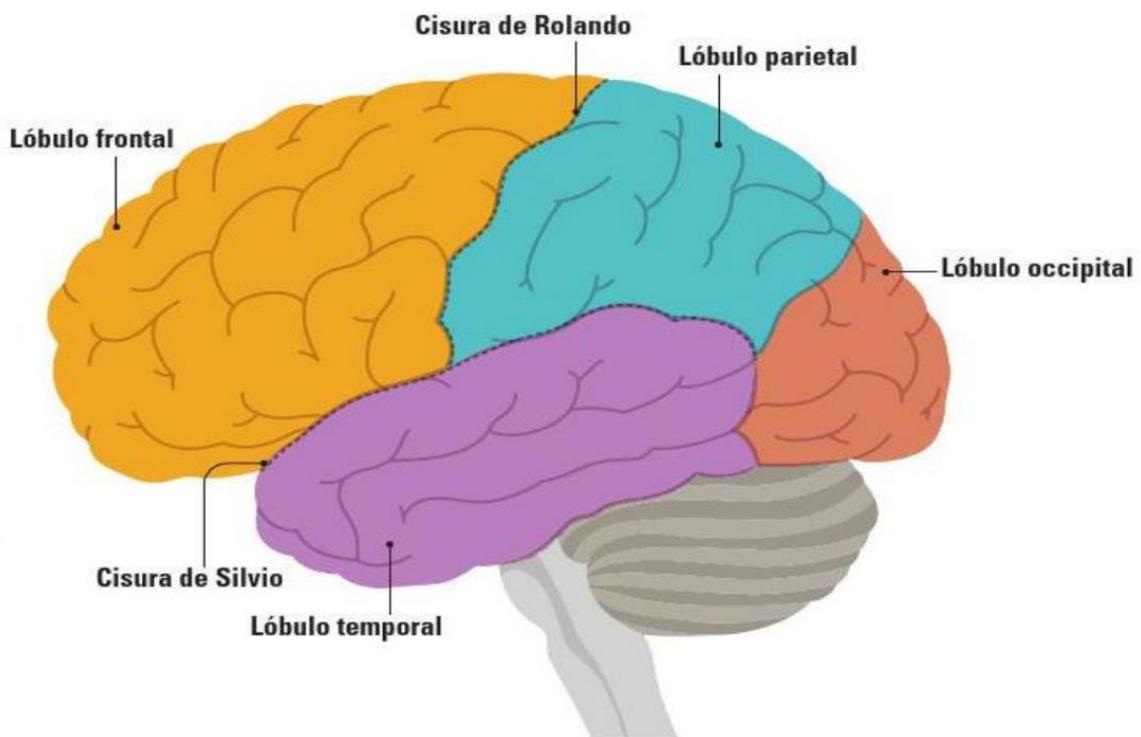


Ilustración 4 Partes externas del cerebro. Fuente (Departamento de Editorial Santillana, 2012)

Revisando la funcionalidad de cada lóbulo (Sousa, 2014):

Lóbulos frontales	<p>Situados en la parte delantera del cerebro, son conocidos como el centro del control ejecutivo del cerebro, ya que alojan el raciocinio y pensamiento, dirigiendo la resolución de problemas y gestionando las emociones. Gran parte de la personalidad reside en ellos, por lo que un traumatismo puede provocar cambios permanentes en el comportamiento.</p> <p>Otra característica importante es su lento desarrollo. Es la última parte del cerebro en madurar, pudiendo tardar hasta la edad adulta, lo que explica las dificultades de los adolescentes para controlar sus emociones.</p>
Lóbulos temporales	<p>Se sitúan bajo las orejas, contienen parte de la memoria a largo plazo además de ocuparse del reconocimiento de rostros, de objetos, del sonido y de los centros del habla.</p>
Lóbulos occipitales	<p>Localizados en la parte de atrás y son los encargados en exclusiva del procesamiento visual.</p>
Lóbulos parietales	<p>Desde la parte más alta del cerebro, se responsabilizan principalmente del cálculo y de la orientación espacial.</p>

Pasando al interior del cerebro, se discretiza entre el bulbo raquídeo, llamado antes cerebro reptiliano y el sistema límbico, lo que se ha nombrado cerebro paleo-mamífero.

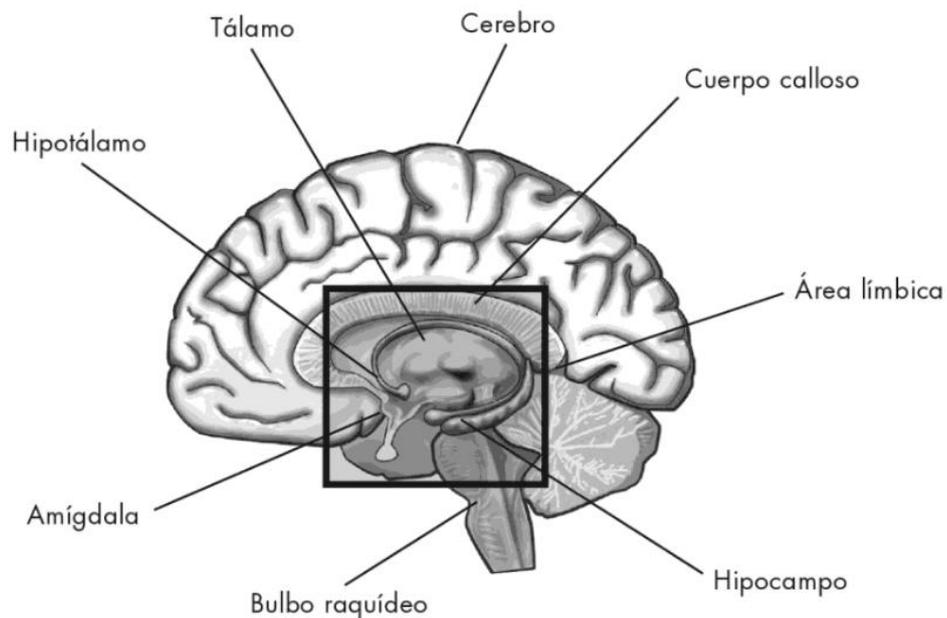


Ilustración 5 Bulbo raquídeo y partes del sistema límbico. Fuente (Sousa, 2014)

Siguiendo las descripciones de Sousa (2014), por un lado está el sistema límbico, el cual se sitúa en el centro, apoyado sobre el bulbo raquídeo y envuelto por la corteza, una situación privilegiada que aprovecha bien ya que interactúa con muchas otras áreas del cerebro. Entre sus funciones destaca la generación de emociones lo que le da un papel fundamental en la creación de recuerdos emocionales.

A su vez, el sistema límbico se divide en 4 partes: el tálamo, el hipotálamo, el hipocampo y la amígdala.

<p>Tálamo</p>	<p>A través de él pasa toda la información sensorial del exterior a excepción de la olfativa. Participa en el intercambio de información entre cerebelo y resto del cerebro con relación a diversas actividades cognitivas, como la memoria.</p>
<p>Hipotálamo</p>	<p>Situado justo debajo del tálamo, al contrario que él, este se encarga de supervisar toda la información del interior del cuerpo con el objetivo de mantener la homeostasis.</p>

<p>Hipocampo</p>	<p>Localizado en la parte inferior del sistema límbico, junto a la amígdala, tiene un papel fundamental en la generación de nuevas memorias.</p> <p>Compara de manera constante la información de la memoria de trabajo con la almacenada en la memoria a largo plazo, un proceso esencial para la creación de significado</p>
<p>Amígdala</p>	<p>Pegada al hipocampo, participa activamente en la generación de emociones, especialmente a aquella implicadas con la supervivencia y que nos mueven a atacar, escapar, aparearse o comer.</p>

En cuanto al bulbo raquídeo, le caracteriza ser el destino de la mayoría de los nervios del cuerpo, once de los doce acaban en él, salvo el nervio olfativo que acaba en el sistema límbico. Desde él son controlados y supervisadas las funciones vitales del cuerpo, como lo son el latido del corazón, la digestión, la temperatura corporal y la respiración.

Por último, es necesario hacer mención al cerebelo, ya que aunque este no forme parte del cerebro, como veremos si que resulta fundamental en la formación de ciertos tipos de memorias motoras. Se sitúa debajo del cerebro y al igual que este, también tiene dos hemisferios.

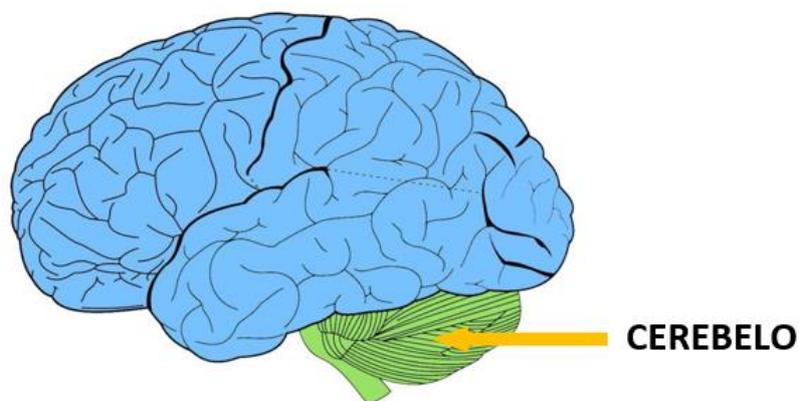


Ilustración 6 Cerebelo.

Su principal función es la de coordinar los movimientos. Ya sea el uso de un peine, tocar el piano, subir unas escaleras o practicar cualquier deporte; se encarga de gestionar los impulsos de las terminaciones nerviosas de los músculos para coordinar las órdenes de tareas motoras complejas. También funciona como una memoria en la que guardar la información que codifica movimientos automatizados. De este modo es posible liberar capacidad de procesamiento cognitivo sin sobrecargarlo con tareas rutinarias como el atarnos los cordones de los zapatos (Sousa, 2014).

Una vez revisadas en detalle las distintas partes del cerebro y conociendo de manera sintetizada sus funciones, se procede a estudiar las células por las que está compuesto. Las hay de dos tipos, las neuronas, que serán explicadas a continuación en detalle, y las células gliales, quienes se encargan de unir a las neuronas y protegerlas de sustancias dañinas (Sousa, 2014).

Las neuronas, aunque son conocidas como las células del cerebro, están presentes a lo largo de todo el sistema nervioso. Fueron identificadas por primera vez por el científico español Santiago Ramón y Cajal a finales del siglo XIX, quien ya entonces conjeturó de qué forma se comportaban las neuronas durante el proceso de aprendizaje (Morgado, 2014).

Tal y como describe (Sousa, 2014) estas células están compuestas por un cuerpo, llamado soma, rodeado de miles de bifurcaciones que emergen de él, llamadas dendritas. Estas funcionan como receptores de impulsos eléctricos enviados desde otra neurona. Los impulsos son enviados a través del axón, una larga fibra también conectada al núcleo. Normalmente solo hay un axón.

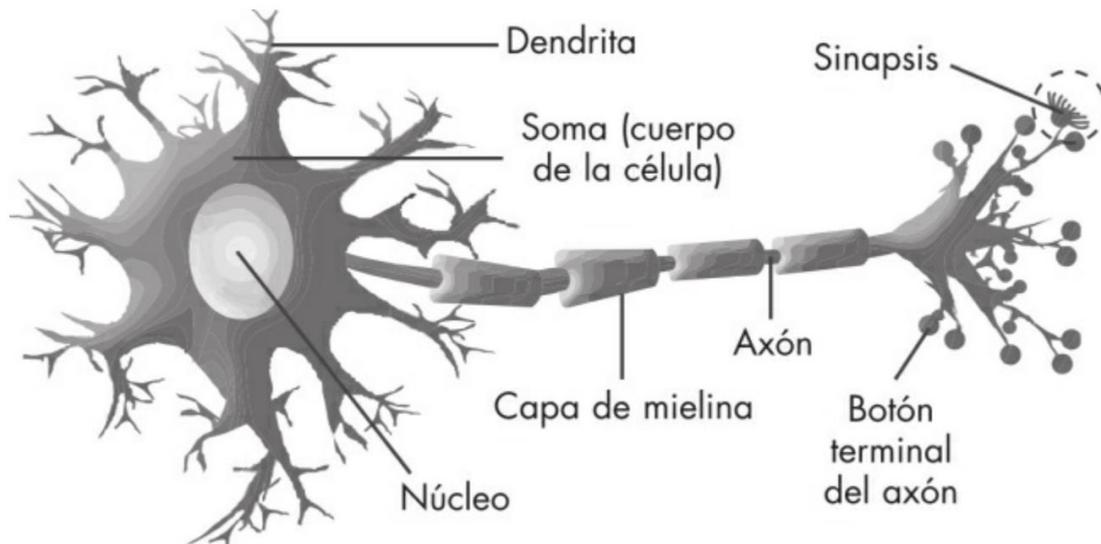


Ilustración 7 Estructura de una neurona. Fuente (Sousa, 2014)

Los impulsos generados se producen a través de un proceso electroquímico por el axón. Para garantizar una buena velocidad de transmisión, los axones están recubiertos de una sustancia llamada mielina, la cual trabaja como aislante. Es importante remarcar la existencia y la función de esta sustancia ya que el proceso de mielinización de las neuronas dura bastantes años, comienza en el útero materno y termina al final de la adolescencia (Caballero, 2017).

Por todo el sistema nervioso, las neuronas están unidas formando circuitos neuronales llamados cógitos, de tal forma que los impulsos generados por cada neurona van siendo transmitidos entre ellas. Están unidas, pero no llegan a tocarse. Estas uniones entre axón y dendritas son llamadas sinapsis, a las cuales llega el impulso eléctrico y es en ellas en donde se produce la transmisión de información de una neurona a otra a través de la liberación de unas sustancias químicas conocidas como neurotransmisores. Según la sustancia que sea enviada, se puede tanto excitar como inhibir la neurona vecina, fortaleciendo o debilitando la unión (Morgado, 2014).

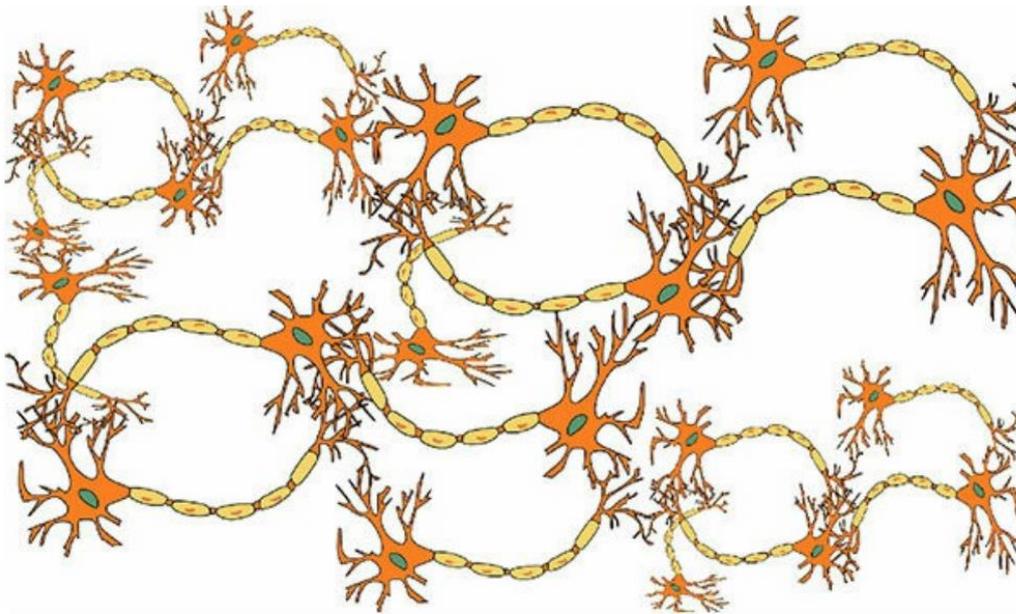


Ilustración 8 Neuronas entrelazadas. Fuente (Caballero, 2017)

Es el momento en el que es posible comprender como en 1884, Santiago Ramón y Cajal, postuló en que se traducía el proceso de aprendizaje en el interior del cerebro. Propuso acertadamente que cuando algo se aprende, esa nueva información se ve reflejada en la producción de nuevas dendritas de las neuronas. Es más, el cerebro es capaz de generar nuevas neuronas en edades tempranas. De este modo no hay dos cerebros iguales, y es posible encontrar diferencias sustanciales en personas que desarrollen diferentes tipos de trabajos complejos (Sousa, 2014). Este proceso de generación, modificación y adaptación es conocido como plasticidad cerebral o sinaptogénesis.

Esta capacidad para aprender y modificar el cerebro es mucho más alta en jóvenes, con la edad va disminuyendo, aunque no igual para todas las capacidades. Por ejemplo, la capacidad de aprender un idioma es de las que quedan limitadas antes, de tal forma que si no aprendemos un idioma de niños nunca se podrá llegar a hablar como un nativo.



Desarrollo teórico

Neurociencia. La memoria

Todo lo que aprendemos, ya sean recuerdos de algo que nos sucedió, la receta para cocinar unos garbanzos, los nombres de todas las personas, animales y lugares que conocemos, el significado de cada palabra que utilizamos... en definitiva todo lo que sabemos, absolutamente todo, esta codificado y guardado en nuestra cabeza. Y en ese todo, no sólo se hace referencia a datos, procedimientos, hechos o sucesos, ya que en la memoria también se codifica la información necesaria para poner en práctica todas las habilidades y capacidades. Incluso como se explicará, todos nuestros miedos.

Por tanto, cuando algo se aprende lo que estamos generando es una nueva memoria. Y como se ha descrito, durante ese proceso, las neuronas existentes son modificadas, generando nuevas dendritas, formando así nuevas sinapsis y nuevos circuitos neuronales. Son estos circuitos en los que queda codificada toda la información.

Resulta evidente que, si un conocimiento concreto es utilizado muy a menudo, resultará mucho más fácil recordar de nuevo esa información en el futuro. A nivel neurocientífico es fácil de explicar el porqué, ya que lo que se está produciendo es un reforzamiento de las sinapsis que une a las neuronas que forman ese recuerdo. No todas las dendritas tienen el mismo tamaño, empiezan siendo pequeñas, y de ahí podrían volver a desaparecer (olvidar el recuerdo) o por el contrario crecer y fortalecerse, perdurando toda la vida.

Morgado (2014) lo explica con una metáfora, comparando a la memoria con los canales que forma el agua de la lluvia en los caminos. Cuanto más llueve, más profundos se vuelven estos canales. Además, condicionan como fluirá el agua en las

próximas ocasiones que llueva. En la memoria ocurre igual, los recuerdos crean nuevos circuitos neuronales, más estables cuantas más veces se recuerde, y al igual que los canales en los caminos, estos circuitos marcaran el destino de los recuerdos.

De igual modo que es explicable como se fijan nuevas memorias, también lo es la razón de las lagunas mentales en casos de consumo de determinados medicamentos o drogas. Estas afectan directamente a la producción de las proteínas necesarias para formar nuevas sinapsis, por lo que bloquean de raíz la creación de nuevos recuerdos.

¿Qué memorizamos?

En general, la palabra memorizar tiene muy mala prensa. Se asocia a cuando se estudia de tal modo que sólo se busca guardar datos, así en bruto, en nuestra mente, sin comprender la información de la que se trata o relacionarlos con conocimientos ya aprendidos. En realidad, la acción de memorizar, según la Real Academia Española, es “*fijar algo en la memoria*”. Y eso es lo que interesa en un proceso de aprendizaje, que más adelante se pueda recordar aquello que se estudió o experimentó.

Pero ¿qué hace que recordemos algo? Por ejemplo, el hecho de conocer una persona y que en ese momento nos digan su nombre, parece ser una buena razón para recordarlo. Pero la experiencia de la vida real nos dice que no ocurre así. Es más, es normal necesitar preguntar el nombre de nuevo pasado un tiempo. Morgado (2014) explica que lo que realmente provoca la formación de esa nueva memoria es el *error de predicción*. La discrepancia que se produce cuando tras un primer estímulo, lo que viene a continuación nos sorprende por salirse de lo esperado.

Un ejemplo sencillo es el de una persona que quiere hacer caer unos frutos de un árbol y para ello lo golpea y sacude. En el caso de que caigan una cantidad relativa de frutos esperada, entonces no se producirá ningún aprendizaje nuevo. En cambio, tanto si no cayese ningún fruto, como si cayesen muchos más de los que se pretendía conseguir, se guardará ese recuerdo. El de cómo si o cómo no sacudir un árbol. Tanto mayor sea la sorpresa producida, más sólida será la memoria creada.

Ahora queda por entender qué hay detrás de esos errores de predicción. Esas diferencias entre lo esperado y lo ocurrido. No son más que aquello que capta nuestra atención y nos despierta emociones. Pensemos en la cantidad de información que es captada en cada instante por nuestros sentidos. Unos pájaros cantando de fondo, el sonido al teclear el ordenador, el contacto de los brazos sobre la mesa, la luz entrando por la ventana... toda esta información y más está siendo captada por los 5 sentidos, llevada al cerebro e inmediatamente desaparece. Y así pasa continuamente. Nuestra cabeza no sería capaz de albergar tal cantidad de información, y por ello criba, sólo guarda aquello que nos importa. ¿Y qué nos importa? Aquello que activa alguna emoción, ya sea agradable o desagradable. Así lo explica Mora (2020).

Como se ha dicho, más sólida será la memoria creada, tanto mayor sea la sorpresa producida. Lo que viene a significar que más intensa sea la emoción generada. Por ejemplo, el impacto que producen noticias como la muerte de un amigo, hace que el recuerdo asociado nunca sea olvidado. Lo mismo pasa con el nacimiento de hijos o incluso sobrinos. Por el contrario, puede ser complicado recordar cuantos hijos tenía aquel conocido del pueblo, sobre todo si son muchos. Se vuelve algo esperado, normal.

Por otro lado, si la emoción producida llegase a generar mucho estrés, podría suceder lo contrario, ya que disminuiría la atención y concentración, en consecuencia, contribuye a que nuestra memoria sea mucho peor (Moyano, 2011).

¿Por qué olvidamos?

Olvidar, es un verbo que se suele utilizar muy habitualmente, en especial cuando se llega a cierta edad, y no siempre acertadamente. Siendo objetivos lo que está ocurriendo es que no se consigue recordar aquello que se considera que se debería saber, o que se tiene certeza de que se sabía. Morgado (2014) describe 3 posibles casos por los cuales esto puede ocurrir.

El primero, es debido a que en realidad nunca fue creada dicha memoria, pese a que se piense lo contrario. Por tanto, no es olvido, pues no se puede olvidar lo que

nunca se supo. El ejemplo más común son las llaves, la cartera o el teléfono móvil. Son objetos que habitualmente se pierden o no se encuentran cuando se buscan, y se achaca a que “se olvidó” dónde se pusieron. Pues bien, en realidad lo que suele ocurrir es que simplemente no se prestó atención en el momento en que se guardaron, y consecuentemente no se fabricó la memoria que nos permitiese recordarlo.

Otra posibilidad, es que sí se hubiesen formado las memorias, pero que sin embargo, no se consiga acceder a la información almacenada. La prueba está en que más tarde sí que se consigue volver a recordar, se trataba solamente de un bloqueo temporal, pero la información estaba. Ocurre por ejemplo cuando se llega a la cocina de casa y de repente se “olvida” la razón por la que se había ido. Por mucho que se intente recordar puede parecer imposible. Es necesario retroceder al estado anterior. Llegar al salón, y ver la vela apagada para recordar que se fue a por unas cerillas. También ocurre cuando nos cruzamos con un compañero del trabajo en un contexto diferente. Puede darse la situación en que no se consiga recordar su nombre. Lo sabemos, lo tenemos ahí guardado, pero no lo recordamos ya que al estar en un estado completamente diferente no conseguimos acceder a él.

Algo parecido les puede pasar a los alumnos cuando afirman que se quedan en blanco haciendo un examen. Es común que en épocas de exámenes los estudiantes realicen largas jornadas de trabajo sin descansar y bajo los efectos de la cafeína, pero después, traten de ir lo más frescos y descansados posibles al examen. En esta situación puede llegar a darse que no sean capaces de recordar todo lo aprendido por el simple hecho de no estar en el mismo estado en el que estaban cuando lo aprendieron.

El último caso descrito por Morgado (2014) es el del verdadero olvido. Como se ha descrito anteriormente, cuanto más recordada y utilizada es una memoria, más se reforzarán las sinapsis de las neuronas que la guardan. Pero también puede pasar al contrario. Si nunca se utiliza poco a poco se irá debilitando y se acabará olvidando. Es un proceso entendible desde el punto de vista en que nuestro almacén mental tiene un límite, por lo que es necesario hacer hueco a aquella información que realmente se

necesita. Por ello, si queremos no olvidar algo, lo mejor es darle un repaso cada cierto tiempo.

¿Qué otros aspectos afectan a la memoria?

Existen distintos factores de nuestra vida diaria que pueden ejercer un impacto importante en el funcionamiento de la memoria (Morgado, 2014).

Entre ellos esta la dieta alimentaria. Es sabido que para la salud en general, no es bueno abusar de grasas saturadas. Ocurre lo mismo para la memoria ya que el aumento de la cantidad de grasa en sangre dificulta de proceso de unión de las neuronas, resultando más complicado formar nuevas memorias.

Un impacto similar deriva de la práctica de deporte. Practicar algún ejercicio físico ayuda a reducir el estrés y mejorar el aprendizaje en tareas ejecutivas, ya que aumenta la producción de sustancias que favorecen la plasticidad de las neuronas y su producción. A la vez que se mejora la vascularización, incrementando el aporte de sangre al cerebro.

Por último, aunque no menos importante, cabe destacar la relevancia del sueño para potenciar el aprendizaje y la memoria. Resulta igual de fundamental dormir tanto antes como después del proceso de aprendizaje.

Durante las horas de sueño el cuerpo aprovecha para eliminar las toxinas acumuladas, reparar y llevar nutrientes a las neuronas y promover la neurogénesis. Es decir, básicamente se prepara al cerebro para estar listo para volver a formar nuevas memorias.

Por otro lado, el cerebro también aprovecha para “hacer un repaso” de todo lo aprendido durante el día. Es decir, refuerza todas las nuevas sinapsis. Para ello no es necesario dormir nada más terminar una sesión de estudio, el sueño de la noche basta. Y en cuanto a la duración, cuanto más tiempo mejor, aunque ya solo durante una corta siesta se activa este proceso. Las bondades del sueño no quedan sólo en este

reforzamiento, durante él también se aprovecha para reorganizar los circuitos neuronales. Lo cual optimiza la memoria e incluso puede llegar a permitir descubrir relaciones anteriormente no percibidas.

Tipos de memoria. Modelo simplificado

Para proseguir profundizando en las características y el funcionamiento de la memoria, se ha de diferenciar en varios tipos. Como primera aproximación nos apoyaremos en el modelo de Atkinson y Shiffrin descrito por Garmendia (1993). En ese modelo se diferencian tres tipos diferentes de memoria: sensorial, a corto plazo y a largo plazo.

Toda información que nos llega del exterior a nosotros lo hace a través de los cinco sentidos en forma de estímulos. Toda esa información es guardada durante un periodo muy corto de tiempo, en la memoria sensorial. Durante ese breve intervalo se evalúa si dicha información es relevante y si ha de ser tomada en cuenta o no. En caso de que sí, se pondría atención sobre dicha información, haciéndola consciente y pasándola a la memoria a corto plazo.

En la memoria de corto plazo se puede mantener la información con la que estamos trabajando durante más tiempo, unos 40 segundos (Caballero, 2017), aunque con una importante limitación de capacidad. El ejemplo más claro es el retener en la mente un número de teléfono que nos dicen en lo que lo marcamos o anotamos.

Resulta interesante destacar los estudios de Miller (1956), en los que concluía que el límite para memorizar temporalmente un número por una persona era de siete valores, más menos 2, en algunos casos serían 5 y otras personas podrían hasta 9. Se habla de valores ya que no son cifras. Por ejemplo, si un número de 9 cifras lo agrupamos en 3 grupos de 3, estaremos memorizando 3 valores. Como si un programa informático estuviese limitado a trabajar solamente con 7 variables.

Otra característica importante de este tipo de memoria es que es muy sensible a las interferencias. La información es mantenida siempre y cuando se mantenga la

atención sobre ella. Nos ocurre por ejemplo que si estamos haciendo una tarta para la que hay que echar 8 cucharadas de azúcar, basta que alguien nos llame para que perdamos la cuenta de cuantas cucharadas llevabamos. No hace falta siquiera ningún estímulo externo, basta que cambiemos la atención a otro pensamiento para olvidar el número.

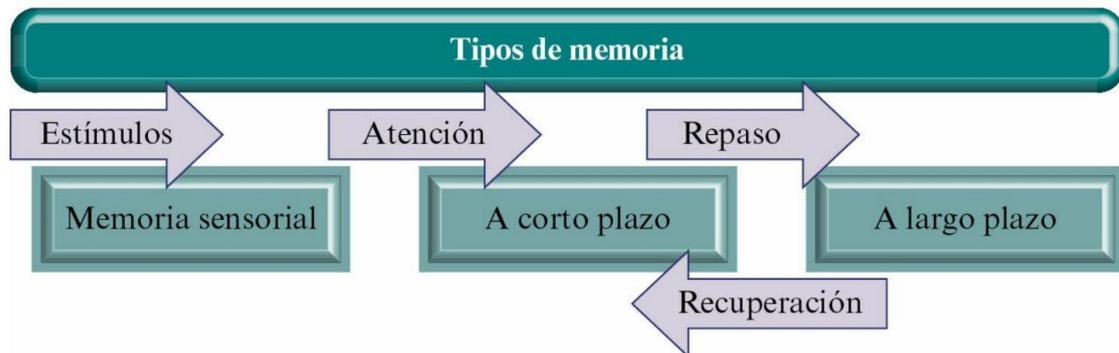


Ilustración 9 Modelo de la memoria de Atkinson y Shiffrin. Fuente (Caballero, 2017)

Por último, queda la memoria a largo plazo, en la cual se puede guardar un recuerdo de manera permanente. Tal y como la describe Caballero (2017), puede compararse con el funcionamiento de una gran biblioteca que es consultada por la memoria a corto plazo. Al igual que en una biblioteca con sus libros, es fundamental la organización de todos los recuerdos para el buen funcionamiento de la memoria. De no ser así se podría llegar a tener dificultades para recuperar la información deseada. En ocasiones puede llegar a tener problemas de interferencia cuando se accede a recuerdos muy similares, por ejemplo cuando se cuenta un suceso ocurrido con las amistades más habituales y no se está seguro sobre quienes estaban y quienes no presentes.

Tipos de memoria. Modelo ampliado

Hasta el momento, se ha descrito la estructura de la memoria según el modelo descrito por Atkinson y Shiffrin. Pero en la actualidad existen modelos mucho más detallados que no sólo caracterizan el tipo de memoria por su tiempo de

almacenamiento, sino por su utilidad y el tipo de datos que guarda. Así se describirá un complemento a la memoria de corto plazo, no incluida en el modelo anterior, nombrada como memoria de trabajo por Baddeley & Hitch (1974). Por otro lado, dentro de la memoria a largo plazo, se diferenciarán dos tipos, la memoria explícita descrita por Tulving (1972, 1983) y seguidamente la memoria implícita caracterizada por Squire (1986).

En el siguiente esquema se muestra el modelo ampliado completo con todos los tipos de memoria:



Ilustración 10 Modelo de la memoria ampliado.

Con intención de mostrar que también físicamente se trata de tipos de memoria distintos, más que de sacarle un provecho práctico, se muestra la localización de cada una de ella dentro del encéfalo según las descripciones aportadas por Budson & Price (2005) y Morgado (2014) y situadas en la ilustración 11. En primer lugar la memoria de trabajo, la cual ha sido localizada principalmente en la corteza prefrontal dorsolateral. En cuanto a la memoria explícita, esta es almacenada principalmente en el lóbulo temporal medial. Y por último la memoria implícita. Para la creación de este tipo de memorias existe una gran colaboración entre distintas regiones del encéfalo. Descritas por (Morgado, 2014), destaca en primer lugar el neocórtex, parte perteneciente a los lóbulos tanto parietal, occipital como temporal, en ella se gestiona toda la información sensorial utilizada para dar forma como uso a las memorias. Por

otro lado, en el lóbulo frontal, la corteza motora ayuda programando y ordenando las secuencias de movimientos tanto voluntarios como automáticos implicados en el aprendizaje. Igual de importante para la gestión de los movimientos, los ganglios basales han mostrado tener un papel fundamental en el control de los movimientos al ser capaz de inhibir los no deseados y así optimizar la actividad deseada. En último lugar, el cerebelo tiene el objetivo de almacenar las memorias creadas al mismo tiempo que las optimiza, corrigiendo los movimientos erróneos sobre la marcha.

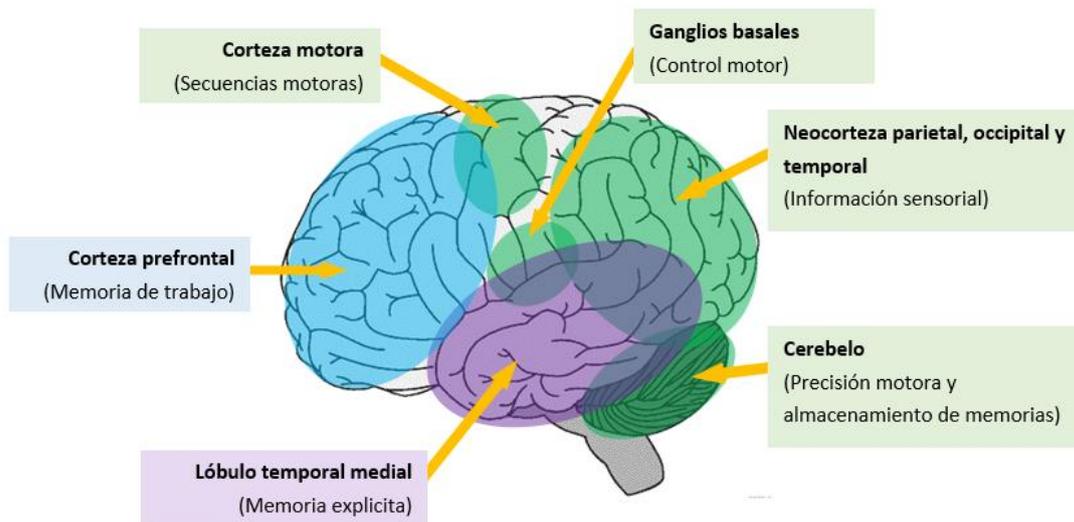


Ilustración 11. Localización en el encéfalo de la memoria de trabajo (azul), de la memoria explícita (morado) y de la memoria implícita (verde)

Empezando por la memoria de trabajo, esta tiene como objetivo almacenar la información necesaria para que el cerebro realice una actividad concreta, como pueden ser razonar, comprender o resolver un problema. Por ejemplo, cuando se realizan operaciones matemáticas mentalmente se necesita recordar que se llevaba una, o también leyendo un texto, es necesario recordar el comienzo para poder entender el final. Siendo en definitiva la memoria utilizada para que la mente procese información, tiene una fuerte relación con la inteligencia, en concreto con la inteligencia fluida, que permite el razonamiento abstracto y la resolución de problemas, la cual puede ser trabajada (Morgado, 2014).

Es común confundirla con la memoria a corto plazo, ya que ambas tienen una duración limitada, aunque no son lo mismo. Cuando se habla de memoria a corto

plazo se hace referencia a una memoria mucho más estática, en la que prima el mantenimiento de la información. Por otro lado, la memoria de trabajo no requiere solamente mantener la información, sino también la capacidad de actualizar, manipular y modificarla continuamente. Es por ello que las tareas que miden la memoria de trabajo suelen ser más demandantes (Morgado, 2014).

Continuando con la memoria explícita, esta hace referencia a la memoria a largo plazo cuyo contenido es posible verbalizar, se puede compartir y transmitírselo a otra persona. En ella diferenciamos otros dos subtipos: la memoria semántica y la memoria episódica. La memoria semántica es aquella que alberga todos los conceptos, conocimientos necesarios para el uso del lenguaje, reglas y algoritmos para la resolución de problemas, etc. Por otro lado, cuando se hace referencia a la memoria episódica, la información almacenada son los sucesos acontecidos temporalmente (Jáuregui & Razumiejczyk, 2011).

Tal y como la describe Morgado (2014), se trata de una memoria creativa y promiscua, ya que es capaz de alterar recuerdos, tanto inventando detalles nuevos como mezclando memorias. Esta característica tiene una explicación científica. Téngase en cuenta que el cerebro no almacena datos como un disco duro, asignando un espacio a cada recuerdo, lo que en la mente se traduce en cierto número de neuronas. Si se trabajase así en seguida se acabaría el espacio disponible para nuevos recuerdos. Contrariamente, lo que hace el cerebro es crear nuevos circuitos neuronales de manera que estos compartan neuronas con los circuitos ya existentes. Y lo hace buscando información común, relacionando lo aprendido con lo sabido, y guardando esa información en la misma localización. Por ello resulta más sencillo aprender haciendo referencia a conocimientos ya adquiridos, y del mismo modo, también es normal que cuando se tienen recuerdos de situaciones similares con las mismas personas, se dude si alguien en particular estaba o no.

Por último, la memoria implícita, también llamada *procedimental*, es la memoria de las habilidades y hábitos, ya sean mentales o cognitivas, como por ejemplo realizar multiplicaciones mentalmente, o por el contrario motoras, destacando las más simples como peinarnos o lavarnos los dientes u otras más

complejas como conducir un vehículo o tocar un instrumento musical. Es por ello por lo que se la conoce como la memoria de lo inexplicable, ya que son actividades que se saben hacer, pero son difíciles de explicar. Todo lo contrario que la memoria explícita.

Su gran utilidad proviene de la necesidad de automatizar todas aquellas tareas que necesitamos realizar de manera recurrente para optimizar los recursos del cerebro. De esta manera es posible no copar todos los recursos cognitivos con tareas sencillas como atarse los zapatos, y ser capaces de realizarla a la vez que por ejemplo reflexionamos sobre lo soñado durante la noche.

Su adquisición viene con la experiencia y la práctica, por lo que puede ocurrir de manera inconsciente y automática, sin necesidad de poner atención (Morgado, 2014). Esto trae consigo una consecuencia, la convierte en un tipo de memoria muy fiel y rígida. Toda la práctica puesta para desarrollarla y afianzarla hace al mismo tiempo que resulte complicado modificarla.

En ella se apoya el condicionamiento, tanto el clásico, como lo es la asociación del timbre de una escuela anunciando el recreo con la reacción de recoger; como con el condicionamiento operante, en casos en los que a los alumnos se les refuerza positivamente con un regalo por las buenas notas o al contrario se les castiga sin salir por las malas. En ambos casos la información que provoca esos comportamientos queda codificada en la memoria implícita como un hábito.

Como dato interesante, cabe destacar que para desarrollar una habilidad motora en la memoria implícita, y especialmente cuando ya está adquirida al menos parcialmente y se quiere reforzar, no es necesario practicarla físicamente. Está comprobado que si una persona se visualiza realizando dicha actividad, por ejemplo mientras ve un vídeo de alguien que la practica, también se activan las neuronas correspondientes a la memoria asociada, reforzándola (Morgado, 2014).

Características prácticas de la memoria

En este apartado se detallan las características de la memoria previamente estudiada y las conclusiones extraídas que pueden ser de utilidad para el docente en el momento de desarrollar o mejorar las metodologías educativas para aplicar en el aula.

Memoria explícita

- En ella se almacenan todo lo que es susceptible de ser verbalizado, desde sucesos vividos a los conceptos aprendidos.
- La creación de nuevas memorias es más rápida y duradera cuando lo aprendido tiene relación con lo ya sabido, puesto que la información aprovecha circuitos neuronales ya existentes.
- Depende fuertemente de la atención ante el estímulo fuente de la nueva información y de la carga emocional que suponga. Si algo no emociona, no se crean nuevas memorias o en caso de que sí, apenas durarían.
- Cuanto más utilizado es un recuerdo, más se refuerza. Sino con el tiempo la memoria que lo atesora se va debilitando paulatinamente.
- Al compartirse los mismos circuitos neuronales para varias memorias, estas pueden ser alteradas entre ellas, resultando una memoria poco fiable en determinadas situaciones.
- El acceso a la información está condicionada al estado psicoemocional del momento en que fue creado, pudiendo resultar imposible acceder a ella si se intentase desde un estado muy diferente. De ahí que un alumno se pueda quedar en blanco ante un ataque de nervios.

Memoria implícita

- En ella se crea la memoria asociada no solamente a habilidades y procedimientos sino también a hábitos de conducta que puedan mejorar la vida y el desarrollo de los estudiantes.
- Se crea y afianza de manera automática e inconsciente, por lo tanto, no requiere poner una atención consciente en la tarea desarrollada.
- Son memorias difíciles de verbalizar, por lo que es fundamental que los alumnos tomen un papel protagonista en su aprendizaje, no basta escuchar una explicación, es necesario que realicen la actividad ellos mismos.
- Como consecuencia de los dos puntos anteriores, no es necesario pasar por la memoria explícita para llegar a la implícita. Es posible adquirir una habilidad o hábito y después no ser capaz de entenderlo, ni de explicarlo, incluso ni ser consciente de ello.
- La adquisición viene con la experiencia y la práctica de manera gradual. Esto implica que si se quiere desarrollar una habilidad concreta o generar un hábito en los alumnos, es necesaria la constancia en el tiempo.
- Al contrario que la memoria explícita, la cual es fácilmente modificable a voluntad e incluso alterable involuntariamente, la memoria implícita es muy fiel y rígida. El mismo tiempo que se necesita para construirla y afianzarla, lo es para cambiarla. Esto es algo positivo cuando se trata de hábitos sanos para los alumnos, pero este tipo de memoria también alberga a la indefensión aprendida y a los miedos, como por ejemplo al fracaso. Ambos pueden llegar a bloquear el crecimiento personal y cognitivo de muchos alumnos. Como consecuencia, si se quieren

combatir ambas lacras en alumnos que las tengan afianzadas, no será suficiente con explicarles que ellos están igual de capacitados que el resto o que en el camino hacia el éxito de los fracasos y errores se aprende. Será necesario un trabajo constante en el tiempo para contrarrestar esos aprendizajes indeseados.

- Cualquier hábito o habilidad puede ser dividido en subtareas que sean adquiridas una a una para acabar formando memorias más complejas (Morgado, 2014).
- Las técnicas de modificación de la conducta como el condicionamiento operante generan un hábito que es codificado en esta memoria, por lo que son técnicas con las que es necesario tener en consideración el resto de las características citadas.

Pedagogía. Las competencias

Visión espacial

¿Qué es?

Aunque el término visión espacial esté ampliamente extendido en la sociedad, pudiendo tener todo el mundo una idea de a qué tipo de habilidad se hace referencia, con la intención de entender la importancia de esta, se comenzará por estudiar cuál es su amplitud e implicaciones.

En primer lugar destacar que no todo el mundo la ha catalogado simplemente como una competencia, el psicólogo alemán Howard Gardner la introdujo como una de las 7 inteligencias dentro de su teoría de las inteligencias múltiples (Elorza, 2018),

poniéndola al mismo nivel que otras habilidades mentales como son el manejo de la lengua, la música, las relaciones sociales, la gestión emocional, las destrezas corporales-cinestésicas, la lógico-matemática y la naturalista. Igualmente, se seguirá hablando de la visión espacial como una competencia, sirva solamente como postulado de la importancia de desarrollarla a lo largo del proceso de formación de los alumnos.

En cuanto a su definición, existen multitud de trabajos que la describen según muestra la revisión realizada por Gonzato (2013), entre todas destaca la aportada por Bishop (1983), quien divide la competencia en dos:

- Habilidad de tratamiento visual
Incluye la visualización y manipulación tanto de información procedente de imágenes visuales como de relaciones abstractas que son traducidas para su comprensión. Se concentra en el proceso y tipo de tratamiento de la información y más que en las características de la misma.
- Habilidad de interpretar la información figural
Hace referencia a la comprensión e interpretación de las representaciones visuales a través de gráficos y diagramas. En este caso se pone el foco sobre el contenido y su comprensión.

De estas dos habilidades, se considera que la “habilidad de tratamiento visual” encaja muy bien con las ideas transmitidas en la justificación de este trabajo, aunque amplían en gran medida su alcance al tener en cuenta también la capacidad de aplicar la visión espacial a ideas abstractas como método de análisis mental. Además, entendiendo esta característica como una habilidad de orden superior, la cual puede ser desarrollada por una persona que domine la capacidad de visión espacial, se optará por una perspectiva de acuerdo con la definición compartida por Torres (2010), *“el conjunto de habilidades mentales relacionados directamente con la navegación y la rotación de objetos en nuestra mente (es decir, su visualización imaginaria desde*

distintos ángulos). Por tanto, la inteligencia espacial se llama así porque está involucrada en la resolución de problemas espaciales, ya sean reales o imaginarios”.

Puede surgir la duda de si la visión espacial es una competencia desarrollable o mejorable o si por el contrario consiste en una habilidad innata que viene determinada por la herencia genética. Tal como demuestran Tzurriel & Egozi (2010), es posible mejorarla con la práctica a través de tareas de rotación espacial, comparación de dos piezas colocadas en posiciones diferentes, atención espacial a diversos estímulos, etc.

¿Cuándo y cómo se trabaja?

Una vez comprendida la importancia de la visión espacial y que la comprende, véase donde se puede localizar a nivel curricular. Es considerada como una de las competencias ligadas a las diferentes asignaturas que engloban el estudio de las ciencias y de la tecnología. Una afirmación que resulta inmediata en el ámbito de la tecnología, cuando se trabaja por ejemplo la representación de piezas tanto en 3 dimensiones como por sus vistas; pero no ha de despreciarse su utilidad en otros campos como las matemáticas, por ejemplo en el estudio de la geometría, la trigonometría y la representación de rectas y planos a través de ecuaciones; o en física y química, pudiendo facilitar considerablemente ejercicios de cálculo con vectores y el visualización de estructuras químicas.

De este modo, la visión espacial puede ser derivada del conjunto de 8 competencias clave que la Unión Europea despliega para ser trabajadas en todos los países que la conforman, en concreto llamada “*Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*” (European Union, 2019). En ella se justifica su presencia debido a lo determinante que resulta en la sociedad actual el conocimiento de las matemáticas, de las ciencias y de las tecnologías; permitiendo las tres desarrollar una capacidad crítica y una visión razonada y razonable en los ciudadanos que promuevan la consecución y la sostenibilidad del bienestar social. En el desarrollo de esta competencia clave, se lista una serie de conocimientos y habilidades para los que como se ha dicho, se considera a la visión espacial como una

herramienta fundamental. Entre ellos destacan representaciones matemáticas, geometría, sistemas tecnológicos, sistemas físicos, análisis de gráficos, etc.

Llegados a este punto, se ha de remarcar que en ningún punto la Unión Europea (2019) marca de forma clara a la visión espacial como una competencia objetivo a desarrollar, sino que atendiendo las descripciones aportadas y al razonamiento aportado por el autor, se ha considerado como una herramienta fundamental para objetivos más globales sí especificados a nivel institucional. Una herramienta fundamental pero no imprescindible, ya que es posible superar las diferentes asignaturas mencionadas sin hacer uso de la visión espacial. En el ejemplo de las representaciones matemáticas de puntos, rectas y planos, es posible memorizar sin comprender las reglas que permitan la correcta manipulación de las ecuaciones, pero es la visión espacial la que puede llevar a una profunda comprensión facilitando el desarrollar un proceso de aprendizaje significativo y duradero. Pese a ello, el hecho de que no sea indispensable para superar estas asignaturas hará que no tengan por qué ser momentos de desarrollo de esta competencia.

A nivel curricular, solamente es incluida en las asignaturas de Dibujo Técnico I y Dibujo Técnico II en los cursos de Bachillerato perteneciente a la modalidad de ciencias, para las que, citado literalmente, se requiere *“un desarrollo avanzado de su “visión espacial””* (Consejería de Educación Castilla y León, 2015). A lo largo de ambas asignaturas se trabaja todos los tipos de representación de objetos a un nivel avanzado, tanto en diferentes perspectivas como la proyección de las distintas vistas, lo cual sí crea una necesidad de practicar y desarrollar la visión espacial para poder superar las materias.

En las diferentes asignaturas presentes en la ESO, la competencia no se encuentra nombrada explícitamente, pero sí existen contenidos que la desarrollan. En la materia de Educación Plástica, Visual y Audiovisual, en el tercer curso de la ESO en el bloque 3 de 3 y en el cuarto curso en el bloque 2 de 4 (Consejería de Educación Castilla y León, 2015). Aunque pueda parecer que no sea una materia con muchos bloques, hay que remarcar que el subapartado correspondiente a la representación de volúmenes y formas tridimensionales comparte tiempo con otros como la normalización y el estudio de la teoría correspondiente a la geometría, englobando

teoremas, conceptos, formas y técnicas de dibujo. El otro espacio en el que se trabaja la visión espacial es la asignatura de Tecnología, en el tercer curso en el bloque 2 de 5, compartiéndolo con el aprendizaje del manejo de los distintos tipos de equipos de medida dimensionales (Consejería de Educación Castilla y León, 2015).

En resumen, la competencia de visión espacial, pese a la utilidad para el estudio y la comprensión de diferentes materias en el ámbito de las ciencias y la tecnología, solamente es trabajada de manera puntual en la ESO. En Bachillerato se marca como un objetivo a alcanzar, pero se pasa directamente a requerir un desarrollo avanzado de la habilidad.

Síntesis práctica

Teniendo en cuenta lo aprendido con relación al funcionamiento de la memoria, en concreto la memoria implícita ya que se trata de una habilidad, en primer lugar, se observa que la visión espacial no está siendo trabajada de un modo constante en el tiempo, lo cual es imperativo si se quiere grabar esa habilidad en la memoria. Sería más recomendable la realización de prácticas cortas pero que estas sean repetidas habitualmente a lo largo de un curso lectivo.

Según la propia experiencia del autor, puede ser habitual que incluso cuando se incluye explícitamente el desarrollo de la visión espacial como uno de los objetivos a alcanzar, caso de las asignaturas de Dibujo Técnico en Bachillerato, este objetivo quede en un segundo plano tras los contenidos de la asignatura y se considere que las competencias vienen por añadidura. Es normal que ocurra así cuando la evaluación se centra en los contenidos y es posible superar los trabajos o exámenes recurriendo a reglas de fácil aplicación pero que igual de fácilmente se suelen olvidar. Un ejemplo sencillo sería el de memorizar la correspondencia en diédrico de los signos con el cuadrante en el que se haya cada punto.

Otra prueba de ello es que esta competencia no suele ser trabajar salvo en los momentos de estudio de métodos de representación de volúmenes y piezas

tridimensionales, pasando de no haberlo practicado nunca a requerirla a un nivel relativamente alto, tal y como se informa en el currículo de Bachillerato para las asignaturas de Dibujo Técnico (Consejería de Educación Castilla y León, 2015). Esto puede llegar a generar frustración en los alumnos y si lo percibiesen como una tarea imposible para ellos, también indefensión aprendida.

También se observa que de un modo contrario a lo aprendido acerca del funcionamiento de la memoria implícita, los ejercicios de dibujo técnico suelen requerir un nivel de concentración alto y a lo largo toda la actividad. La neurociencia nos dice que no es necesario recurrir a estos niveles para trabajar la práctica de la visión espacial.

En conclusión, se considera que de acuerdo con el funcionamiento de la memoria implícita las actividades que se desarrollen con objetivo de trabajar la visión espacial han de tener las siguientes características:

- Es necesaria la continuación en el tiempo a lo largo de al menos un trimestre.
- La realización ha de ser repetida habitualmente, por ejemplo, al comienzo de cada sesión.
- La dificultad se ha de incrementar gradualmente en el tiempo.
- Las actividades no pueden ser resueltas de otra manera que no sea usando la visión espacial.
- Actividades específicas para el desarrollo de la competencia. Siendo así, no es necesario que integren más contenidos, es prioritario que la actividad sea divertida para promover la participación.

Aprender a aprender

¿Qué es?

Es habitual cuando se habla de proceso de aprendizaje que automáticamente se piense solamente en la formación reglada, ya sea en un colegio, instituto o en la universidad; pero los constantes cambios de la sociedad actual a los que se ha de adaptar todo ciudadano hacen que más que nunca sea imperativo someterse a un proceso continuo de aprendizaje y reciclaje. En otras palabras, hoy en día prima más esa capacidad de adaptación que finalizar la educación obligatoria con un vasto conocimiento. Especialmente viviendo en una realidad en la que se dispone de prácticamente todo tipo de información en segundos.

Esta idea es explicada de manera muy clara por Euroinnova Busines School (2010): *“...es la educación la que nos va a llevar a este futuro que no podemos comprender. Si lo piensas, los niños que comienzan la escuela este año se van a jubilar en el 2065. Nadie tiene una pista... de cómo va a ser el mundo en 5 años. Y sin embargo se supone que estamos educando a los niños para él”*.

Se trata de una competencia que engloba una amplia diversidad de habilidades, tal y como comparte la Universidad Internacional de Valencia (2015):

- *“Tomar conciencia de las necesidades y procesos del propio aprendizaje y saber identificar las oportunidades disponibles.”*
- *“Habilidad para superar los obstáculos con el fin de aprender con éxito.”*
- *“Incluye obtener, procesar y asimilar nuevos conocimientos y habilidades de aprendizaje.”*
- *“Buscar una guía metodológica y práctica en los procesos de enseñanza-aprendizaje.”*
- *“Adquirir un compromiso por parte de los estudiantes de construir su conocimiento a partir de sus aprendizajes y experiencias vitales anteriores con el fin reutilizar y aplicar el*

conocimiento y las habilidades en una variedad de contextos: en casa, en el trabajo, en la educación y la instrucción.”

- *“Potenciar la motivación y la confianza.”*
- *“Adquirir competencias metacognitivas, es decir, capacidades que permiten al estudiante conocer y regular sus propios procesos de aprendizaje.”*
- *“Trabajar la autoestima y la capacidad de aceptar el rechazo que provoca el error, así como la tensión que implica mantener el esfuerzo.”*
- *“Intentar que los alumnos y alumnas de cualquier edad experimenten el placer que produce entender algo que antes no comprendían y resolver problemas que no eran capaces de solucionar.”*
- *“Potenciar las capacidades metalingüísticas y la adopción de distintos roles.”*

¿Cuándo y cómo se trabaja?

La necesidad de trabajar y desarrollar esta competencia desde las aulas viene marcada por la Comisión para la Educación de la Unión Europea, quien dada su importancia la incluye directamente como una de las 8 competencias básicas a desarrollar, aunque lo hace de un modo más global, considerando que ha de ir de la mano del desarrollo personal y social de los alumnos (European Union, 2019). Así aclara que esta competencia se ha de basar en una actitud positiva hacia dos pilares: el bienestar tanto personal, social como físico; y el aprendizaje a lo largo de la vida.

Para ello el aprendizaje ha de realizarse tanto de manera individual como colaborativa, mostrando tolerancia y comprensión hacia diferentes puntos de vista con el fin de crear confianza y sentir empatía. También se han de dar a conocer diferentes estrategias de aprendizaje con el objetivo que los alumnos puedan elegir las más apropiadas para cada uno según sus necesidades e intereses. Por último, la Unión

Europea (2019) también recomienda que los estudiantes identifiquen y marquen sus propias metas en función de sus intereses.

A nivel curricular, la competencia aprender a aprender es nombrada explícitamente en la mayoría de materias impartidas tanto en la ESO como en Bachillerato (Consejería de Educación Castilla y León, 2015), aunque en la mayoría de los casos como un complemento a alcanzar junto a por ejemplo, la competencia digital.

Como recomendaciones para desarrollarla en el aula, Universidad Internacional de Valencia (2015) propone entre otros métodos:

- Enseñar a los alumnos métodos para planificar, supervisar y evaluar su trabajo con el objetivo de que sean capaces de regular su propio proceso de aprendizaje. Además, se recomienda poner énfasis en la preparación de exámenes y pruebas.
- Trabajar colaborativamente, de tal modo que se tome conciencia de la oportunidad de aprender de los demás
- Organizar debates sobre lo que implica aprender, compartiendo cada alumno su visión sobre el tema.
- Dedicar tiempo para reflexionar sobre las relaciones entre los distintos contenidos vistos.
- Supervisar los resultados, no sólo para que el profesor pueda conocer el progreso sino también para que el alumno sea consciente de él, y sepa identificar cuando aprende y cuando no. De esta manera podrá también saber de qué manera le resulta el estudio más útil y provechoso.
- Permitir a los alumnos evaluarse a si mismos.

Síntesis práctica

Entendiendo la competencia de aprender a aprender como el hábito de tomar una actitud positiva frente a las diferentes situaciones con las que una persona se puede encontrar en la vida, que permita encararlas desde la perspectiva del aprendizaje, y además, con la habilidad para optimizar y sacar el mayor provecho posible de ellas, aplicando las estrategias de aprendizaje más adecuadas para cada uno, se considera que es coherente tener en cuenta las características de la memoria implícita para su desarrollo.

Un hábito dentro del cual el alumno ha de tomar un rol protagonista de su proceso de aprendizaje, lo que implica que ha de ser consciente de él y que construya en base a sus propias experiencias. Para ello se han de tener en consideración todas las características de la memoria explícita, lo que permitirá generar un aprendizaje significativo, especialmente aprovechando los momentos de alta carga emocional dentro del aula.

Por otro lado, es fundamental el asentar una actitud positiva frente a los errores, de forma que estos sean vistos como oportunidades de aprendizaje y nunca como motivos para sentir vergüenza. Utilizando la clasificación de Aguado-Romo (2014), es habitual que los errores sean fuente de emociones desagradables, como la ira o la tristeza, que no contribuyen al crecimiento personal, es más, incluso pueden conducir al autocastigo. Por ello, si se quiere promover que los alumnos asimilen e interioricen la asociación entre error y aprendizaje, no basta con explicarla. Es necesario que experimente y vivan este tipo de situaciones pero haciéndoles sentir una emoción de crecimiento como la curiosidad, y de manera repetida en el tiempo, para que pueda quedar grabada en su memoria implícita.

Además, no se ha de olvidar que los momentos de fracasos son momento de alta carga emocional, y por tanto como se ha dicho, momentos que muy probablemente queden grabados en la memoria explícita.



Propuesta práctica

De cara a desarrollar una propuesta práctica que permita trabajar ambas competencias desde el conocimiento del funcionamiento de la memoria, se ha de entender que ello no implica simplemente con la transmisión de una serie de conocimientos, sino las dos implican también la adquisición de un conjunto de habilidades y de hábitos. Esto quiere decir que no se busca solamente generar en los alumnos un recuerdo consciente de cada sesión, de tal modo que puedan relacionar el recuerdo de aquel momento con los conceptos aprendidos.

En casos así, cuando se persigue producir el conocido como aprendizaje significativo, lo que se está trabajando es la memoria explícita, la memoria consciente y verbalizable. Por otro lado, la memoria implícita se caracteriza por ser inconsciente, grabando la nueva información que codifica cada habilidad y hábito a base de repetir una misma actividad en el tiempo. Es necesario ser conscientes de que el proceso de aprendizaje abarca a las dos.

Para que se entienda mejor se puede tomar por ejemplo cómo se aprende a conducir un vehículo o a leer. Años después de haber sacado el carné de conducir, seguramente haya varios recuerdos de alguna de las clases o del mismo examen, ¿pero tienen esos recuerdos alguna repercusión sobre la habilidad al volante? La verdad es que no, aunque seguramente si marcaron una diferencia importante durante el propio proceso de aprendizaje, agilizándolo. Y ocurre de manera similar con el segundo ejemplo. Tal vez incluso haya gente que no recuerde como aprendió el abecedario o cuáles fueron las primeras frases leídas, y eso no influye sobre la habilidad adquirida a base de la repetición y la constancia. Sin embargo, no por ello hay que menospreciar los métodos que utilizan maestros para almacenar en la memoria explícita los recursos necesarios que permitan desarrollar las habilidades de manera integral a largo plazo.

Para el diseño de las actividades, además de tener en cuenta que se ha de trabajar de manera constante y repetitiva en el tiempo, se buscará ajustar una dificultad incremental. Al igual que cuando se aprende a leer, que se comienza por palabras sueltas y frases sencillas antes de intentarlo con un libro.

Aclarado el punto de partida, a continuación se detallarán las características de la propuesta de una serie de 4 actividades orientadas a trabajar de manera íntegra la visión espacial y de manera parcial la competencia de aprender a aprender, en concreto buscando que los alumnos experimenten sus errores desde la curiosidad, y no desde emociones que no propicien su crecimiento, como la ira o la tristeza. Experimentar el fracaso de un modo constructivo es un hábito fundamental característico de la competencia de aprender a aprender. También se aprovecha para incluir los elementos transversales detallados en el currículo buscando el poder trabajarlos de una manera cómoda y natural, las cuales difícilmente se consiguen conciliar con el temario general, como ocurre especialmente con la seguridad vial.

En la siguiente tabla se muestra de un modo esquemático la conexión seguida entre las competencias que se quieren trabajar y la propuesta a desarrollar:

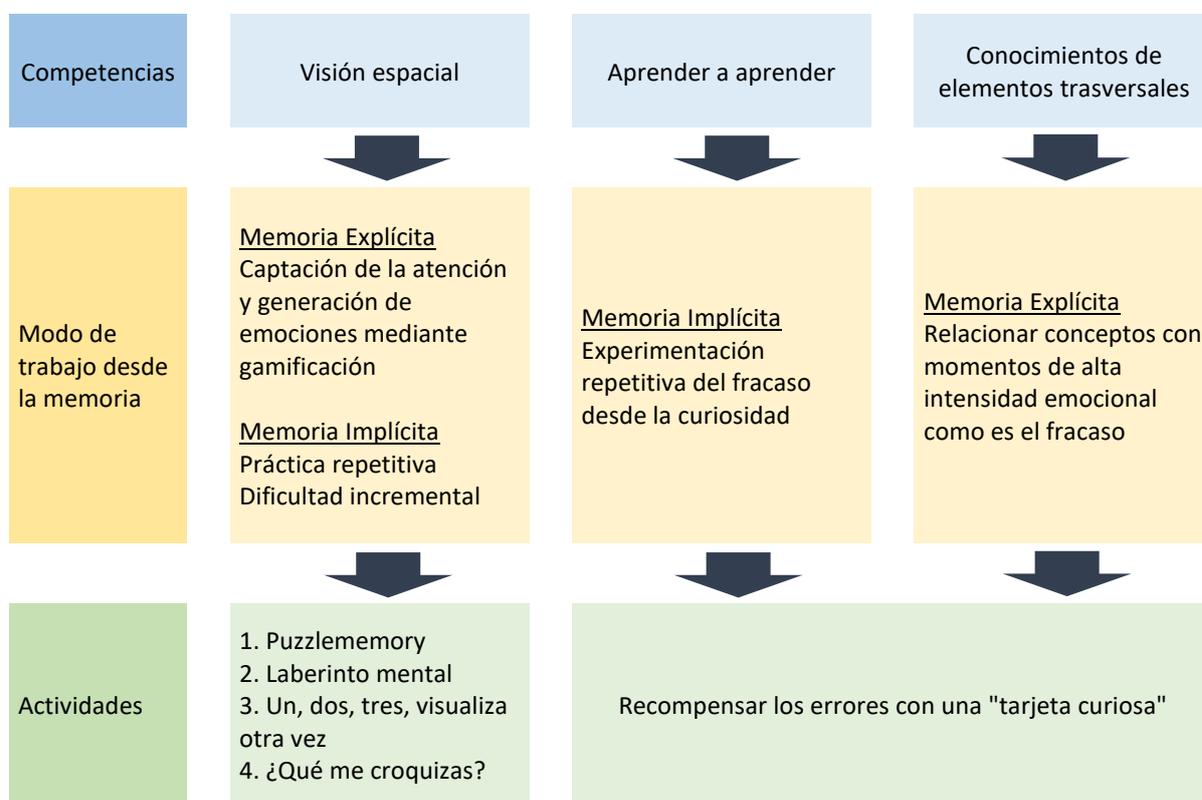


Ilustración 12 Esquema de la relación Competencias/Método/Actividades

Descripción de la propuesta

Contextualización

La propuesta práctica se diseña para ser aplicada en un curso de 1º de ESO en la asignatura de Tecnología.

Esta decisión viene motivada en primer lugar por considerar que ambas competencias, tanto la visión espacial como el aprender a aprender, son fundamentales para el proceso de aprendizaje de los alumnos a lo largo de toda la ESO, en concreto para el desarrollo de la competencia matemática y de las competencias básicas en ciencia y tecnología, como previamente se ha justificado. En segundo lugar, se considera que cuanto antes sean adquiridas ambas competencias, durante más cursos podrán ser reforzadas.

Además, es en este curso cuando se introduce por primera vez el dibujo técnico, situado en segundo lugar, tras estudiar el bloque correspondiente a los “Procesos de resolución de problemas tecnológicos”. En dibujo técnico se imparte (Consejería de Educación Castilla y León, 2015):

- Realización de bocetos, croquis y representación en perspectiva caballera.
- Soportes, formatos y normalización.
- Herramientas informáticas de dibujo.

Por ello se propone dedicar el primer trimestre a estos dos primeros bloques, aunque dedicando las primeras sesiones al primer punto del dibujo técnico, lo cual permitiría a los alumnos desarrollar las diversas actividades que se describirán para desarrollar a lo largo del trimestre. El resto de los puntos correspondientes a dibujo técnico serían impartidos al final del trimestre una vez la visión espacial haya sido trabajada.

Se disponen de tres horas semanales para dedicar a la materia de tecnología. Las actividades propuestas ocuparán los 10 últimos minutos de cada sesión.

Descripción de la metodología

La metodología que se propone permite trabajar de forma directa la visión espacial con una serie de 4 tipos de actividades, que se irán poniendo en práctica y repitiendo en los últimos 10 minutos de cada sesión durante todo el primer trimestre, incrementando gradualmente la dificultad con el objetivo de poder practicar la competencia de manera habitual.

También será necesario dividir el aula en dos grupos, el equipo Azul y el equipo Verde, que se mantendrá para todas las actividades. Estando los alumnos sentados por parejas aprovechar para que cada alumno de la pareja pertenezca a un grupo distinto.

La serie de actividades tendrán una mecánica común en cuanto a duración, modo de evaluación, premiando los aciertos y aunque también en cierto modo los fallos. Los ejercicios que se han resuelto correctamente sumarán puntos al grupo. Por contra, siempre que haya algún fallo o error, el alumno recibirá de manera inmediata y en mano, y para que el se la quede, una “tarjeta curiosa” en la que irá escrita un dato relacionado con las competencias básicas incluidas en el currículo. El objetivo de estas tarjetas es el de hacer que los alumnos pases sus momentos de fracaso facilitándoles experimentarlo desde emociones de crecimiento como la curiosidad.

Temporalización

A continuación, se muestra la temporalización de todas las actividades a lo largo del trimestre indicando su realización por semana:

MES	SEPT.			OCT.				NOV.				DIC.			
Número de semana	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Introducción al dibujo técnico															
Evaluación Km 0															
Sesiones de práctica de la visión espacial															
Evaluación final															

Ilustración 13 Temporalización de actividades.

Listado de las actividades

Síntesis de características comunes a las 4 actividades.

- El aula estará dividida en dos equipos (Verde y Azul).
- Los puntos conseguidos individualmente por cada alumno se suman al contador de su equipo.
- Los errores de cada alumno son recompensados con una “tarjeta curiosa” de manera inmediata y de forma individual.
- Los 4 tipos de actividades se van alternando en el tiempo, incrementándose la dificultad cada vez que se repitan.
- La duración de todas las actividades es de 10 minutos, con las que concluir cada sesión

Actividad 1: Puzzlememory

Título	Puzzlememory
Metodología	Resolución de problemas
Descripción	Resolver un puzzle online (www.jigsawplanet.com) de una figura geométrica solo pudiendo consultar la imagen completa durante 30 segundos.

Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Solución correcta → 1 punto - Solución incorrecta → 0 puntos + tarjeta curiosa
Duración	10 minutos
Notas	<ul style="list-style-type: none"> - Favorecer la elección de piezas trapezoidales y relativamente similares, de modo que sea más necesario fijarse en las imágenes que en la forma de las piezas para poder resolverlo.
Dinámica de la actividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Separar a los alumnos en parejas (cada miembro perteneciente a un equipo) 2. Se muestra la figura del puzzle 1 durante 30 segundos. 3. Se facilita el código QR del puzzle 1. 4. La mitad de los alumnos el equipo verde y la mitad del equipo azul intentan resolver el puzzle 1 durante 3 minutos, supervisando su pareja tanto el tiempo como que no consulten de nuevo la imagen. 5. Pasados los 3 minutos se revisan los que los resultados, los que no lograron el reto pueden consultar de nuevo la solución y reciben una “tarjeta curiosa”. 6. Se repite la dinámica con el puzzle 2 intercambiando papeles, los que resolvieron supervisan y los que supervisan resuelven el puzzle.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Un smarthphone por cada alumno.

Ejemplo:



Ilustración 14 Imágenes de la actividad “Puzzlememory” con www.jigsawplanet.com.

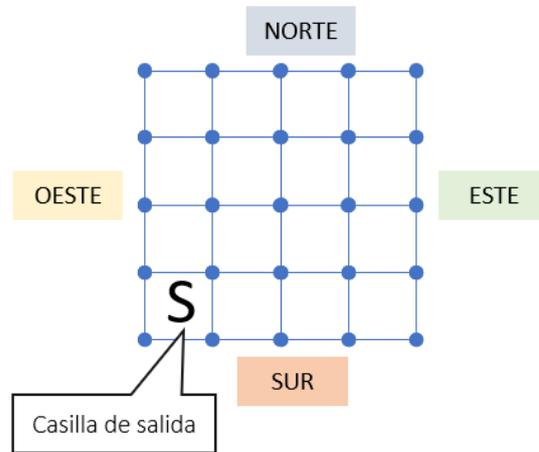
Actividad 2: Laberinto mental

Título	Laberinto mental
Metodología	Resolución de problemas
Descripción	Facilitada una figura geométrica en 2D o en 3D, formada por cuadrados o cubos, moverse a través de ella mentalmente según las indicaciones del compañero sin perderse.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Solución correcta → 1 punto - Solución incorrecta → 0 puntos + tarjeta curiosa

Duración	10 minutos
Notas	
Dinámica de la actividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Separar a los alumnos en parejas (cada miembro perteneciente a un equipo) 2. Repartir 2 fichas a cada pareja, cada una con una figura geométrica, el punto de partida en ella y con las indicaciones que tendrá que seguir. 3. Tras visualizar el primer alumno su figura, se le tapan los ojos, y el compañero le indica los movimientos que tiene que realizar mentalmente a través de cada cuadrado o cubo de la figura. 4. Una vez terminadas todas las instrucciones, se le quita la venda y ha de marcar en la figura el punto en el que ha terminado. 5. Se repite procedimiento intercambiando los papeles. 6. Se revisan los resultados, se da una tarjeta a quienes no lograron el reto y se recogen las piezas.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas con las figuras geométricas y con las indicaciones. - Bolígrafo o lápiz.

Ejemplo 1:

- **Enunciado:**



Instrucciones:

- + 1 Norte
- + 3 Este
- + 1 Norte
- + 2 Oeste
- + 1 Sur
- + 1 Oeste
- + 2 Norte
- + 3 Este
- + 1 Sur
- + 1 Oeste

Ilustración 15 Enunciado de ejemplo 1 de la actividad "Laberinto mental".

- **Solución:**

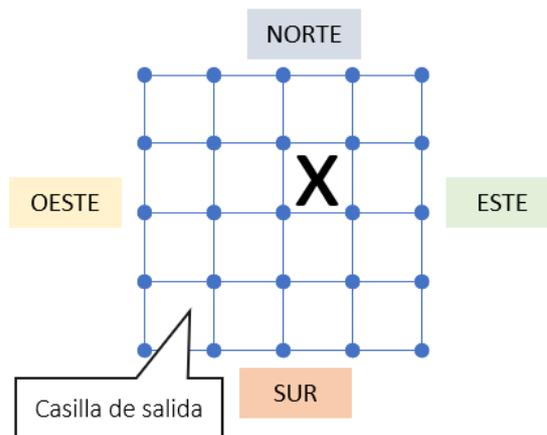
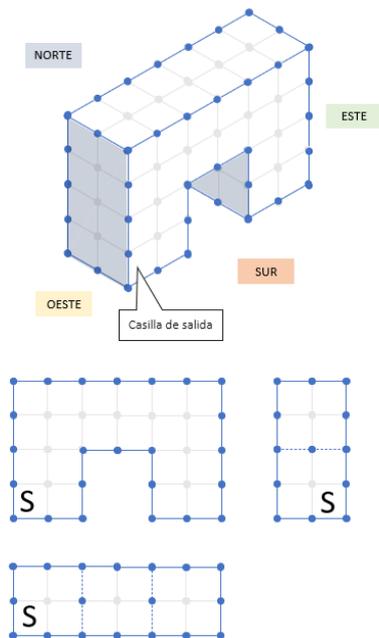


Ilustración 16 Solución de ejemplo 1 de la actividad "Laberinto mental".

Ejemplo 2:

- **Enunciado:**



Instrucciones:

- + 2 Arriba
- + 3 Este
- + 1 Norte
- + 1 Arriba
- + 1 Este
- + 1 Sur
- + 1 Abajo
- + 3 Oeste
- + 1 Norte
- + 1 Arriba

Ilustración 17 Enunciado de ejemplo 2 de la actividad "Laberinto mental".

- **Solución:**

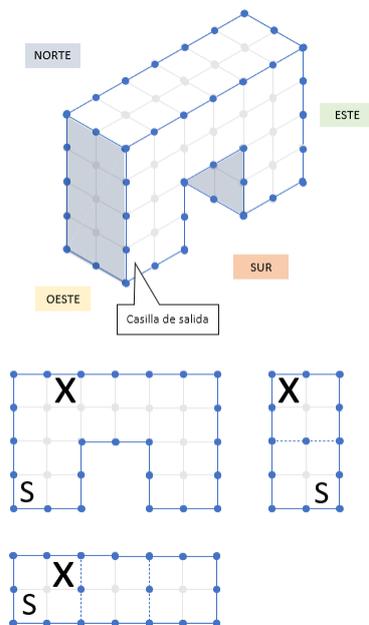


Ilustración 18 Solución de ejemplo 1 de la actividad "Laberinto mental".

Actividad 3: Un, dos, tres, visualiza otra vez

Título	Un, dos, tres, visualiza otra vez
Metodología	Resolución de problemas
Descripción	Realización de un test de visión espacial mediante la herramienta Quizizz en modo equipo
Evaluación	<ul style="list-style-type: none">- Grupo ganador → 1 punto por alumno- Grupo perdedor → 0 puntos + tarjeta curiosa para cada alumno
Duración	10 minutos
Notas	Ajustar todas las preguntas al mismo nivel y aumentar la dificultad en cada nuevo test.
Dinámica de la actividad	<ol style="list-style-type: none">1. Compartir identificador del juego con los alumnos.2. Los alumnos han de inicializar el juego desde su smartphone.3. Realización del test.4. Revisión de las preguntas y entrega de “tarjetas curiosas” al equipo que no haya ganado.
Recursos	<ul style="list-style-type: none">- Un smarthphone por cada alumno.

Ejemplo:

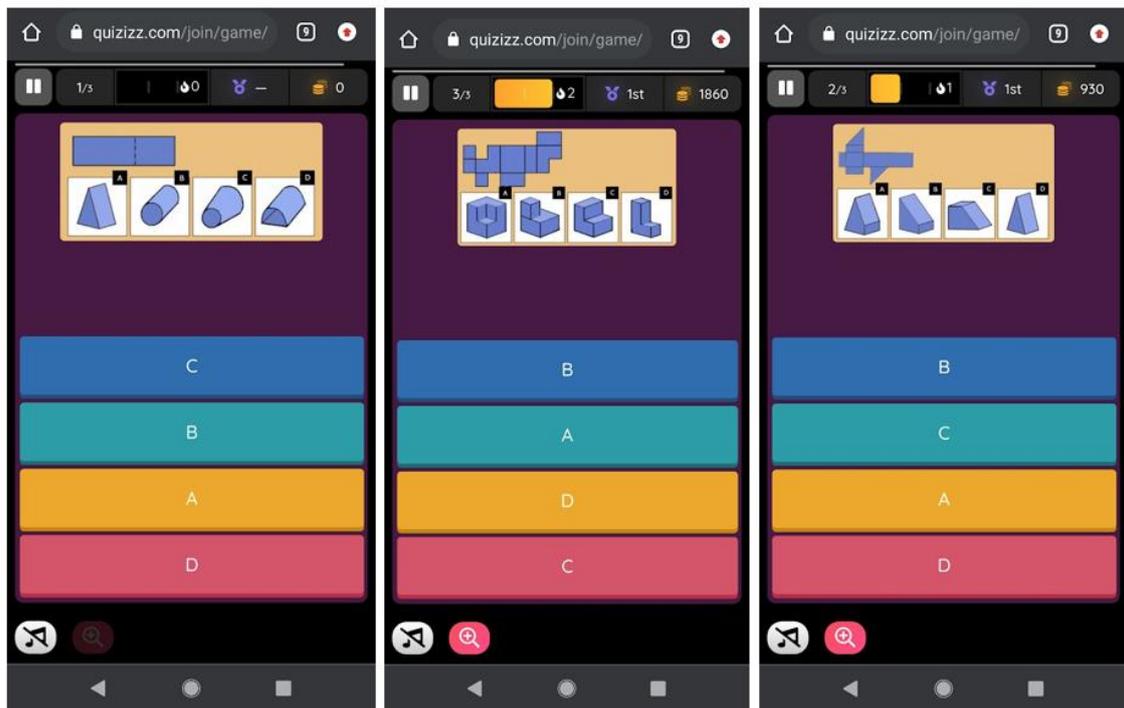


Ilustración 19 Imágenes de la actividad “Un, dos, tres, visualiza otra vez” con Quizizz. Piezas obtenidas de la fuente (Finbonicci, s.f.)

Actividad 4: ¿Qué me croquizas?

Título	¿Qué me croquizas?
Metodología	Resolución de problemas
Descripción	Juego en parejas, mientras uno dibuja las vistas de un objeto, el compañero ha de adivinar de que objeto se trata.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Solución correcta → 2 punto (uno por alumno) - Solución incorrecta → 0 puntos + 2 tarjeta curiosas (una por alumno)

Duración	10 minutos
Notas	
Dinámica de la actividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Separar a los alumnos en parejas (ambos miembros pertenecientes al mismo grupo) 2. Repartir 2 fichas a cada pareja con las piezas representadas boca abajo. 3. Un alumno de cada pareja ve una de las fichas sin que el compañero lo vea, y dispone de 3 minutos para dibujar las vistas a mano alzada. Durante esos tres minutos el compañero ha de adivinar de que objeto se trata. 4. Pasados los 3 minutos se revisan los resultados, las vistas tienen que ser reconocibles. 5. Se les muestra la solución a los que no lograron el reto y reciben una “tarjeta curiosa”. 6. Se repite procedimiento intercambiando los papeles.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas con los dibujos de las piezas representadas en perspectiva. - Papel. - Lápiz o bolígrafo.

Ejemplo:

- **Ficha:**

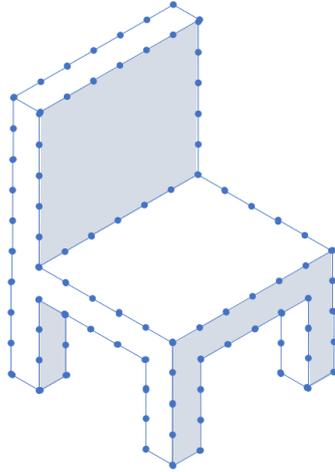


Ilustración 20 Enunciado de ejemplo de la actividad "¿Qué me croquizas?".

- **Solución dibujo alumno 1:**

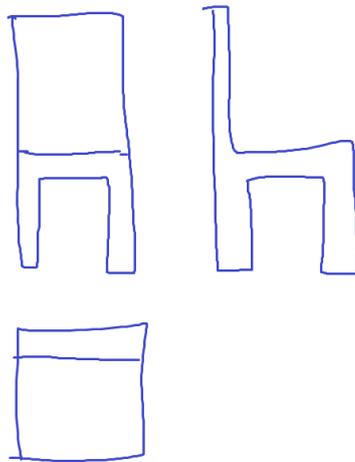


Ilustración 21 Solución de ejemplo de la actividad "¿Qué me croquizas?".

- **Solución respuesta alumno 2: SILLA**

Sistema de tarjetas

De los elementos transversales incluidos en el currículo (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015), se extraen 5 grandes bloques, identificando el color de la tarjeta según al bloque al que pertenezca. Se distinguen:

- Morado: Prevención de la discriminación
- Verde: Desarrollo sostenible y medioambiente
- Azul: Riesgos de las tecnologías de la información y la comunicación
- Amarillo: Salud y deportes
- Rojo: Seguridad vial

A continuación, se hace una breve descripción de cada bloque y se aportan un par de ejemplos de tarjeta.

Prevención de la discriminación

En este bloque se busca aportar información a los alumnos de manera que puedan combatir la discriminación hacia las mujeres, personas discapacitadas o culturas diferentes.

	<p>La polaca MARIE CURIE fue la primera persona en el mundo en ganar <u>2 Premios Nobel</u>.</p> <ul style="list-style-type: none">• 1º de <u>Física</u> en 1903 por sus investigaciones sobre la radiación.• 2º de <u>Química</u> en 1911 por descubrir los elementos Radio y Polonio.
	<p>La persona ganadora de <u>más medallas olímpicas</u> es la nadadora estadounidense TRISCHA ZORN, con 55 medallas (41 oros, 9 platas and 5 bronces). Muy lejos de las 28 medallas de Michael Phelps (23 de oro). <u>Trischa es ciega de nacimiento.</u></p>

Ilustración 22 Tarjetas curiosas para la “Prevención de la discriminación”.

Desarrollo sostenible y medioambiente

Se propone facilitar a los alumnos datos de interés con los que pueda conocer las principales problemáticas de la sociedad en la que viven.



Ilustración 23 Tarjetas curiosas para el “Desarrollo sostenible y medioambiente”.

Riesgos ligados a las tecnologías de la información y la comunicación

Con relación a las TIC, se considera que los alumnos han de conocer los riesgos que conllevan y saber cómo actuar en cada caso.

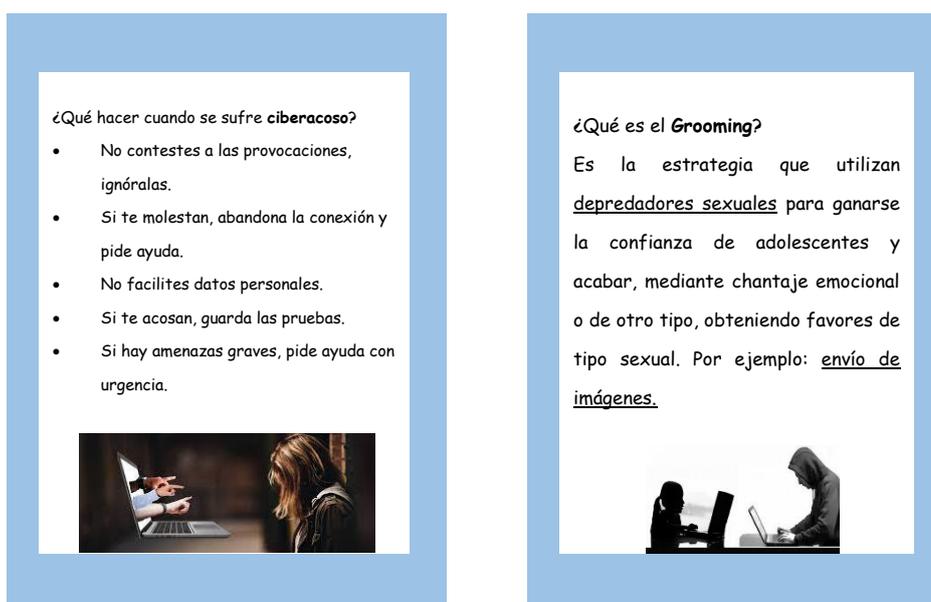


Ilustración 24 Tarjetas curiosas para los “Riesgos de las TICs”.

Salud y deporte

En Salud y deporte es fundamental facilitar información a los alumnos para que puedan llevar una vida lo más saludable posible.



Ilustración 25 Tarjetas curiosas para "Salud y Deportes"

Seguridad vial

Todo el mundo es usuario de las vías pública, por ello se propone no posponer la educación vial a que los alumnos puedan sacarse alguna licencia de conducción.



Ilustración 26 Tarjetas curiosas para "Seguridad vial".

Evaluación

El método de evaluación en su conjunto ha de tener como principal objetivo el aportar la información suficiente con la que valorar en qué medida las actividades propuestas han contribuido a desarrollar las competencias en los alumnos.

Por otro lado, como segundo objetivo, se planifica parte de la evaluación a modo concurso, con ánimo de motivar a los alumnos a participar. Se recompensará a ambos equipos con un plus sobre la nota final del bloque correspondiente a Dibujo Técnico, de forma que cada alumno del equipo ganador sume 1 punto y del perdedor 0,4 puntos sobre la nota final del bloque.

En el siguiente esquema se muestran ambos objetivos y a través de que medios se responderá a ellos:

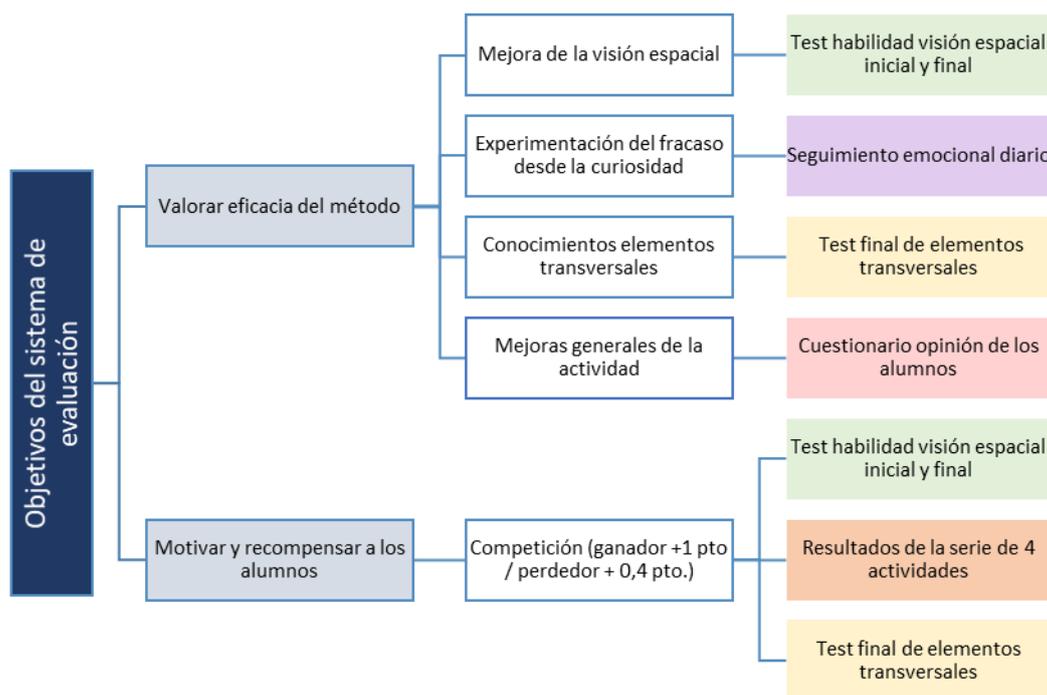
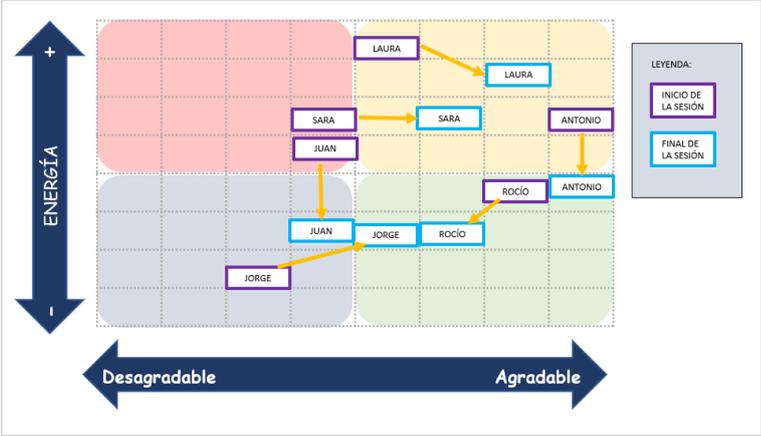
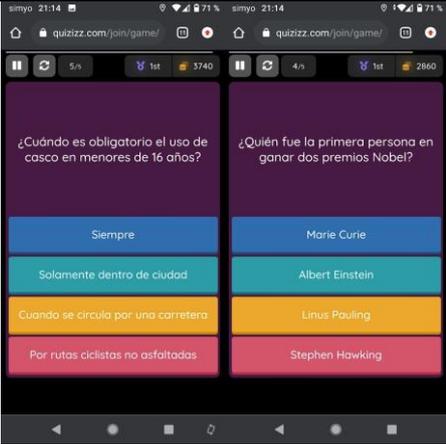
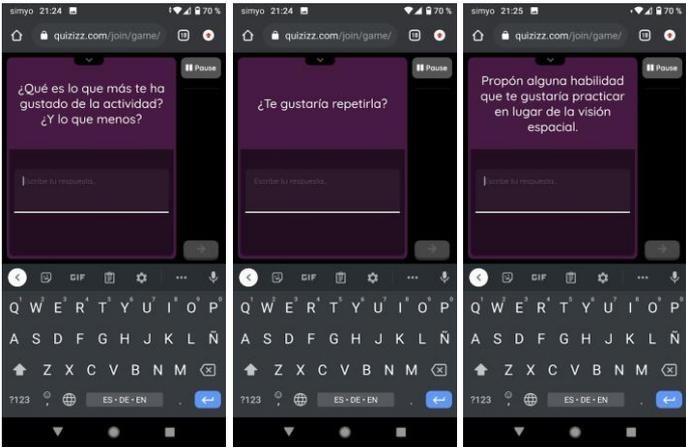


Ilustración 27 Esquema objetivos de la evaluación y los métodos para cubrirlos.

A continuación, se procede a describir el sistema de evaluación y las consideraciones a tener en cuenta en cada ítem de evaluación mostrado en el esquema.

<p>Test habilidad visión espacial inicial y final</p>	<p>Dos test de habilidad de visión espacial realizadas con la herramienta Quizizz, la cual permite extraer los resultados de cada alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al inicio, llamado de Km 0 con el que conocer la habilidad de partida de cada alumno. • Al final, con el que valorar las mejoras individuales. <p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducir preguntas con distintas dificultades que permitan discernir el grado de habilidad de cada alumno. - Se desarrolla en modo equipo para que las puntuaciones se sumen globalmente para cada grupo. - Mismo sistema de puntuación que la actividad “Un, dos, tres, visualiza otra vez”. -
<p>Seguimiento emocional diario</p>	<p>Seguimiento emocional diario al comienzo y final de cada sesión mediante un panel en el que los alumnos marquen su estado, en función de lo agradable que sea y de su nivel de energía.</p> <p>Para el diseño del indicador de seguimiento de la evolución (complementar viendo el ejemplo más abajo):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medir los desplazamientos en horizontal de cada alumno, ya que experimentar el error desde emociones de crecimiento, como la curiosidad, debería traducirse en desplazamientos hacia la derecha. • Se sumarán los desplazamientos horizontales de los alumnos que hayan errado en el ejercicio, positivos hacia la derecha y negativos hacia la izquierda, esperando que el resultado total salga positivo. • Se divide el resultado entre el número de alumnos que hayan errado para trabajar con un indicador relativo. <p>Ejemplo:</p> <p>En una sesión no terminaron correctamente el ejercicio Rocío y Jorge. Desplazamiento emocional horizontal relativo $\rightarrow (-1 + 2) / 2 = 1$</p> 

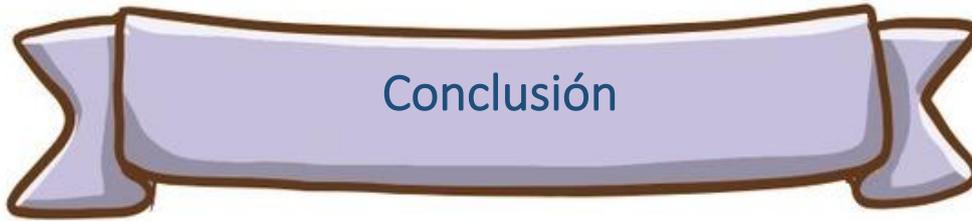
	<p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es necesario tomar una foto del panel al inicio y al final de cada sesión para después extraer el nivel de cada alumno. - Tomar medida de los alumnos que realicen correctamente los ejercicios como grupo de control. -
<p>Resultados de la serie de 4 actividades</p>	<p>Durante la realización de los 4 tipos de actividades se contabilizan los puntos según se detalla en cada actividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puzzlememory <ul style="list-style-type: none"> Solución correcta → 1 punto Solución incorrecta → 0 puntos + tarjeta curiosa • Laberinto mental <ul style="list-style-type: none"> Solución correcta → 1 punto Solución incorrecta → 0 puntos + tarjeta curiosa • Un, dos, tres, visualiza otra vez <ul style="list-style-type: none"> Grupo ganador → 1 punto por alumno Grupo perdedor → 0 puntos + tarjeta curiosa por alumno • ¿Qué me croquizas? <ul style="list-style-type: none"> Solución correcta → 2 punto (uno por alumno) Solución incorrecta → 0 puntos + 2 tarjeta curiosas (una por alumno) <p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - (sin objeto)
<p>Test final de elementos transversales</p>	<p>Test con contenidos de los elementos transversales incluidos en las “tarjetas curiosas” con la herramienta Quizizz, de forma que se ponga en valor el conocimiento de aquellos que hayan fallado más a menudo.</p> <p>Ejemplos:</p>

	 <p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La realización de este test será al final del trimestre.
<p>Cuestionario opinión de los alumnos</p>	<p>Consulta de la opinión a los alumnos acerca de la realización de la actividad y mejoras que incluirían a través de preguntas abiertas en el test final de competencias transversales.</p> <p>Ejemplos:</p>  <p>Consideraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preguntas no puntuables.

De cara a facilitar la labor del profesor para realizar el seguimiento de los resultados de cada actividad se incluye una tabla con la que poder realizar la toma de datos de forma rápida en clase. Consultar el “Anexo 1”.

En cuanto al seguimiento emocional, se recomienda tomar una foto del panel al inicio y otra al final de la sesión para posteriormente pasar los datos a una tabla de

Excel. Como se puede observar en la tabla del “Anexo 2”, por cada alumno y actividad se dejan dos espacios, uno para escribir una “A” o una “E” según el alumno haya acertado o errado, y la segunda para indicar el desplazamiento horizontal que experimentó en la clase.



Conclusión

El propósito y motivación de este trabajo tal y como se detalló en el apartado Justificación, parten de buscar en la neurociencia una fuente más de conocimiento que permita comprender por qué funcionan ciertas metodologías y otras no, y utilizarlo con el único fin de buscar la mejora continua.

De esta forma, han sido descritas en detalle cuáles son las características que describen el funcionamiento de la memoria humana y se han obtenido una serie de conclusiones prácticas que permiten adaptar la metodología en función de lo que se quiera transmitir. En caso de que sea un conocimiento verbalizable, como un nuevo concepto o suceso, se ha de tener en consideración que el proceso de guardado de esa información vendrá condicionado por las características de la memoria explícita, las cuales tal y como se ha observado, responder a las características del conocido como aprendizaje significativo. Por otro lado, cuando el objetivo del proceso de aprendizaje sea una habilidad o un hábito, el destino final será la memoria implícita, cuyo principal medio para afianzar la información es la repetición y la constancia.

Es necesario destacar que, aunque la memoria implícita sea el destino final, habitualmente el proceso de aprendizaje requerirá de un uso activo de la memoria explícita. Tal y como ilustra el ejemplo de aprender a leer, ya que hasta que se haya desarrollado completamente la habilidad, con mucha práctica, es necesario recurrir a juegos e historias para que los niños recuerden el abecedario.

En cuanto a las competencias que se ha propuesto trabajar, por un lado la visión espacial y por otro el aprender a aprender, se ha comprendido que no pueden ser solamente trabajadas como un conjunto de conocimientos que se han de transmitir, sino como habilidades y hábitos que han de ser practicados de manera regular si se quiere que sean afianzadas por los alumnos.

Con este objetivo se ha concluido que una posibilidad trasladable a las aulas es el dedicar los 10 últimos minutos de cada sesión a actividades cortas orientadas específicamente de manera directa la visión espacial y de manera indirecta el aprender a aprender, habituando a los alumnos a experimentar el fracaso desde la curiosidad en lugar de con ira o tristeza.

También se quiere destacar que vista la dificultad para evaluar la efectividad de una metodología cuando esta se propone trabajar desde las emociones ligadas a una situación concreta, se ha propuesto realizar un seguimiento emocional diario de los alumnos mediante un panel en el que ellos mismos puedan expresar como se sienten.

Por último, se ha podido ver una posible manera de incluir dentro de las sesiones diarias parte del conocimiento ligado a los elementos transversales del currículo, siendo algunos de los cuales, como la seguridad vial, complicados de integrar con el temario general.

Líneas futuras de investigación

Como líneas futuras de investigación con las que complementar el presente trabajo, continuar con el estudio de la memoria y sus aplicaciones en el ámbito de la educación se proponen:

- Ampliar su alcance incluyendo además de la memoria a largo plazo, también a la memoria de trabajo para que esta pueda ser desarrollada en el aula. Un tipo de memoria ligada directamente a la capacidad de procesamiento del cerebro.
- Desarrollar actividades que permitan hacer conscientes a los alumnos de su propio aprendizaje, metacognición, con el objetivo de reforzar la competencia de aprender a aprender.
- Aplicar los conocimientos acerca del funcionamiento de la memoria proponiendo metodologías de trabajo para otras competencias.
- Aprovechando la creación de las tarjetas con información de las competencias transversales del currículo, desarrollar una actividad gamificada que permita continuar trabajando estas competencias a lo largo del segundo trimestre.
- Proponer mejoras del método de evaluación haciendo uso del panel de seguimiento emocional que permita afinar de un modo sencillo la emoción a la que se desplazan los alumnos, no discretizando solamente entre emociones de protección y emociones de crecimiento.

- Aplicar de forma práctica el conjunto de actividades propuestas en un instituto concreto con la intención de valorar su efectividad y realimentarlo con mejoras.



Referencias

- Aguado-Romo, R. (2014). *Es emocionante, saber emocionarse*. EOS Gabinete de Orientación Psicológica.
- Allende, V. (2017). La neuroeducación: somos biología y nos hacemos aprendiendo. La revista digital del portal de educación, 1
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). Elsevier.
- Benarós, S., Lipina, S. J., Segretin, M. S., Hermida, M. J., & Colombo, J. A. (2010). Neurociencia y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. *Revista de Neurología*, 50(3), 179–186.
- Bishop, A. J. (1983). *Space and geometry*. Academic Press New York.
- Budson, A. E., & Price, B. H. (2005). Memory dysfunction. *New England Journal of Medicine*, 352(7), 692–699.
- Caballero, M. (2017). *Neuroeducación de profesores y para profesores*. 358.
- Carrillo, A. (s.f.). *Psicología y mente. La teoría del cerebro triuno de MacLean: qué es y qué propone*. Recuperado el 16 de 06 de 2021 de. <https://psicologiymente.com/neurociencias/teoria-cerebro-triuno-maclean>
- Consejería de Educación Castilla y León. (2015). Orden EDU/362/2015. Establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 86(8 de mayo de 2015), 17975–17979. <http://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/orden-edu-362-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan.ficheros/549394-BOCYL-D-08052015-4.pdf>
- Consejería de Educación Castilla y León. (2015). ORDEN EDU/363/2015. Establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 86(8 de mayo de 2015), 14058–14079. <http://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/orden-edu-363-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan.ficheros/549395-BOCYL-D-08052015-5.pdf>
- Departamento de Editorial Santillana. (2012). *Biología 2º año*. Caracas: Santillana.
- Elorza, I. Z. (2018). *RA en Tecnología como apoyo de la inteligencia espacial*. 1–103.
- Euroinnova Busines School. (2010). *Coaching personal. Manual del alumno* (Euroinnova (ed.)).
- European Union. (2019). *Key competences for diversity*. 20. <https://doi.org/10.2766/291008>
- Fibonacci. *Prueba de Razonamiento Espacial Fácil*. (s.f.). Recuperado el 25 de 06 de 2021 de <https://www.fibonacci.com/es/razonamiento-espacial/razonamiento-espacial-test/prueba-de-razonamiento-espacial-facil>

- Garmendia, P. T. (1993). El modelo de la memoria de Atkinson y Shiffrin. In Tecnos (Ed.), *Historia de la psicología: textos y comentarios* (pp. 539–552).
- Gómez Cumpa, J. W., de la Cruz Vives, M. Á., Herrera Ramírez, M. I., Martínez Velasco, J. G., Poggioli, L., Ruiz Bolívar, C. C., & Salgu, R. (2004). NEUROCIENCIA COGNITIVA Y EDUCACIÓN-Neurociencia Cognitiva y Educación. *Lambayeque: Fondo Editorial FACHSE-UNPRG*.
- Gonzato, M. (2013). *Evaluación de conocimientos de futuros profesores de educación primaria para la enseñanza de la visualización espacial* [Universidad de Granada]. http://www.ugr.es/~jgodino/Tesis_doctorales/Margherita_Gonzato_tesis.pdf
- Instituto Neurológico Integral Beremia. (2019). *Neuroeducación*. Madrid: Magister.
- Jáuregui, M., & Razumiejczyk, E. (2011). Memoria y aprendizaje: Una revisión de los aportes cognitivos. *Psicología y Psicopedagogía*, 26, 20–44.
- Kandel, E. R., & Squire, L. R. (2000). Neuroscience: Breaking down scientific barriers to the study of brain and mind. *Science*, 290(5494), 1113–1120.
- MacLean, P. D. (1990). *The triune brain in evolution: Role in paleocerebral functions*. Springer Science & Business Media.
- Marina, J. A. (2012). *Neurociencia y educación*. Ministerio de Educación.
- Miller, G. A. (1956). *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information*.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial Del Estado*, 3, 169–546.
- Mora, F., & Sanguinetti, A. (1994). *Diccionario de Neurociencias*. Madrid: Alianza Editorial.
- Mora, F. (2020). Neuroeducación. Solo se puede aprender lo que se ama. *Educatio Siglo XXI*, 38(2), 263–268.
- Morgado, I. (2014). *Aprender, recordar y olvidar*. Ariel.
- Moyano, J. C. (2011). *PERCEPCIÓN Y MEMORIA: ¿AMIGOS O ENEMIGOS DEL APRENDIZAJE?* Montevideo, Uruguay.
- Pérez-Domínguez, R. (2020). *LA ATENCIÓN DESDE LA NEUROCIENCIA COMO PILAR FUNDAMENTAL DEL APRENDIZAJE: IMPLEMENTACIÓN A LAS AULAS DE TECNOLOGÍA EN SECUNDARIA Y BACHILLERATO*. Universidad de Valladolid.
- Redolar, D. (2002). Neurociencia: la génesis de un concepto desde un punto de vista multidisciplinar. *Rev. Psiquiatr. Fac. Med. Barc*, 346–352.
- Sousa, D. A. (2014). *Neurociencia educativa: Mente, cerebro y educación* (Vol. 131). Narcea Ediciones.
- Squire, L. R. (1986). Mechanisms of memory. *Science*, 232(4758), 1612–1619.
- Suárez, F. R. (n.d.). *Historia de la SENC*. <https://www.senc.es/historia-de-la-senc/>
- Torres, A. (2010). *Inteligencia espacial: ¿Qué es y cómo se puede mejorar?* Psicología y Mente. <https://psicologiymente.com/inteligencia/inteligencia-espacial>
- Tulving, E. (1972). 12. Episodic and Semantic Memory. *Organization of Memory/Eds E. Tulving*,

W. Donaldson, NY: Academic Press, 381–403.

Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*.

Tzuriel, D., & Egozi, G. (2010). Gender differences in spatial ability of young children: The effects of training and processing strategies. *Child Development*, 81(5), 1417–1430.

Universidad Internacional de Valencia. (2015). *Aprender a aprender: una competencia básica para el aprendizaje permanente*.
<https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/aprender-aprender-una-competencia-basica-para-el-aprendizaje>

Vincent, J.-D. (1995). *Ethics and Neurosciences*.

Anexos

Anexo 1: Tabla de seguimiento de los resultados para puntuación de los equipos.

	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5	Alumno 6	Alumno 7	Alumno 8	Alumno 9	Alumno 10	Alumno 11	Alumno 12	Alumno 13	Alumno 14	Alumno 15	Alumno 16	Alumno 17	Alumno 18	Alumno 19	...
Equipo	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A
Test Km0																				
Act. 1																				
Act. 2																				
Act. 3																				
Act. 4																				
Act. 5																				
Act. 6																				
Act. 7																				
Act. 8																				
Act. 9																				
Act. 10																				
Act. 11																				
Act. 12																				
Act. 13																				
Act. 14																				
Act. 15																				
Act. 16																				
Act. 17																				
Act. 18																				
Act. 19																				
...																				
Test final																				
Test trans.																				
TOTAL																				

