

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO ACADÉMICO 2022-2023



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

**NEUROEDUCACIÓN Y MEMORIA: DESENTRAÑANDO
LOS MECANISMOS CEREBRALES DEL APRENDIZAJE**

Titulación de Postgrado: **Máster en Profesor de Educación Secundaria y Bachillerato**

Autor: **Román Trenado Rosa**

Director: **Dr. D. Luis Llera Cantero**

Modalidad: **TFM de investigación**

Fecha de presentación: **19/06/2023**

Agradecimientos

El buen profesor es el que deja impronta. El buen profesor se compromete y te compromete, a través de sus trabajos, de sus reflexiones, de las lecturas a las que invita, pero también a través del afecto. Luis Llera no solo ha seguido con mucha atención cada uno de los pasos que he dado en el trabajo que a continuación presento, sino que desde el principio ha ejercido una notable fuerza de motivación. Le agradezco enormemente su paciencia, así como las correcciones, todos los libros y referencias regaladas, hoy mi biblioteca es un poco más abultada que ayer, pero también le agradezco la confianza y afecto que ha depositado en mí. Seguimos trabajando juntos.

De otro lado, agradezco profundamente el esfuerzo realizado a Alba Gutiérrez Martín, mi pareja, quien ha leído y releído este trabajo a medida en que se iba construyendo. Su claridad para señalar la oscuridad en la que ocasionalmente he podido expresarme, así como la inestimable ayuda con las cuestiones formales, han supuesto un impulso ineludible. Gracias, Alba.

A mi querido amigo Luis López-Oria. Agradezco mucho la lectura incisiva que realizó, pues sus objeciones posibilitaron una mayor precisión conceptual, así como la justificación de aquellos puntos que quedaban poco consistentes. Gracias por tu afecto y por tu tiempo.

A mi amigo y compañero Juan Calvin Palomares, con quien he compartido largas horas en la biblioteca, pero también en los descansos. Agradezco mucho sus consejos, su motivación y su apoyo en las horas difíciles.

Finalmente, no quisiera olvidarme de mi gran amigo Juan Luis Saavedra. Agradezco muchísimo su implicación con las cuestiones tecnológicas en lo relativo a la presentación del vídeo, y su predisposición para ayudarme en todo lo necesario.

A mis padres, a mi hermana y a Daniel Michaud Vallinoto, por las discusiones y controversias sobre pedagogía.

ÍNDICE

Resumen/Abstract	4
1. Introducción	5
2. El surgimiento de la neurociencia	8
2.1. Los primeros pasos	9
2.2. De la edad media a la modernidad.....	12
2.3. Del siglo XVIII a la neurociencia del XIX	14
2.4. Del siglo XX hasta nuestro tiempo	17
3. Neuroeducación	20
3.1. Arquitectura básica del cerebro	21
3.2. Fundamentos neuroeducativos.....	27
3.2.1. Teoría neurocognitiva del aprendizaje	30
3.2.2. Las habilidades sociales del aprendizaje: imitación, atención compartida y empatía	32
3.2.3. La curiosidad	33
3.2.4. La emoción	35
3.3.5. La atención	41
4. Memoria	45
4.1. Las bases de la memoria	46
4.2. Las memorias implícitas-no declarativas.....	52
4.3. Las memorias explícitas-declarativas	55
4.4. ¿Qué ocurre con el olvido?	59
4.5. Las grietas de la memoria	65
5. Memoria y aprendizaje	67
5.1. Competencias y contenidos	68
5.2. Saberes para aprender	74

5.3. Practicar para consolidar.....	81
6. Innovación, TIC, IA y Aprendizaje.	88
6.1. Inteligencia artificial y educación.....	98
6.2. La irrupción del chatgpt.....	104
7. Conclusiones	112
8. Bibliografía	118



RESUMEN/ABSTRACT

Resumen - El Trabajo Final de Máster que a continuación presentamos se enmarca en la modalidad de investigación. Tiene como objetivo elucidar el papel de la memoria para el proceso de enseñanza-aprendizaje desde un plano teórico neurocognitivo. Así pues, la reflexión pedagógica partirá de lo general hacia lo particular, recorriendo los aspectos más relevantes del campo neuroeducativo hasta arribar al fenómeno de la memoria. A partir del rol decisivo que supone la memoria para el aprendizaje, reflexionaremos acerca de los términos de aprendizaje profundo y práctica. Una vez definidos y acotados los conceptos básicos, analizaremos las tesis de una gran parte de las pedagogías activas, la innovación educativa, así como la irrupción de las IA en educación, particularmente la emersión del ChatGPT, concluyendo que no hay alternativa posible a un aprendizaje memorístico. Esto es, la memoria supone una condición necesaria para todo aprendizaje.

Palabras clave: Pedagogía. Neurociencia. Neuroeducación. Memoria. Aprendizaje profundo. Práctica. Innovación. Pedagogías activas. ChatGPT.

Abstract - The Master's Degree Final Project presented below is framed within the research modality. It aims to elucidate the role of memory in the teaching-learning process from a neurocognitive theoretical perspective. Thus, the pedagogical reflection will start from the general to the particular, covering the most relevant aspects of the neuro-educational field until reaching the phenomenon of memory. Starting from the decisive role that memory plays in learning, we will reflect on the terms "deep learning" and "practice." Once the basic concepts have been defined and delimited, we will analyze the theses of a large part of active pedagogies, educational innovation, as well as the emergence of AI in education, particularly the emergence of ChatGPT. We will conclude that there is no possible alternative to rote learning. In other words, memory is a necessary condition for all learning.

Keywords: Pedagogy. Neuroscience. Neuroeducation. Memory. Deep learning. Practice. Innovation. Active pedagogies. ChatGPT.

1. INTRODUCCIÓN

*Madrid, reconozco sus calles y sus casas,
a pesar de que muchas ellas ya no son como eran.
Ahora torceremos a la izquierda, por la calle de
la Luna y pasaremos por la calle Desengaño,
de la que tengo dulces y agrios recuerdos.*

M. Rosa Castiñeira, 1999

Oliver Sacks, el insigne neurólogo y psiquiatra fallecido hace pocos años, empezaba el noveno capítulo de su conocido libro *El hombre que confundió a su mujer con un sombrero* con las siguientes palabras:

¿Qué pasaba? Carcajadas estruendosas en el pabellón de afasia, precisamente cuando transmitían el discurso del Presidente. Habían mostrado todos tantos deseos de oír hablar al Presidente [...] El presidente conmovía, como siempre, a sus conciudadanos, pero los movía, al parecer, más que nada, a reírse. ¿Qué podían estar pensando los pacientes? ¿No le entenderían? ¿Le entenderían, quizás, demasiado bien? (Sacks, 2009, p. 113).

En este fragmento, nuestro neurólogo nos abría las ventanas a uno de los trastornos del lenguaje que más asombro despertó a mitad del siglo XIX en los notables salones de la Sociedad de Anatomía parisina, estamos hablando de lo que hoy conocemos como afasia. Monsieur Leborgne ingresó en el hospital a la edad de treinta años, con serias dificultades para pronunciar las palabras, aunque solía entender lo que le decían. Tras sucesivas lesiones, días antes de abandonar la vida, solo era capaz de pronunciar cuatro palabras, a saber, “sí”, “no”, “siempre” y “lelo” (una contracción de su apellido “Lelong” mal pronunciado). La autopsia arrojó luz sobre el asunto: una lesión tumoral en el cerebro, en la tercera circunvalación central, en el hemisferio izquierdo, fue la responsable de aquella tragedia (Palacios, 2021). Un joven médico del suroeste de Francia afincado en París estudió profundamente su caso, así como casos similares, llegando a la conclusión de que la zona dañada de nuestro paciente estaba totalmente relacionada con el desarrollo del habla, específicamente con la capacidad de planificación de las palabras. Así, ante el complejo auditorio de la Sociedad de Anatomía parisina, este médico, estamos hablando

del célebre neurólogo Paul Broca, demostraba, con el cerebro de Monsieur Leborgne entre sus manos, la vinculación entre esa parte del cerebro, que posteriormente será conocida como área de Broca, con la posibilidad sintáctica humana. Estamos asistiendo, nada más y nada menos, que al apasionante momento histórico en el que nació la neurociencia moderna.

En la primavera de 2015, el profesor de derecho Francisco Anson escribía en la revista *Cuenta y Razón*, a propósito del número dedicado a la neurociencia, lo siguiente:

El funcionamiento del cerebro siempre ha sido un misterio para el hombre. En los últimos veinte años se ha avanzado exponencialmente en su conocimiento, al punto de afirmar que el presente siglo será el de la investigación de este órgano. Ello ha dado lugar a la disciplina que va a constituir el centro de atención de los científicos, teólogos, periodistas y de la ciudadanía en general: la Neurociencia. (Anson, 2015, p. 9)

Desde esta perspectiva, todo parece indicar que hemos depositado nuestras esperanzas por saber *Qué nos hace humanos* (Gazzaniga, 2010) en una disciplina que desde el siglo XIX no ha hecho sino crecer y desplegarse. De alguna manera, desenmarañar el cerebro es desenmarañar lo humano. El neurólogo británico C.U.M. Smith, con interesantísimas contribuciones a esta disciplina, como por ejemplo la identificación de diferentes regiones de la corteza cerebral y su papel en funciones específicas, además de la investigación sobre la plasticidad neuronal en el cerebro, autor de uno de los manuales de referencia más utilizados, a saber, *El cerebro*, arguyó que es justamente un salto cualitativo en las conexiones semánticas lo que explica lo humano. Él lo decía con estas bellas palabras: “Por tanto, parece posible que el paso del Rubicón cerebral, como se dice a veces, el surgimiento de la humanidad del mundo animal se base en algún cambio cualitativo en las conexiones sinápticas” (Smith, 1982, p. 280). Si esto es así, y sin que ello contribuya a la creación de nuevos dioses a los que rezar, parece claro que no podemos mantenernos ajenos a las evidencias empíricas que el campo de la neurociencia está planteando.

El filósofo y sociólogo francés G. Lipovetsky sugiere que una de las características elementales de nuestro tiempo, lo que llama la “hipermodernidad”, tiene que ver con el frenético desarrollo de la ciencia y la tecnología. Ahora vivimos mejor que antes, envejecemos más tarde, y las posibilidades de la ciencia auguran un porvenir lleno de

retos, sí, pero también de oportunidades. En la clínica de Mayo, en Minnesota, EE. UU., pacientes con epilepsia pueden escribir con la mente aplicando sensores de electrocorticografía (medir la actividad eléctrica del cerebro mediante el posicionamiento de electrodos en la superficie de la corteza cerebral) con una aproximación que se acerca al cien por cien (Kaku, 2017). En datos más recientes, se han llevado a cabo diccionarios rudimentarios de palabras que pueden ser leídos a partir del propio pensamiento (Sarmiento, 2019). En este último siglo, la neurociencia ha emergido con una fuerza descomunal que está permitiendo permear en la profundidad de nuestra cognición. Es cierto que aún no somos capaces de rastrear pensamientos complejos en circuitos neuronales concretos, en palabras del neurocientífico M. Gazzaniga: “nadie entiende aún del todo cómo ese intrincado entramado de tejido biológico que reside en el interior de nuestra cabeza produce las experiencias de nuestra vida cotidiana” (Gazzaniga, 2019, p.109), empero sí conocemos la funcionalidad del cerebro en términos de procesamiento de información y funciones cognitivas. Esto es, cómo las actividades neuronales posibilitan la percepción, configuran la memoria, el pensamiento, así como diversos procesos mentales. Lo que el filósofo D. Chalmers llamó el problema fácil de la conciencia (Chalmers, 1996). De hecho, contamos con poderosos mapas de la arquitectura cerebral y sus elementales funciones, así como evidencias que prueban una arquitectura modular del cerebro.

El trabajo que a continuación presentamos tiene como objetivo principal analizar el concepto de aprendizaje desde una perspectiva neurocognitiva. Con mayor precisión, elucidaremos desde este marco teórico el decisivo rol que desempeña la memoria para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, la tesis fuerte que intentaremos configurar será que no hay posibilidad de aprendizaje si no entendemos la operatividad de la memoria. Dicho claramente: no hay aprendizaje sin memorización. Tesis, por otra parte, que está puesta en disputa por un gran sector de la pedagogía actual, cuyas sugerencias educativas podrían ser condensadas bajo el lema: “una educación menos memorística, con menos saberes enciclopédicos en aras de una formación competencial”. Entraremos en esta cuestión en detalle. Así mismo, una vez desarrolladas las líneas argumentativas, la última parte del trabajo tendrá que ver con un pequeño esbozo en el que se analice el concepto de innovación educativa, así como el impacto de las IA, especialmente del “ChatGPT”, desde coordenadas neurocognitivas, lazando algunas hipótesis y reflexiones sobre su implicación y penetración en las aulas y, por ende, en el proceso educativo.

Sin embargo, la estructura de nuestra propuesta sugiere empezar por lo más general para arribar a lo más particular, con la voluntad de que cada uno de los pasos se siga del anterior, quedando todo debidamente justificado. Hablar de memoria desde un perfil neurocognitivo en su papel educativo es hablar de neuroeducación, y para entender la disciplina neuroeducativa hemos de saber algo previamente de neurociencia. De este modo, la primera parte del trabajo se ocupará de trazar un pequeño recorrido histórico sobre los primeros pasos de la indagación cognitiva, hasta la definición de la neurociencia moderna. Lo cual nos posibilitará ver que las inquietudes por la cognición humana parten del inicio de los tiempos. Inmediatamente después, elaboraremos un sólido marco teórico del saber neurocientífico que conforme el sustrato, la base sobre la que erigir un estado de la cuestión acerca de la neuroeducación. A continuación, como si de la construcción de un edificio se tratara, a partir de los pilares neuroeducativos, avanzaremos para desarrollar el fenómeno de la memoria extensamente, permitiéndonos entender su relación indisoluble con el proceso de enseñanza-aprendizaje. La segunda parte del trabajo despliega, razona y justifica la tesis expuesta líneas arriba.

2. EL SURGIMIENTO DE LA NEUROCIENCIA

Los seres humanos somos exploradores incansables del universo, motivado para encontrar sitios en los que la especie humana se pueda perpetuar hasta el fin de los tiempos, lo que ha llevado al límite concebible este ansia de descubrir, explorar y conocer.

García de Molina, 2015

En este primer capítulo se encontrará una suerte de genealogía que nos llevará al principio de todo, a esos primeros balbuceos por entender lo humano. Esto es, rastreadremos a grandes saltos, lo que podríamos llamar una breve historia de la neurociencia que nos permita tener un conocimiento un poco más extenso de cómo hemos llegado a la primavera, al florecimiento de lo que se estima una joven disciplina. Ello nos ayudará a establecer un fuerte marco histórico que, a su vez, implicará un desarrollo del estado de la cuestión, es decir, qué entendemos por neurociencia y su decisiva relevancia. Sin embargo, antes de adentrarnos en este viaje apasionante, cabe hacer dos advertencias: 1) la neurociencia, tal y como la entendemos en nuestro tiempo, es una disciplina que nace

en el siglo XIX. No obstante, ello no nos constriñe u obliga a no ir más allá en el tiempo para encontrar rastros, trazas de lo que se vehiculará más adelante, sintetizado en lo que se conocerá como neurociencia moderna. 2) Este ensayo no está pensado para construir un desarrollo amplio, riguroso y exacto de la historia de la neurociencia, sino, más bien, para elaborar un fuerte marco teórico que justifique por qué esta disciplina ha de ser central para erigir una sofisticación del proceso de enseñanza-aprendizaje que se concrete bajo el estandarte de la neuroeducación. Por tanto, no se espere un recorrido que pare por todas y cada una de las figuras notables que escribieron y fueron delimitando la concepción actual de neurociencia.

2.1. LOS PRIMEROS PASOS

Resulta enormemente complicado establecer un hilo conductor que nos permita dibujar una demarcación clara sobre cuál es el objeto de estudio de la neurociencia, la *ratio essendi* que nos posibilite realizar un rastreo histórico sin que caigamos en un desarrollo de la ciencia en términos más genéricos. Huelga alegar que todos estos puntos, en los que nos detendremos, están totalmente imbricados en el despliegue mismo de las ciencias, empero, ello no exime la necesidad de hallar un elemento central de análisis que nos permita separar o hablar de una *arqueología* de la neurociencia. Así, siguiendo la línea que el profesor de la Universidad Pontificia de Comillas, Carlos Blanco, establece en su libro *Historia de la neurociencia*, vamos a decir que

a la hora de adentrarse en la historia de la neurociencia, es interesante distinguir, con claridad, las principales etapas en la indagación científica sobre la estructura y el funcionamiento del sistema nervioso, para mostrar cuáles han sido los grandes saltos conceptuales (Blanco, 2014, p. 26).

Será, pues, bajo este eje que plantea el profesor Blanco, es decir, indagar sobre el desarrollo y funcionamiento del sistema nervioso, que volvamos sobre nuestros pasos para vislumbrar las primeras reflexiones de los primeros tiempos.

Las primeras prácticas de las que tenemos constancia se remontan al hombre que vivía en las cuevas. La trepanación, en el paleolítico, buscaba solventar episodios de lo que hoy conocemos como epilepsia y que, *in illo tempore*, se asociaba a una suerte de concepciones mágicas y fuerzas sobrenaturales. En occidente fue una práctica

extremadamente común que aún se seguía recomendando en el siglo XVI, pues conformaba la idea de que abrir un orificio en el cerebro ayudaba a expulsar los malos humores e, incluso, ahuyentar la melancolía de nuestras mentes (Toni y Bellantone, 2015). Por otra parte, en las primeras grandes civilizaciones que surgieron, me estoy refiriendo a Mesopotamia, Egipto y Grecia, se dio una diferencia entre quienes consideraban que el corazón era el órgano que asumía las funciones más elevadas de la cognición, esto es, el cardiocentrismo, y quienes pensaban que era el cerebro quien tomaba este papel protagonista, a saber, el encefalocentrismo. Mesopotamia y Egipto eran cardiocéntricas. En cambio, la medicina clásica aceptó que el cerebro se encargaba de las facultades superiores de la persona. Es decir, en la Grecia del siglo V y IV a. C se hacía fuerte el encefalocentrismo. Uno de los primeros pensadores en ubicarse en este bando fue Alcmeón de Crotona, quien defendía que todas las sensaciones, desde las más suaves y placenteras hasta las más terribles que un humano pueda soportar quedaban sintetizadas por el cerebro, pues los sentidos están sujetos a él. Así mismo, Hipócrates de Cos, contemporáneo al pensador anterior, llegó a conclusiones parecidas. Además, llama poderosamente nuestra atención que tanto Hipócrates como sus discípulos sembraron el campo de una visión proto científica por la cual asumían que toda enfermedad no era sino parte de un proceso corporal, parte de un fenómeno natural como otro cualquiera que, de este modo, hallaba su *ratio conosciendi* alejado de cualquier inferencia sobrenatural.

Otro de los aspectos de este autor que merece la pena subrayar es la estima y consideración con la que señala al cerebro. Se trata de un órgano cuya capacidad reside en interpretar, cuando está sano, “los estímulos que provienen del aire. El aire le proporciona el entendimiento. Los ojos, los oídos, las manos y los pies ejecutan aquello que el cerebro percibe” (Blanco, 2014, p. 34). Qué forma tan evocadora de describirlo, pues se trata del órgano que nos permite encontrar un sentido a nuestro mundo. Michael Gazzaniga, historia viva de la neurociencia, tuvo a bien, justamente, llamar al hemisferio izquierdo, en honor a la bella intuición que tuvo Hipócrates, “el intérprete”, toda vez que reside ahí la capacidad de vincular nuestra percepción con la memoria biográfica, dotándola (a la percepción) de sentido (Gazzaniga, 2010). Platón, al parecer, estaba al tanto de los trabajos hipocráticos y unió la parte del alma racional al cerebro en *La República*. Con todo, nuestro filósofo inauguró una de las tesis que más recorrido ha trazado en el devenir de los tiempos: la concepción de que el cuerpo no es sino la cárcel del alma, separando mente y cerebro y abriendo una línea de investigación que aún hoy

sigue exigua, a saber, la relación entre la mente y el cerebro, lo que D. Chalmers llamó el problema difícil de la conciencia (Chalmers, 1996).

Aristóteles, de otra parte, fue otro de los grandes precursores de lo que será el pensamiento científico, pues además de ser un gran biólogo, estableció lo que se conoce como doctrina de la causalidad, a saber, que todo cambio físico implica una causa antecesora. En palabras de Gazzaniga:

Para Aristóteles, el mundo natural era un entramado de lo que el teórico biológico Robert Rosen denomina implicaciones causales: X conlleva todas sus Y (en plural). Rosen señala que la idea de Aristóteles era mostrar que ninguna forma de explicación basta por sí sola para entender algo, dado que las categorías causales no se implican mutuamente (Gazzaniga, 2019, p. 26)

De otro lado, Aristóteles manifestó una idea bien distinta en cuanto a la relación entre alma-cuerpo se refiere, negando a su maestro, alejándose por completo de esa visión dualista que atravesaba todo el pensamiento platónico. Desde su punto de vista, el alma ni es inmortal ni se puede entender separada del cuerpo. Nuestro querido autor configurará una esencial unidad entre el alma y el cuerpo, pues el alma solo puede ser entendida como parte consustancial del cuerpo. Así lo manifestaba en *De Anima*:

Por tanto, si cabe enunciar algo en general acerca de toda clase de alma, habría que decir que es la entelequia primera de un cuerpo natural organizado. De ahí, además que no quepa preguntarse si el alma y el cuerpo son una única realidad, como no cabe hacer tal pregunta acerca de la cera y la figura y, en general, acerca de la materia de cada cosa y aquello de que es materia (Aristóteles, trad. en 1978, p. 169)

Sin embargo, resulta curioso que Aristóteles, a pesar de tan interesante intuición, fallara estrepitosamente a la hora de trazar la funcionalidad del cerebro, pues aseveraba que el centro de las facultades humanas residía en el corazón y que, por tanto, el cerebro se limitaba a no más que una suerte de refrigerador de los fluidos de este. Tendríamos que esperar unos siglos más para que triunfara por completo el enfoque encefalocéntrico. No fue sino la investigación de Galeno de Pérgamo, médico personal del Emperador de Marco Aurelio (s. II-III d. C) quien demostró en público, ante un auditorio repleto de aristotélicos y estoicos, ambos cardiocentristas, que sendos enfoques insistían en el error.

Galeno agarró a un pobre cerdo y le seccionó los nervios recurrentes de la laringe ante la mirada atenta de los asistentes. El cerdo enmudeció, quedó de esta forma aniquilada la posibilidad de vocalización mostrando que, de ser cierto que las facultades elevadas residían en el corazón, el cerdo debería poder producir sonidos. No obstante, el cerdo calló para siempre, quedando fijado en la historia una de las demostraciones que abatieron en parte las tesis cardiocentristas. Además, Galeno contribuyó de manera notable al avance de la medicina, siendo el primero en percibir la diferencia entre la sangre arterial y la venosa, así como en describir las cuatro cámaras del corazón (Gazzaniga, 2019). También fue el primero que se percató de que los nervios se dirigen desde el cerebro y la médula espinal hacia los órganos periféricos. De esta manera, nuestro autor se convirtió en uno de los padres de la medicina. Tanto es así, que una de las formas en las que se conoce a la profesión del médico es, justamente, por el nombre de “galeno”. La relevancia de este médico fue tal que constituyó las tesis de cabecera de la medicina hasta nada más y nada menos que el siglo XVI. (Blanco, 2014).

2.2. DE LA EDAD MEDIA A LA MODERNIDAD

En el siglo XVI, Andrea Vesalio, anatomista belga, revolucionó por completo el campo de la medicina con su publicación *De Humani Corporis Fabrica*. Este escrito consistió en una revisión sistemática de todas las tesis de Galeno, cuestionando sus más sólidas nociones y poniendo en cuarentena el principio de autoridad. A juicio de Vesalio, la metafísica había penetrado hasta en las más hondas raíces del sistema Galeano. Su enfoque, en cambio, tenía que ver más con la disección, con el ensayo y error centrado en la práctica; una metodología, pues, que hoy podríamos llamar empírica o experimental. De esta manera, Vesalio promovió en el verde campo de la anatomía a un modo de hacer centrado en los procesos que acontecían en el organismo, dando lugar a la transición entre lo especulativo hacia lo mecánico empírico. Nuestro autor, y aquí la relevancia del asunto, asentó los primeros sillares que conformarían la fuerte infraestructura que daría, tiempo después, pie a la edificación de una forma de interpretar el mundo totalmente mecanicista. Vesalio fue parte de esas bravas corrientes que confluían en lo que más tarde será la revolución newtoniana.

Esta cosmovisión mecanicista fue dada en herencia a uno de los pensadores más influyentes del devenir de los tiempos. Descartes hizo virar el *Zeitgeist* del momento incorporando un método riguroso para la adquisición del conocimiento sentado sobre la

duda metódica, la observación y la demostración matemática. El *cogito* inauguró la modernidad en virtud de un modelo que permitía descomponer los problemas en partes más sencillas para arribar a ideas “claras y distintas”. Así, el humano quedaba en el centro de la reflexión. Con todo, cabría decir que el filósofo oxigenó por completo el dualismo platónico, renovando la tesis, si bien con argumentos diversos, de la inmortalidad del alma y la extensión del cuerpo. Así lo decía en sus *Meditaciones metafísicas*:

Y aun cuando, acaso, o más bien, ciertamente, como luego diré, tengo yo un cuerpo al que estoy estrechamente unido, sin embargo, puesto que por una parte tengo una idea clara y distinta del cuerpo, según la cual, éste es una cosa extensa, que no piensa, resulta cierto que yo, es decir, mi alma, por la cual soy lo que soy, es entera y verdaderamente distinta de mi cuerpo, pudiendo ser y existir sin el cuerpo. (Descartes, trad. en 2002, p. 206)

La esencia es la mente, el pensamiento, mientras que la materia es corrompible, el tiempo termina pudriéndola. No hay cuerpo que se salve a tal apocamiento. Cuerpo y alma, *soma* y *noema*, *res extensa* y *res cogitans*, son sustancias de naturaleza diversa que, sin embargo, convergen en la glándula pineal a través de una de las ideas que más fuerza cobró en aquellos momentos y que luego explicaremos brevemente, a saber, los espíritus animales. Hoy sabemos que la glándula pineal se ocupa de segregar la hormona de la melatonina, responsable de regular el ritmo circadiano del cuerpo, es decir, el ciclo de actividad y descanso que el cuerpo mantiene en un día completo. La melatonina funciona de regulador de los ciclos de sueño y vigilia, función decisiva para la salud cognitiva e inmunológica del individuo (Ramachandran, 2014). Tampoco se libró el dualismo de feroces ataques, sea desde el lado de la filosofía, como por ejemplo el cometido por G. Ryle en su libro *The Concept of Mind* de 1949, donde argüía con destreza la imposibilidad de tratar lo mental como algo separado de lo corporal, añadiendo que Descartes había sido descuidado cayendo en lo que llamaría el “error categorial”, sintetizado en la evocadora idea del “fantasma en la máquina”. Sea desde el propio campo de la neurología, como el asestado por A. Damasio a través de pacientes que presentaban severas lesiones en el cerebro y condensado bajo la aseveración de que el error radical cartesiano fue la separación abismal entre mente y cuerpo (Damasio, 2011). Con todo, parece que cierta visión mecanicista del cuerpo ha podido ser rescatada y rehabilitada por la ciencia moderna, específicamente por la sección de la neurociencia que se ocupa de estudiar la

actividad eléctrica producida en el sistema nervioso, esto es, la electrofisiología, cuyo enfoque se centra en la generación de impulsos eléctricos en las células nerviosas y en la comunicación entre estas y otros sistemas corporales (Blanco, 2014). Tal visión mecanicista explicaba la existencia de movimientos involuntarios, cosa que actualmente es fundamental para la neurociencia, y gracias a la cual era posible comprender el automatismo de los seres vivos, especialmente el de los animales, aun cuando no tuvieran alma.

Otra de las más notorias figuras de este siglo, médico, anatomista y fisiólogo inglés fue Thomas Willis, pues ostenta el mérito de inaugurar las investigaciones del córtex cerebral al estimar que ahí residían las más elementales operaciones psicológicas de lo humano. Entre sus hallazgos se encuentra la primera estructura y función del sistema nervioso central, incorporando el cerebro y la médula espinal. En su obra *Cerebri Anatome* fue pionero en describir lo que llamaría el círculo arterial del cerebro, que implicaba el funcionamiento de la circulación sanguínea en este y que hoy se considera uno de los mayores descubrimientos de lo que será la neurociencia moderna. Gazzaniga dice que

Willis perfiló el sistema vascular del cerebro inyectando tinta y azafrán en la arteria carótida de un perro. Fue el primero en comprender la función de la estructura vascular de la base del cerebro, que, en su honor, pasaría a llamarse “polígono de Willis” (Gazzaniga, 2019, p. 48).

Sea como fuere, Willis puso en el centro del debate y la investigación de la *psyque* al córtex cerebral, lo cual no solo supuso un avance, sino que configuraría la *ratio conosciendi* del salto cualitativo que se dará en el siglo XIX.

2.3. DEL SIGLO XVIII A LA NEUROCIENCIA DEL XIX

Soplaban vientos de cambio por la Europa de mediados del XVIII. En Italia, el mercado de las telas y el cuero había crecido de modo tal que las ciudades se expandían más allá de los límites jamás imaginados por los hombres de aquellos tiempos. En el devenir de las frías noches de lo que más tarde se erigirá en grandes urbes, la burguesía empezaba a sentir en sus carnes el poder que a partir de entonces ostentaría y que llega, si validamos una interpretación marxista de la historia, hasta el instante en que escribo estos párrafos. En 1762 la ciudad de Bolonia formaba parte de los Estados Pontificios, marcaje territorial

gobernado por el Papa y que alcanzaba parte importante de la Italia central. Así, el papado constituía toda autoridad espiritual, pero sobre todo política de todas aquellas regiones (Romero et al 2006). Sin embargo, el caudal del río Sena se tiñó de rojo en el caluroso verano del 89, alterando por completo el equilibrio del que gozaba toda Europa. En Bolonia, las fuerzas napoleónicas, con paso firme, derrotaron a las tropas papales, quedando la ciudad, al igual que muchas otras de la zona, en manos de lo que se llamaría la República Cispadana, un estado satélite francés. Fue en este gozne en el que transcurrió la vida de nuestro siguiente fisiólogo, profesor de la Universidad de Bolonia y autor de importantes investigaciones en el campo de la electricidad y fisiología animal. Es conocido por los estudios con ranas sobre la contracción muscular y los impulsos eléctricos en los nervios y músculos. Estamos hablando de la insigne figura de Alosio Luigi Galvani. Entre sus experimentaciones, sobre todo con ranas, descubrió que los músculos de estas se contraían cuando eran expuestos a impulsos eléctricos exógenos:

En una tarde de principios de septiembre, Galvani colocó las ranas preparadas de la forma usual, agujereando la médula espinal de cada una de ellas con un gancho metálico y colgándolas en línea horizontal sobre la baranda. Si el gancho tocaba el enrejado metálico, se producían contracciones espontáneas en las ranas con mucha frecuencia. Si se utilizaba un dedo para empujar el gancho contra la superficie del hierro, los músculos inactivos se excitaban tantas veces como se daba el impulso. (Stevens, 1974, p. 38)

De esta manera, desarrolló la teoría de la excitabilidad muscular (Blanco, 2014). Este autor ocupa un lugar decisivo en la historia de la neurociencia en la medida en que puso final a la teoría tradicional que buscaba explicar las respuestas nerviosas y motoras en virtud de una especie de substancia que circulaba por el cuerpo, y que emanaba del corazón y del cerebro. Lo que se conocía como *espíritus animales*, teoría que, por otra parte, fue iniciada por Descartes como apuntábamos, si recordamos, párrafos arriba. A partir de aquel momento, la respuesta tanto nerviosa como motora fue entendida de una manera completamente distinta. Esta fue su hazaña.

Adentrándonos ya en el siglo de la consolidación del estado-nación, del *Fausto* de Goethe, de *La Comedia Humana* de Balzac o de *El sí de las niñas* de Fernández de Moratín, esto es, el XIX, el desarrollo de las indagaciones del córtex cerebral que empezaron un siglo antes brotaba con la fuerza de una primavera. La subestimación del córtex acontecida en

el XVII y XVIII empezó a cambiar gracias a las tesis defendidas por Joseph Gall, anatomista austriaco, que, si bien hoy no tienen ninguna valía científica, *in illo tempore* gozaron de un gran respeto por parte de los académicos. Estamos hablando del surgimiento de la frenología, que localizaba las facultades humanas, así como los rasgos de la personalidad, en función de la prominencia y volumen de las regiones corticales. Aun cuando estas ideas fueran ciertamente disparatadas, emplazó en el centro del tablero a esta región cerebral. Así, recogiendo este legado, se fue dando una transición no exenta de discusiones para arribar al estudio sistemático de estas regiones corticales. Uno de sus mayores exponentes, que abrió las puertas de la neurociencia moderna, no fue otro sino el neurólogo francés Paul Broca. Al principio del trabajo explicábamos cómo fue capaz de ver que la capacidad de sintaxis humana se encontraba en el hemisferio izquierdo, en la región frontal concretamente:

sus hallazgos fueron de vital importancia en la polémica de la localización de las funciones en el cerebro. Señaló que solo el hemisferio izquierdo se alteraba cuando se perdía el lenguaje, y desarrolló numerosos instrumentos de medición e índices humanos de antropometría craneal. (Echevarría, 2022, p.19)

Además de descubrir una de las áreas elementales del habla, las investigaciones de nuestro médico sirvieron de inspiración para proponer la idea de una transferencia de tareas de un hemisferio cerebral al otro. (Blanco, 2014)

Algunos años después del trabajo de Broca, el alemán Carl Wernicke (1848-1905) desentrañó un trastorno neuronal distinto, localizado en el área parietal izquierda, también perteneciente al córtex cerebral. No obstante, aquellos que padecían este mal eran capaces de formular oraciones sintácticamente brillantes, empero carentes completamente de sentido. El neurólogo de origen indio, V. Ramachandran, con interesantísimas contribuciones sobre la sinestesia (condición neurológica en que los sentidos se mezclan y se experimentan en conjunto), escribía lo siguiente: “A la inversa, la afasia de Wernicke es de algún modo la imagen especular de la afasia de Broca: el paciente puede generar con fluidez frases complicadas, pero todo es absolutamente incoherente” (Ramachandran, 2014, p. 230).

Así mismo, Fritsch y Hitzig, reputados neurólogos alemanes, hacían progresar suavemente a nuestra disciplina, pues en 1870 publicaron una serie de estudios en los que

aseveraban que tanto la corteza motora primaria, así como la corteza premotora, sendas partes relativas al córtex cerebral, estaban directamente implicadas en el control del movimiento muscular (Ponce et al, 2022). Para ello, administraron a perros corrientes galvánicas, con breves pulsos de corriente directa, observando la activación de alguno de los músculos de los canes, lo cual les permitió esbozar y diseñar los primeros mapas corticales de movimiento. Este descubrimiento fue totalmente revolucionario para la época, pues conllevó la identificación de una región específica del cerebro para una actividad concreta, llevando a una comprensión más exacta de la organización espacial de la corteza cerebral.

2.4. DEL SIGLO XX HASTA NUESTRO TIEMPO

A pesar de que el siglo XX fuera el tiempo del horror y la aniquilación humana, T. Adorno habló de la imposibilidad de hacer poesía luego de Auschwitz, nuestra joven disciplina, por el contrario, empezaba a ebullición con fuerza. Las investigaciones del córtex habían dado preciados frutos y poco a poco se progresaba hacia lo que posteriormente se llamará la modularidad de la mente-cerebro (Gazzaniga, 2019). Esto es, a la demostración de que el cerebro está organizado por áreas que incorporan una funcionalidad concreta. De esta manera, el siglo XX se abrió con la siguiente pregunta: ¿cómo podemos entender los mecanismos biológicos que subyacen a la actividad mental? (Blanco, 2014). Para armar una respuesta se dieron dos estrategias: de un lado, la reduccionista o también conocida como de “abajo a arriba”, que trata de elucidar los procesos del sistema nervioso a partir de sus componentes elementales, como por ejemplo la molécula. De otro lado, la estrategia holística, de “arriba a abajo”, cuyo horizonte giraba en torno a una comprensión de las funciones mentales, probando a relacionarlas con características superiores de grandes sistemas neuronales.

Si tuviéramos que citar a un precursor de cada estrategia, habríamos de nombrar a Ramón y Cajal del lado de la primera, y a Freud del lado de la segunda. Cabe decir, antes de continuar, que estas dos formas de estudio ni mucho menos estaban enfrentadas, al contrario, podrían entenderse como fenómenos complementarios. De hecho, a partir de los años sesenta se fue produciendo una síntesis de ambas cuya confluencia desembocó en la neurociencia de nuestros días. De la parte reduccionista, Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) cosechó avances importantísimos, extendiendo la teoría celular al ámbito del sistema nervioso. Es considerado uno de los padres de nuestra querida disciplina, pues

avanzó hacia una comprensión de la plasticidad neuronal elaborando hipótesis que explicaban cómo se transmite la información en el seno de las células nerviosas individuales, erigiendo la teoría hoy elemental de la transmisión química de las neuronas en un proceso conocido como sinapsis. Nuestro autor decodificó la manera en que las neuronas se comunican a través de neurotransmisores. A su vez, podríamos definir neurotransmisor como una molécula química que hace las veces de mensajero entre las neuronas en el cerebro y en el sistema nervioso. Dicho de una manera sencilla: “su teoría sostiene que cada célula es una entidad separada con proyecciones que alcanzan y tocan a otras células en la sinapsis” (Stevens, 1974, p. 210). De este modo, cuando una neurona se activa libera estos neurotransmisores que se unen a los receptores de otras neuronas y transmiten señales eléctricas de una a otra. Ramón y Cajal sintetizó todos sus hallazgos en lo que se conoce como la teoría neuronal. En palabras del profesor Blanco: “Su mérito reside en haber encontrado la individualidad de las neuronas, al desentrañar, de manera detallada, la estructura y el papel del cuerpo neuronal, del axón y las dendritas” (Blanco, 2014, p. 94).

Otro de los grandes fisiólogos que contribuyeron de manera decisiva al avance de la neurociencia fue el británico Charles Sherrington (1857-1952), que publicó el fruto de sus indagaciones en *The Integrative Action of the Nervous System* de 1906. En él se exponían las fundamentales particularidades del sistema nervioso. Una de las características principales es la “integración”, pues el propio sistema integra y discrimina la información disponible en función de sus necesidades para poder determinar una respuesta ajustada. Sherrington se dio cuenta de que no toda sinapsis tenía un carácter excitador, ya que la mayoría de ellas, de hecho, presentaba una disposición inhibitoria. Este autor entendió perfectamente que la inhibición también era un proceso activo del sistema nervioso. Años más tarde, su discípulo, John Eccles (1903-1997), se puso a la vanguardia de la neurociencia estudiando la relación entre la corteza cerebral y los músculos a partir de la sinapsis en la transmisión de señales motoras. Además, avanzó en el campo de la plasticidad neuronal observando la capacidad del cerebro para modular su estructura, así como su función en respuesta a estímulos exógenos, permitiéndole profundizar en la comprensión de esta plasticidad y la importancia del aprendizaje y la memoria. Por todos estos trabajos, en 1963, Eccles ganó el premio Nobel de medicina.

Del lado holístico, Freud fue de gran importancia, en la medida en que el psicoanálisis supuso un intento de segmentación del entendimiento humano en virtud de tres parcelas bien delimitadas, a saber, el superego, el ego y el id. Cada uno de los conceptos, así como la relación entre ellos buscaba entender de manera completa la *psique*. En suma, nuestro autor puso encima del tablero uno de los conceptos elementales para el desarrollo de nuestra disciplina, estamos hablando del inconsciente. Hoy, aun cuando las tesis de Freud quedaron desfasadas desde el punto de vista de la psicología cognitiva, sabemos que alrededor del 80% del procesamiento cognitivo se produce de manera inconsciente (Eagleman, 2014).

Otro de los neurocientíficos que podríamos encuadrar dentro de la estrategia holista sería Francis O. Schmitt (1903-1995). Su grupo de investigación, engrosado por físicos, biólogos, médicos y psicólogos, buscaba atinar el comportamiento humano en el complejo bosque que comprende la base cerebral. Su grupo fue uno de los primeros en usar técnicas de microscopía electrónica ayudando a arrojar luz sobre la organización de las células nerviosas y la sinapsis. Además, descubrieron lo que se conoce como células de Purkinje, a saber, un tipo de células que encuentran cobijo en la corteza cerebelosa, ubicada en el cerebelo, una estructura que está en la parte posterior del encéfalo. Estas células son decisivas para la capacidad humana del movimiento. Finalmente, en virtud de la investigación del hipocampo pudieron obtener información de cómo funcionaba la memoria a largo plazo.

Todos estos trabajos, una vez que las estrategias encontraron una línea de confluencia, conformaron los pilares de la gran edificación que supone la neurociencia de nuestros días. Así mismo, configuraron las condiciones de posibilidad para el despliegue de muchas de las investigaciones que nos han llevado a tener una comprensión mucho más profunda del cerebro. En este sentido, no podemos obviar los trabajos de Rizzolatti y el descubrimiento de las neuronas espejo, lo que se conoció con el nombre de las neuronas de la empatía humana (Iacoboni, 2009); la investigación de Sperry en lo relativo al cuerpo calloso y cómo desempeña un papel protagonista en la comunicación entre hemisferios; de E. Kandel con el fantástico análisis de la memoria humana y el aprendizaje a partir del caracol marino *Aplysia* (descubrió que la memoria a corto plazo en *Aplysia* involucra cambios en la fuerza de la conexión entre dos neuronas específicas, conocidas como neurona sensorial y neurona motora); del trabajo de A. Damasio sobre la emoción y la

cognición en sus fantásticas obras de *El error de Descartes*, también *El cerebro creó al hombre*. Del mismo modo resultan insoslayables las demostraciones de M. Gazzaniga sobre las funciones específicas de los dos hemisferios y otros tantos que, por cuestiones de espacio, quedan injustamente fuera de este desarrollo histórico que llega a su fin.

El objetivo de este capítulo, en forma de una breve historia de la neurociencia, no ha sido otro que el de fijar un sólido estado de la cuestión que nos permita ir de lo más general, a saber, la pertenencia insoslayable de la neurociencia como base y centro de estudio, hacia lo más particular, esto es, qué sabe la neurociencia de la memoria y cómo, a través del concepto de neuroeducación hemos de insistir en un tipo de memoria muy concreto -que veremos en capítulos posteriores- para un desarrollo significativo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Así pues, en el siguiente punto nos detendremos en el apasionante concepto de neuroeducación y sus propuestas.

3. NEUROEDUCACIÓN

La idea de que la mente es un mecanismo natural deriva de pensar en la naturaleza misma como una suerte de mecanismo. Así, comprender este modo de concebir la mente requiere esta manera de contemplar la naturaleza.

Tim Crane, 1995

La irrupción de la máquina de Turing generó un fuerte terremoto conceptual que abarcó e inundó gran parte de la geografía intelectual de los años cuarenta. La computación se desplegaba dando lugar a los primeros pasos de lo que desembocará en las sociedades contemporáneas de la información que hoy conocemos. Bajo esta influencia, en los años cincuenta hasta los ochenta más o menos, las tesis de las filosofías que intentaban dar respuesta al problema de lo mental, así como las corrientes neurocientíficas, habían sido completamente embriagadas por la poderosa idea de que el cerebro humano alcanzaba a ser descrito en términos análogos al de un ordenador. La apariencia de que la mente operaba con un conjunto de *inputs* que eran registrados, por una suerte de algoritmos internos, para generar una respuesta a través de *outputs* formó parte del centro del debate durante unas décadas. Sin ir más lejos, John Von Neumann (1903-1957), matemático y

científico decisivo en el progreso de la teoría de juegos, firme defensor de estas hipótesis decía:

Los impulsos nerviosos pueden claramente ser considerados como un marcador binario en el sentido analizado previamente: la ausencia de un impulso representa entonces un valor (por ejemplo, el dígito binario 0), y su presencia el otro (digamos, por ejemplo, el dígito binario 1). Desde luego, esto debe ser interpretado como un acontecimiento en un axón específico [...] Esta es claramente la descripción del funcionamiento de un órgano en una máquina digital. (Neumann, 2022, p. 80)

Desafortunadamente, el crecimiento de las investigaciones posteriores en este campo, tras probar que el cerebro no funcionaba de manera lineal y secuencial y que además no procesa la información de manera algorítmica (Gazzaniga, 2019), fue apagando poco a poco este foco de reflexión hasta extinguirlo por completo. A pesar de este fracaso, la neurociencia ha seguido su desarrollo hasta poder completar un mapa, unas coordenadas de cómo opera nuestro ensamblaje cognitivo, el aparato humano. Desde el propósito que aquí nos ocupa, si queremos hablar de neuroeducación, parece necesario hacer una breve parada en lo que podríamos llamar la configuración de una arquitectura del cerebro que nos permita ver las partes que conforman esta edificación. De este modo, una vez desentrañados tales mecanismos, podremos hablar con mayor claridad y rigurosidad de aquellos aspectos que comportan el aprendizaje, así como señalar la extensión concreta en el que tienen lugar.

3.1. ARQUITECTURA BÁSICA DEL CEREBRO

Para entender cómo funciona el cerebro en una visión panorámica muy amplia, cabría acercarse al modelo que propuso el profesor del Instituto Nacional de Salud Mental de EE. UU, en 1967. Me estoy refiriendo al planteamiento tripartito de Paul MacLean (Santana, 2018) que, si bien hoy ha sido criticado por un exceso de simplificación, además de contemplar que estas partes funcionan de manera estática, lo cual sabemos que es errado, sigue siendo un modelo válido desde un punto de vista esquemático. (Kaku, 2017). MacLean cayó en la cuenta de que hay una parte del cerebro que compartimos con la mayoría de los animales, emplazada en la zona posterior y central y que da cobijo al tronco encefálico, al cerebelo y a los ganglios basales. Así, el tronco encefálico destaca

por el control de las funciones vitales del cuerpo como la respiración, el latido del corazón o la presión arterial (entre otras muchas); el cerebelo se hace necesario para los movimientos coordinados finos; y los ganglios basales “desempeñan un papel en el control y la coordinación de los patrones de movimiento [...] además de sostener parte del aprendizaje asociativo, también denominado aprendizaje estímulo-respuesta” (Kolb y Whishaw, 2015, p. 73). A esta parte del paisaje cerebral la denominó “cerebro reptiliano”.

Empero, a lo largo del vaivén de los tiempos se fueron dando una serie de modificaciones de gran relevancia que nos permitió evolucionar, configurando un espacio distinto conocido como “cerebro mamífero”, también llamado cerebro emocional o sistema límbico. Esta parte de nuestra geografía merece especial atención, pues, como veremos, gran parte del proceso de enseñanza-aprendizaje discurre por estos valles¹. En ella encontramos el hipocampo, cuya función no es otra que la de abrir las compuertas del gran estante que comprende la memoria; la amígdala, donde acontecen las emociones, especialmente la del miedo; el tálamo, encargado de recoger “las señales sensoriales del tronco encefálico y reenviarlas a las distintas cortezas. Su nombre significa 'cámara interna'” (Kaku, 2017, p. 43); y el hipotálamo, cuyo rol gira en torno a la regulación de la temperatura corporal, la sed, el hambre, el sexo, el placer, así como el control sobre el ritmo circadiano.

Finalmente, la última parte de este cerebro tripartito sería la conocida como corteza cerebral o *neocórtex*, pues es la capa más externa del cerebro que, prácticamente, lo envuelve todo como si de un gran manto plegado y surcado se tratase. En esta vasta extensión residen la mayoría de las funciones más elevadas, y está especialmente desarrollada en los humanos. De hecho, gracias a su evolución, que fue más bien tardía, de ahí “nueva” corteza, podemos hablar de funciones propiamente humanas. Las hipótesis más plausibles sobre el gran desarrollo de esta área parecen tener que ver con la cocción de alimentos, especialmente la carne. El famoso primatólogo R. Wrangham apuntaba justamente en esta dirección cuando se preguntaba:

¿Y cómo se obtiene esta energía necesaria para el funcionamiento del cerebro?
Pues dado que todos los animales somos heterótrofos, no podemos aprovechar la energía solar como hacen las plantas; por tanto, toda la energía tiene que venir del

¹ Valles en la medida en que el hipocampo, si se le agrega un poco de imaginación, en su parte central, podría representarse como tal.

alimento [...] ¿En qué se diferencia la alimentación humana de la alimentación de otros animales? (Wrangham, 2019, p. 23)

Su desarrollo implicó, a su vez, “la aparición de grandes lóbulos, circunvalaciones y surcos” (Smith, 1982, p. 284). De este modo, la corteza se divide en dos hemisferios cerebrales subdivididos en cuatro lóbulos, a saber, occipital, temporal, parietal y frontal. Situados en la parte posterior del cráneo, los lóbulos occipitales engrosan el polo posterior de los hemisferios cerebrales. El papel principal que parecen cumplir tiene que ver con el procesamiento visual. Tanto es así, que involucra hasta treinta regiones de procesamiento especializadas en una tarea precisa de la visión (Ramachandran, 2014). De otra forma, los lóbulos temporales, los cuales son diez según la identificación del neurólogo alemán K. Brodmann, albergan el sistema límbico y están especializados en el reconocimiento de rostros, así como objetos vinculados a emociones concretas. Ello implica una estrecha cooperación con la amígdala. Además, es justamente en esta región donde encuentra emplazamiento la conocida (lo vimos en el capítulo anterior) área de Wernicke (Kolb y Whishaw, 2015).

En lo que a los lóbulos parietales se refiere, cabría decir que se involucran en el manejo de la información somato-sensitiva visual, sobre todo en lo que atañe al control del movimiento. Esto, en palabras de Ramachandran, “da al individuo un conocimiento suficiente 'multimedia' de su yo corpóreo y del mundo que le rodea” (Ramachandran, 2014, p. 53). El lóbulo parietal derecho, por ejemplo, está enredado en la implementación mental de la disposición del mundo exterior, entornos y ubicaciones. Dicho por A. Damasio: “la información que se halla contenida en los mapas puede utilizarse de manera no-consciente para guiar la conducta motora de forma eficaz, una consecuencia de lo más deseable ya que la supervivencia depende de que se tome la acción acertada” (Damasio, 2014, p. 109). El lóbulo parietal izquierdo, en cambio, está estrechamente vinculado a funciones exclusivamente humanas como la abstracción, la aritmética y ciertos aspectos del lenguaje. Finalmente, arribamos a los lóbulos que regulan, nada más y nada menos, que los múltiples senderos de la conducta humana. Estamos hablando de los lóbulos frontales, que se dividen, a su vez, en la corteza motora, la corteza premotora, la corteza prefrontal y la corteza cingular anterior. Huelga decir que no ocuparemos demasiado espacio en sumergirnos en la profundidad que conlleva el detalle de cada una de estas secciones, si bien diremos algunas palabras al vuelo. La corteza motora, muy simplificada, podríamos aducir que toma el rol director de las órdenes motoras

simples, como los de la boca y las extremidades. En la corteza premotora, esencial para la planificación y la ejecución de movimientos complejos de las extremidades y ojos, se erige el área de Broca (relacionado con la sintaxis humana, como ya hemos detallado). En el caso de la corteza prefrontal, hemos de invertir mayor tiempo, pues está comprometida con el desarrollo de reglas que guían nuestros pensamientos y cursos de acción, así como en la formación del nutrido sustrato de la memoria temporal y la memoria a corto plazo, también llamada memoria de trabajo, completamente decisivas, nucleares, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como veremos próximamente. No solo esto, también se estima, lo cual es interesantísimo, que esta parcela prefrontal tiene que ver con el despliegue de nuestra sociabilidad en lo que se conoce como las señales contextuales (Kolb, Whishaw, 2015). En este sentido, el antropólogo R. Dunbar llegó a relacionar el desarrollo de la corteza prefrontal con nuestras capacidades para configurar un grupo social de pertenencia. Es decir, hay una imbricación completa de esta área con nuestras posibilidades para incorporar a individuos a nuestro entorno social, de tal modo que no podemos integrar a más de ciento cincuenta o doscientos individuos, en lo que posteriormente se conocería como el número de Dunbar (Gazzaniga, 2010). Por último, la corteza cingular anterior, que inicialmente fue concebida como una suerte de corteza límbica primitiva, actualmente se sabe que interviene en las conexiones bidireccionales con la corteza motora, premotora y prefrontal, y está vinculada con la regulación emocional, la atención y la toma de decisiones.

Vamos a elaborar a continuación lo que podríamos llamar un esbozo o esquema más general del cerebro que nos facilite pasar de un análisis más concreto a uno más simplificado, empero no por ello carente de relevancia. Recapitulando, podríamos decir que el cerebro está compuesto por dos hemisferios conectados por el cuerpo caloso. A su vez, los hemisferios están recubiertos por una corteza cerebral organizada en lóbulos. El hipocampo opera oculto en el lóbulo temporal, y en los adentros, por debajo de la corteza, se alzan los ganglios basales, la amígdala, el tálamo y el hipotálamo, así como el tronco encefálico unido a la médula espinal, que se halla detrás del cerebelo. Tendremos ocasión de ver una imagen para visualizar tal organización. Así pues, nos faltaría por detallar cuáles son las operaciones que se llevan a cabo en los hemisferios de una manera más genérica. De un lado, el hemisferio izquierdo se encarga del control de la parte derecha de todo nuestro cuerpo y está vinculado con la producción y comprensión del lenguaje, la lógica y un pensamiento analítico. Es lo que el neurólogo Gazzaniga llamó el

intérprete en la medida en que es el encargado de dar sentido a la información que percibimos (Gaazzaniga, 2015), y que el neurólogo Damasio definió como “el yo autobiográfico” por la misma razón (Damasio, 2014). Además, cumple un rol importante en el procesamiento matemático y es elemental para la memoria semántica. De otro lado, el hemisferio derecho se encarga de la dirección de la parte izquierda del cuerpo y está vinculado a una visión, cabría alegar, más panorámica del mundo. Este hemisferio percibe, pero no interpreta; está relacionado con la comprensión del espacio y la profundidad, con el reconocimiento de patrones visuales y auditivos, así como con las destrezas que implican la creatividad y la imaginación, además de llevar parte del control de la gestión emocional. Por último, el cuerpo calloso sería una suerte de gran autopista que conecta la información entre los hemisferios y permite una experiencia unitaria. Cabe añadir, a modo de conclusión, que el cerebro humano es extraordinariamente plástico y que la interconexión entre las partes es completa. El célebre neurólogo granadino F. Mora, en su evocadora obra *El reloj de la sabiduría* decía a propósito de la plasticidad: “El cerebro cambia a lo largo de toda la vida del individuo. Cambia en la física y en la química, cambia en su morfología y consecuentemente a ello cambia en su función” (Mora, 2001, p. 65). Sin embargo, el cerebro entraña mucha más complejidad de lo aquí desplegado, resulta una suerte de ecosistema con muchísimas capas de profundidad. En palabras de Damasio:

El cerebro es un sistema de sistemas. Cada sistema está formado por una intrincada interconexión de regiones corticales pequeñas, aunque macroscópicas y núcleos subcorticales, que están formados por circuitos locales microscópicos, constituidos por neuronas conectadas todas ellas por medio de sinapsis. (Damasio, 2014, p. 467)

Veamos algunas imágenes realizadas por resonancia magnética (y coloreadas) de algunas partes del cerebro:

Imagen I²

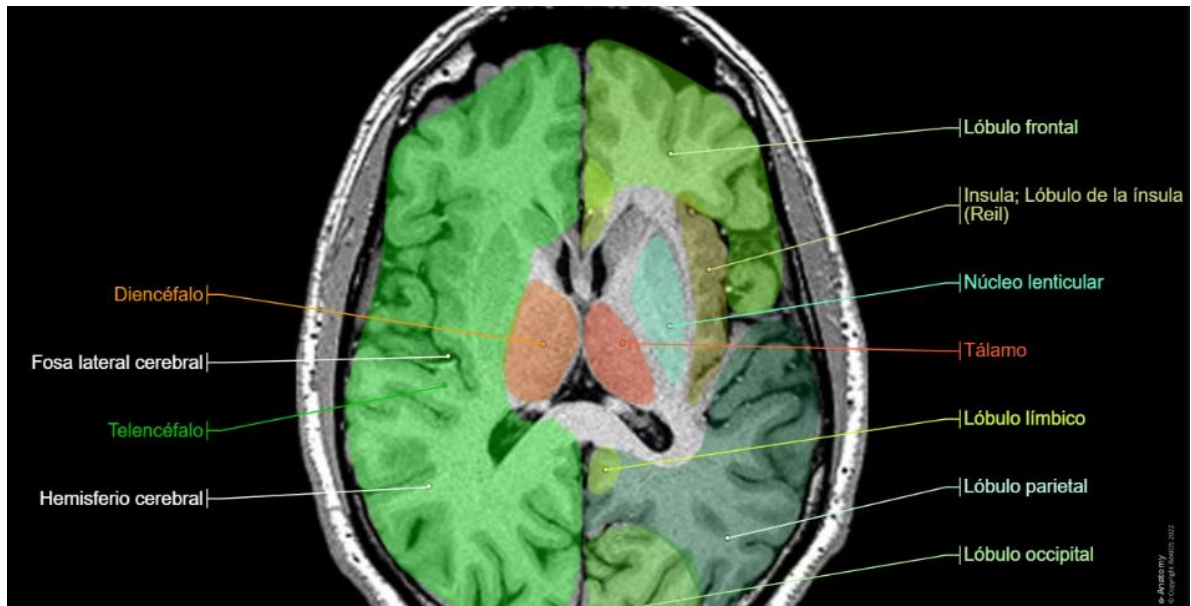
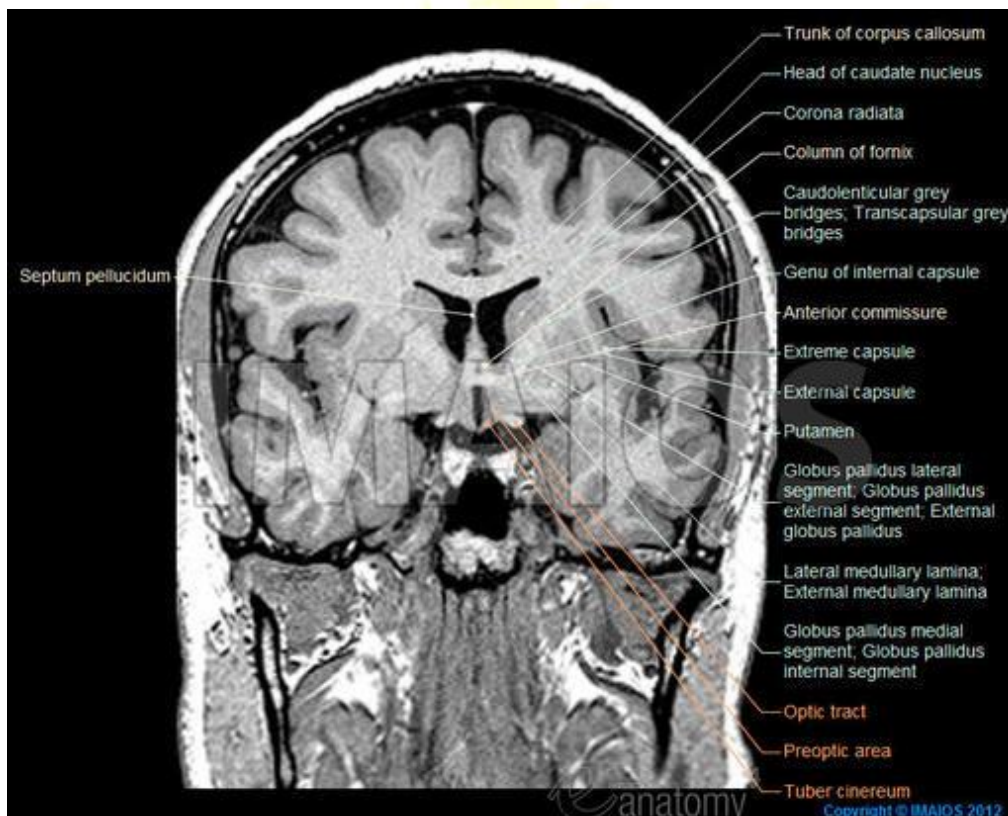
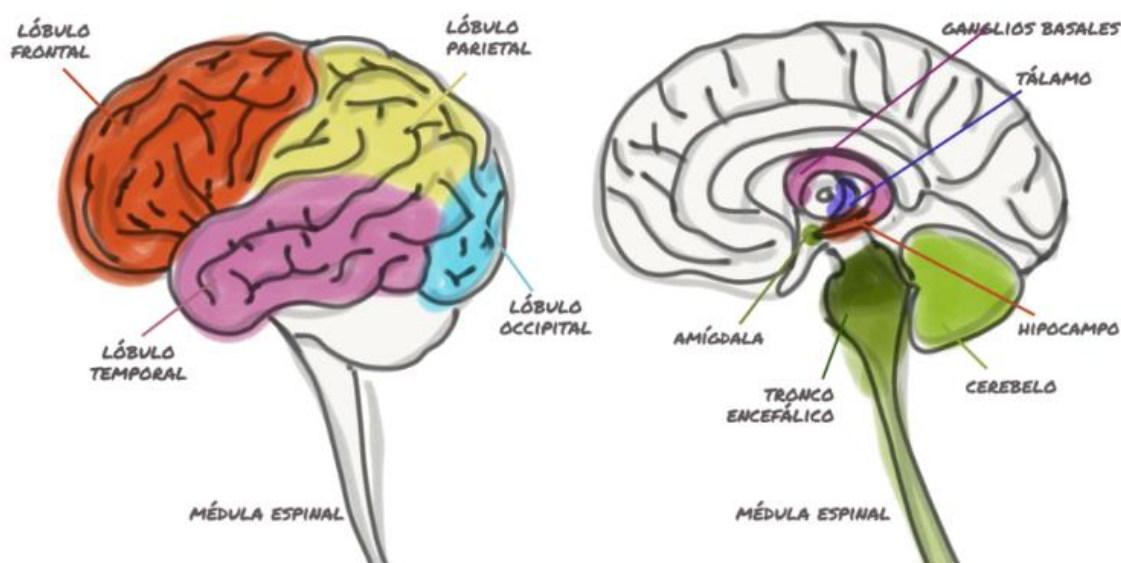


Imagen I³



² Imagen sacada del siguiente documento: <https://www.imaios.com/es/e-anatomy/cerebro/irm-del-cerebro>

³ Imagen extraída del siguiente documento: <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/69358/2/69358.pdf>

Plano esquemático⁴

Una vez construida una imagen panorámica de cómo se imbrican los múltiples entresijos de nuestro sistema general de operaciones, de cuáles son sus localidades, así como algunas de sus tareas, ha llegado el momento de centrar nuestros esfuerzos en hacer una incursión a través de los amplios puentes que conectan el apasionante mundo de la neurociencia con los no menos estimulantes entornos de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Nuestro recorrido se iniciaba explicitando que la búsqueda por desarticular los misterios de la mente partía de aquel lejano principio de las noches, para, poco a poco, ir hallando un fuerte marco teórico-estado de la cuestión de lo que se sintetizaba en la joven disciplina de la neurociencia. Acabamos de cerrar unos conocimientos mínimos del cerebro que forman las condiciones de posibilidad para la próxima parada, a saber, una fuerte apuesta neuroeducativa. Veámoslo.

3.2. FUNDAMENTOS NEUROEDUCATIVOS

Podríamos entender por neuroeducación la aplicación de las evidencias empíricas, arrojadas por la ciencia que estudia el cerebro en estrecha cooperación con la psicología cognitiva, vehiculadas hacia las inquietudes por el desarrollo de un sofisticado proceso de enseñanza-aprendizaje. Es decir, comprender cómo funciona el cerebro para refinar

⁴ Imagen extraída del siguiente enlace: <https://espaciosinaptico.com/neuro-psicologia/cerebro/>

nuestra manera de educar y aprender. Es una disciplina que lleva con nosotros muy pocos años de vida, luego cabe esperar un impulso y progreso relevante en las próximas décadas. Uno de los precursores de esta apuesta, que nos va a ir señalando el camino a lo largo y ancho de las páginas que siguen, será el neurólogo, previamente presentado, Francisco Mora, quien dijo a propósito de esto: “La neuroeducación puede ayudar en el proceso de potenciar la creatividad o el aprendizaje de ciertas disciplinas específicas, por ejemplo, las matemáticas, a partir de conocer que hay dos vías cerebrales diferentes por las que se alcanzan esos procesos”. (Mora, 2017, p. 30). Además, otro de los aspectos más relevantes del papel que puede desempeñar este campo tiene que ver con el hacer docente. “Lo más importante para un educador es entender a las neurociencias como una forma de conocer de manera amplia el cerebro, cómo es, cómo aprende, cómo procesa, registra, conserva y evoca una información” (Aguilar-Chuquipoma, 2020, p. 561). Así mismo, la neuroeducación está íntimamente imbricada en el entorno del individuo, de su familia y de la cultura, en la medida en que, como veremos, constituyen la *ratio conoscendi* del propio desarrollo cognitivo. Sumado a todo ello, este amplio horizonte también nos permite afinar, de una manera mucho más precisa, las adaptaciones necesarias que se han de realizar en virtud de la diversidad que acontece en el aula “para desarrollar métodos que puedan tener mayor eficacia para guiar las propuestas de nuevos currículos” (Márquez, 2019, p. 2). Por tanto, la neuroeducación abarca muchos factores, no solo para potenciar las capacidades, sino para, además, detectar posibles déficits. Debe configurar un gozne que posibilite un “modelo metodológico que garantice la atención individual dentro del aula inclusiva” (Caballero, 2021, p. 119). Los autores del artículo “Neuroeducación en los ambientes escolares. Un despertar desde el binomio: emoción-aprendizaje”, publicado en la *Revista Científica Latina Multidisciplinar*, recogen todo lo dicho hasta ahora de este modo:

Es necesario atender el auge de la complejidad, no como una resemantización del discurso educativo, sino como un *ethos* donde la *praxis* pedagógica se ve modificada en un contexto socioconstructivo, atendiendo al escolar, en su noción integral e integrada, sin necesidad de parcelar su conjunto en partes diseccionadas; todo lo contrario, es preciso incursionar en la neuroeducación a fin de entender al sujeto como sistema condicionado por su composición neural. (Cueva et al, 2023, p. 322)

Desde este punto de partida, debemos abrirnos camino entre aquellos elementos que participan en el aprendizaje, entre los cuales destaca la curiosidad que conduce a la atención, que a su vez implica a la memoria, sin dejar de lado el componente de lo emocional o afectivo (Mora, 2017). Por tanto, iremos deteniéndonos en cada uno de estos puntos con el fin de esclarecer qué rol central juegan, prestando especial interés, como ya hemos dicho, a la memoria. El filósofo español García-Albea, experto en teoría de la acción, nos recuerda:

los primeros intentos por abordar el estudio experimental del aprendizaje se inscribieron dentro del estudio de la memoria. Esto viene a indicar que el aprendizaje ya se entendía, desde el principio, como una actividad mental ligada a la retención y recuperación de conocimientos (García-Albea, 1993, p. 138).

Hay una gran base de estudios que evidencian, en el momento en que escribo estos párrafos, el papel totalmente protagonista que supone la memoria para el proceso formativo, concretamente en el desarrollo de las competencias clave que recoge la legislación vigente -la LOMLOE- así como para el concepto, tan desgastado y manoseado en nuestros días, del pensamiento crítico (Willingham, 2023). Por esta razón, resulta muy llamativo como una parte de las pedagogías modernas *new age* rehúyen completamente de la memorización contraponiendo competencias a contenidos-memoria. Estoy pensando, por poner un ejemplo rápidamente, en el documento publicado en 2021 por el Gobierno de España, llamado “Conquistar la Vanguardia Educativa”, dentro de la Estrategia España 2050, donde argüían lo siguiente:

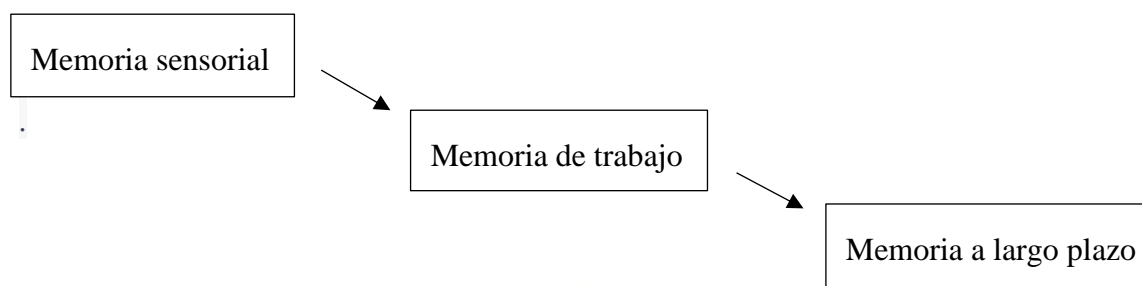
Nuestro sistema sigue priorizando (sobre todo en educación secundaria) la instrucción de “lo que los alumnos deben saber”, frente al desarrollo de “lo que los alumnos son capaces de hacer” con el conocimiento adquirido. Así, por ejemplo, muchos centros educativos siguen valorando más que sus estudiantes sean capaces de memorizar una lista de palabras en una lengua extranjera a que sean capaces de hablar en ese idioma [...] En lo que se refiere al alumnado, la evaluación sigue demasiado centrada en la memorización de contenidos y en la obtención de calificaciones, algo que deriva en una priorización del aprobado frente al aprendizaje. (Gob. De España. 2021, p. 102-105)

Entraremos al detalle de esta contraposición en el capítulo cinco. Sirvan estos párrafos como un prelude de las posiciones que se defenderán por parte de un amplio sector educativo. Sector que incluso ha alcanzado, como acabamos de observar, al mismo Gobierno de España. Retrocedamos, no obstante, un poco sobre nuestros pasos. Antes de arribar a la fundamentación de la memoria, tendremos que saber qué hay de la curiosidad, de la motivación, de la atención, así como del papel del entorno y de la emoción. Empero, previo a ello, pongámonle coto a la idea de aprendizaje, pues no es sino el pavimento a través del cual se deriva todo lo demás. Así, desde la neuro-psicología, “la capacidad de aprender requiere muchas capacidades cognitivas diferentes. Las capacidades cognitivas son habilidades mentales que se utilizan en el proceso de adquirir conocimiento” (Lluch et al 2020, p. 19). Por tanto, ¿cuáles son esas habilidades? ¿Qué pasos han de darse para decir que un individuo ha aprendido *n*?

3.2.1. Teoría neurocognitiva del aprendizaje

¿Qué pasos han de darse para decir que un individuo ha aprendido *n*? En primer lugar, se da recepción a una información en forma de palabras o imágenes que es recogida, a través de los ojos y oídos, y que se incorpora a la memoria sensorial (la capacidad que tiene nuestro cerebro para retener la información que proviene de los sentidos durante un breve periodo de tiempo). En segundo lugar, si el individuo está prestando la suficiente atención, la información pasa a lo que se conoce como memoria de trabajo, esto es, una suerte de espacio de almacenamiento temporal que nos permite operar con ella y cruzarla. La memoria de trabajo se encuentra en la corteza prefrontal y es fundamental a la hora de realizar tareas cognitivas complejas, principalmente la del pensamiento. De hecho, se podría decir que hablar de memoria de trabajo es hablar de la acción del pensamiento. Gracias a esta memoria, el aprendiente puede organizar mentalmente los sonidos y las imágenes, elaborando mapas o modelos mentales. En último lugar, esos mapas mentales que se han ido formando empiezan a agitarse y entremezclarse, como si de un sofisticado cóctel se tratase, con los recuerdos de los conocimientos previos evocados por la memoria a largo plazo. Es en este preciso instante cuando la nueva información, tras pasar por tales procedimientos cognitivos, es susceptible de penetrar y colocarse en algún lugar organizado del bello paisaje que supone la memoria a largo plazo (también llamada memoria semántica). Cuando esto sucede, el procedimiento ha resultado exitoso y decimos que hemos aprendido (Mayer, 2020).

Así pues, podríamos sintetizar este protocolo en tres procesos cognitivos, a saber, (1) la codificación dual (oídos y sonidos que entran en la memoria sensorial); (2) la capacidad limitada (los modelos confeccionados en la memoria de trabajo); y (3) el procesamiento activo: la mixtura de tales mapas con los conocimientos previos, y el almacenamiento en la memoria a largo plazo, establecida, sobre todo, en el hipocampo. Simplificándolo todo aún más: seleccionar, organizar e integrar.



Una vez explicadas las condiciones de posibilidad para el aprendizaje, continuemos, con la mirada fijada en la memoria, como horizonte, hacia nuestro siguiente enclave, estamos hablando de la curiosidad. No obstante, a fin de seguir delimitando o trazando bien el territorio en el que nos estamos moviendo, hemos de realizar una precisión más. Indudablemente, el cerebro no es el mismo a los pocos meses de su fecundación, que es cuando comienza a formarse, que, a los dos años, donde se da un espectacular florecimiento de lo que se conoce como árbol dentrítico⁵, que a los once años. Por poner un ejemplo, el sistema límbico termina su maduración entre los cuatro y siete años, y el hipocampo adquiere una estructura neuronal a los cuatro años análoga a la de un adulto. Gracias a la ingente cantidad de investigación de la que disponemos hoy, sabemos que para que el cerebro pueda desarrollarse, alcanzar su maduración completa luego de cruzar el umbral de la pubertad, resultan fundamentales las ventanas plásticas, esto es, el lapso de tiempo crítico de plasticidad neuronal que se abre con el objetivo de desarrollar áreas específicas para funciones concretas en relación con el entorno y que, de no ejecutarse, podrían ocasionar un individuo con una insuficiencia particular. (Kolb y Whishaw, 2015). Si, por citar un caso, un niño no habla con ningún humano antes de los siete años, generará serias dificultades para hacerlo, cuando no quedase directamente incapacitado de por vida. Es decir, que, aun cuando el cerebro es plástico, hemos de prestar atención a sus

⁵ Es decir, la estructura de ramificaciones que se expande a partir del cuerpo celular de una neurona y que recibe, gracias a la sinapsis, señales de otras neuronas.

etapas madurativas y aquello que de suyo conllevan. Esto manifiesta que, para atinar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es totalmente pertinente tener en cuenta la edad y el estado madurativo cognitivo que implica, pues, de otra forma, fallaremos completamente en nuestro *telos* formativo. De hecho, el desarrollo completo de nuestro ensamblaje cognitivo finaliza con el advenimiento de la corteza prefrontal, alrededor de los veinticinco años (Fuster, 2014).

3.2.2. Las habilidades sociales del aprendizaje: imitación, atención compartida y empatía

Hasta aquí, hemos ido hilvanando aquellas ideas sustanciales que van configurando, poco a poco, nuestro telar conceptual. Hemos visto qué se entiende por neuroeducación y sus implicaciones; hemos dejado escrito unas palabras acerca de qué significa aprender desde unas coordenadas neurocognitivas; y apuntado hacia la importancia de las fases madurativas del cerebro como requisito *sine qua non* para el aprendizaje. Ahora, cabría dirigir nuestra mirada hacia otras de estas ideas que intervienen en el proceso y que está estrechamente vinculada, se sigue de esta noción de maduración. Estamos hablando de lo que Mora denomina las tres habilidades sociales básicas de pronto aprendizaje, a saber, la capacidad mimética o imitativa, la atención compartida y el florecimiento de la empatía (Mora, 2017). En cuanto a la imitación se refiere, hemos de esgrimir que se trata de una capacidad que se origina desde, prácticamente, los primeros meses de vida, en virtud de la cual el niño prueba a repetir un amplio rango de conductas de los padres, y que nos acompaña a lo largo de todas nuestras etapas vitales. La imitación es una gran aliada que siempre conviene tener presente, pues nos aligera del tedioso proceso que, en ocasiones, conlleva el tiempo del ensayo y error; resulta un valioso atajo para nuestra formación. Sin embargo, debemos advertir que, en el caso del niño, la mimesis no es una copia exacta de lo que ve, sino más bien un fragmento concreto relacionado con la intención del adulto. Además, nunca se imita indiscriminadamente, al contrario, los niños deciden en todo momento a quién imitar. En el caso de la atención compartida, está probado que los chiquillos despliegan una forma de comunicación con sus padres a través de las miradas, esto es, a través de dirigir su atención en el mismo sentido en el que observa un adulto: “es este un mecanismo y un proceso que une adultos y niños pequeños y les hace compartir el mundo de la percepción de un mismo objeto o de personas [...] lo que facilita el aprendizaje y la comunicación social” (Mora, 2017, p. 52). Finalmente, llegamos a la capacidad de la empatía. Los niños, antes incluso de pronunciar palabra alguna, muestran

comportamientos emocionales ocasionados por ella. Suscitar emociones y sentimientos resulta, también, uno de los sustentos que permite la maduración del cerebro. De hecho, hoy conocemos que aquellos niños con carencias afectivas, arraigadas en la infancia, presentarán, muy probablemente, un bajo rendimiento académico a lo largo de su vida. Tal es su importancia. No quisiera terminar estas líneas sin añadir que estas tres habilidades encuentran su fundamento primero en lo que Ramachandran tildó como las neuronas que determinaron la civilización, esto es, las neuronas espejo: “acaso hayan desempeñado un papel capital en el hecho de que hayamos llegado a ser la única especie que verdaderamente vive y respira cultura” (Ramachandran, 2014, p. 175). Estas neuronas son las encargadas de detectar emociones en los rostros ajenos y de casi sentir en nuestra piel el dolor del otro.

3.2.3. La curiosidad

Ahora sí, detalladas las ideas que configuran las bases de la formación, vamos a detenernos en uno de los requisitos para la atención (recordemos que es uno de los pasos descritos por la teoría cognitiva del aprendizaje), estamos hablando de la absoluta relevancia que involucra la curiosidad. Imaginemos por un momento que estamos asistiendo a una clase magistral dura, en un aula ajada, de colores apagados por el desgaste del tiempo y un ambiente completamente denso, imbuido de filosofía alemana, pues el maestro está narrando con un tono implacable y una dicción monótona unas explicaciones oscuras sobre Hegel y su particular visión de la Revolución Francesa. A cuántos de los asistentes no les terminarían por pesar los párpados. Empero, qué pasaría si ese mismo profesor sacara a los alumnos del aula, los condujera hacia un inmenso campo verde a la luz de la tarde, y les narrara la misma temática mientras corta las coles que se encontrara a su paso. La cognición humana busca continuamente la novedad: “esto quiere decir que nuestro cerebro por naturaleza busca lo diferente, le llama la atención lo que se sale de lo común, de lo ya visto y de lo ya experimentado” (Márquez, 2019, p. 9). Luego, lo distinto despierta nuestra curiosidad, que podríamos definirla como el resultado de una activación del sistema de recompensa cerebral en forma de sensación placentera y motivación al percibir una información novedosa o interesante. Por tanto, parece que una de las formas en las que podemos despertar con fuerza la atención de nuestros aprendientes sea la búsqueda de la sorpresa (Caetano, 2020). Huelga decir que ello no implica sacrificar en este nombre el rigor de un aula en el anhelo de un estímulo continuo que, como señala el profesor e historiador A. Navarra (2019), conviertan la escuela en un centro de ocio, pues

no conviene pagar el defecto con exceso. Sin embargo, la neurociencia señala que romper con la rutina dispara en el niño unos mecanismos ancestrales, en virtud de los cuales aprender y memorizar no eran sino consecuencia de la activación fruto de la asociación entre el sistema emocional y la curiosidad, donde, al parecer, se conjuga la disposición del córtex prefrontal ventromedial, el córtex cingulado anterior, el sistema de recompensas y la amígdala. Es más, la adquisición de conocimiento, en virtud de este fenómeno, comparte sustento neural con aquellas conductas que nos conducen a la búsqueda de agua, alimento o sexo. Al mismo tiempo, la curiosidad tiene una perspectiva completamente evolutiva, toda vez que es el factor que empuja al individuo a la búsqueda de nuevas experiencias, novedosas texturas, olores y sabores. Y lo más importante, dispara por mucho nuestras capacidades atencionales, está vinculado a la atención sostenida. Es por estas razones que apunta Mora:

A un niño de dos o tres años se le deberían enseñar los diferentes tipos de hojas, flores, plantas, animales y todos los infinitos registros de formas y colores en el campo, en la naturaleza y menos en el aula con dibujos ni tampoco con películas. El niño necesita en la formación inicial saber y aprender qué es una flor cogiéndola con las manos, mirándola directamente, oliéndola, apreciando y distinguiendo el tacto de los pétalos. (Mora, 2017, p. 67)

Existen dos modos de entender la curiosidad: (1) la curiosidad perceptual diversificada, que poseemos junto al resto de mamíferos y que podríamos delimitar como esa suerte de impulso que nos lleva a salir del tedio; (2) la curiosidad epistémica-específica, en virtud de la cual nos movemos a la búsqueda de un conocimiento concreto que apague el ansia ocasionada por la incertidumbre. En el caso de los niños, en las primeras etapas escolares, los estudios manifiestan que, a tenor de estimular un buen desarrollo cognitivo, hemos de suscitar el segundo tipo de atención. Para ello, uno de los mecanismos ineludibles por los cuales despertarla, que se inicia desde una edad muy temprana y que hay que tener muy presente, es el juego, ya que “los seres humanos son lúdicos por naturaleza, hecho que sugiere que se aprende con mayor facilidad aquello que se hace con gozo y alegría” (Herrera y Barbosa, 2014). Además, nos permite explorar, descubrir, interactuar con el entorno, así como el surgimiento de una buena comunicación con nuestras emociones (Forés et al., 2015). Sin embargo, hemos de prestar atención a las consecuencias que de ello se puede extraer, pues, de las posibilidades del juego no se sigue que debamos,

necesariamente, transformar el aula en un espacio de recreo y activación estimular infinito, o que *gamifiquemos* todo el proceso formativo, en la medida en que ello, como veremos próximamente, puede desembocar en una confusión para nuestro sistema atencional, lo cual plantea un grave perjuicio en lo que al proceso de enseñanza-aprendizaje se refiere.

3.2.4. La emoción

Otro de los elementos que están totalmente imbricados con la curiosidad, no se puede entender el uno sin el otro, y que juega un papel protagonista en nuestras indagaciones, sería el rol que propone la emoción. Desde que hay educación en el mundo, las voces que apuntan a las emociones, sobre todo a la alegría, no han hecho sino alzarse con mucha fuerza para esgrimir que la educación, si tiene que llevar algún ingrediente, ha de incorporar este, pues, al parecer, hace emerger con gran impulso al fenómeno de la motivación. El neurólogo A. Damasio ha investigado durante muchos años qué implica la emoción, así como la diferencia entre emoción y el sentimiento en nuestro sistema cognitivo. A su juicio:

Las emociones son programas complejos de acciones, en amplia medida automáticos, confeccionados por la evolución. Las acciones se complementan con un programa cognitivo que incluye ciertas ideas y modos de cognición, pero el mundo de las emociones es en amplia medida un mundo de acciones que se llevan a cabo en nuestros cuerpos, desde las expresiones faciales y las posturas, hasta los cambios en las vísceras y el medio interno. (Damasio, 2014, p. 175)

Hoy sabemos que nuestro sistema límbico es enormemente seductor a la hora de tomar decisiones, esto es, el binomio emoción-cognición es insoslayable (Kahneman, 2016). También sabemos sobre su influencia a la hora de encender la curiosidad y la atención. Desde esta perspectiva, la emoción constituye una suerte de movimiento, una interacción con el mundo que se traduce en cambios en el cuerpo, también puede ser suscitada a través de la evocación de la memoria, e indica placer o displacer. Desde el lado neurocientífico, para lograr un disparo emocional se requiere de la confluencia de todo el aparataje límbico, a saber, el tronco encefálico, la corteza prefrontal orbitaria, el hipocampo e hipotálamo y la amígdala. Todas estas zonas dan espacio para la convergencia de multitud de circuitos neuronales que desembocan en esta maravillosa reacción (Mora, 2017).

Además, todo el conjunto de engranajes que confabulan para ello opera de manera inconsciente para el individuo. Otro de los aspectos relevantes, que tendremos ocasión de desarrollar más adelante, tiene que ver con la funcionalidad que cumple la emoción para el almacenaje de la memoria. Así mismo, también está relacionada con la regulación de nuestras relaciones sociales. Desde el lado educativo, resulta indudable el componente afectivo que configura todo aprendizaje. Si se me permite la analogía, lo afectivo es al aprendizaje lo que una suave prenda en una noche fría de verano: envuelve y da cobijo a lo aprendido. Las palabras están impregnadas de multitud de sabores, tienen textura, son agradables, ácidas, agresivas o seguras, redondas o picudas (Ganivet, 1897), ya que en función de cómo se usen suscitan una u otra emoción. El psicólogo y neurólogo alemán H. Werner (1890-1964) habló del efecto *Bouba* y *Kiki*. Veamos estas dos imágenes:



Según Werner, la mayoría de los individuos asociaríamos la imagen de la izquierda, que es picuda y llamativa con la palabra *Kiki*, así como la palabra *Bouba* a la plácida y sosegada imagen de la derecha. En estudios recientes sabemos que esta asociación entre imágenes y palabras es estrecha, luego el empleo de las palabras va más allá de lo que podríamos llamar un uso meramente retórico (Peiffer-Smadja y Cohen, 2019). Todo esto significa que el docente siempre ha de elegir las palabras adecuadas, pues son capaces de generar ese atractivo que predisponga para la atención del que escucha; debe procurar un ambiente que evoque sensaciones placenteras y evitar las displacenteras. En este sentido, la anhedonia, esto es, la incapacidad para suscitar emociones placenteras asociadas a la depresión o al estrés, fruto de la segregación de la hormona del cortisol, lleva, no solo al apocamiento de rendimiento académico, sino a la incapacitación a gran escala en gran parte de los ámbitos de la vida. Existe una variada evidencia que relaciona el estrés y la ansiedad con un bajo rendimiento en la etapa de educación secundaria (Colunga-Rodríguez et al, 2021). Por eso, es interesante conocer que el ejercicio físico aeróbico, practicado con regularidad, expande en el cuerpo una rebaja de los niveles de estrés, así como promueve el aprendizaje. Este tipo de deporte, en el largo plazo, genera, a su vez,

una especie de reserva cognitiva que permite un mayor rendimiento académico (Mora, 2017).

Pero ¿por qué la emoción está vinculada de tal modo al aprendizaje? De otro lado ¿todas las emociones están implicadas en el proceso o solo las que podríamos denominar de valencia positiva? Existe una fuerte evidencia que indica lo siguiente: cuanta más carga emotiva lleva una experiencia, mayor probabilidad tiene de ser recordada. De las muchas formas en las que podríamos configurar una taxonomía, un elenco de emociones, independientemente de si son universales o no, cabría trazar un eje en torno a su valencia positiva o negativa⁶ y en torno a uno de los aspectos decisivos que intervienen en la experiencia emocional, a saber, su nivel de intensidad o *arousal*. Decimos que cuando un individuo está atravesando una vorágine emocional fuerte tiene un nivel alto de *arousal* y viceversa.

Emociones según el modelo gradativo bidimensional valencia-arousal (Ruiz, 2020)



Cuando el nivel de activación es alto la tendencia al recuerdo es mucho mayor. De hecho, cuando sufrimos una experiencia de valencia negativa que implique una activación fuerte, pongamos por caso, un suceso terrorífico como puede ser la mordedura de un perro, el episodio se convierte en traumático y la asociación entre perros y terror se clava en nuestra memoria con tal profundidad que nuestra amígdala siempre responderá con una sobre reacción ante la presencia de cualquier can. La lección de no acercarnos a un animal desconocido la aprendemos muy bien. Ello se debe a una cuestión puramente evolutiva:

⁶ Afirmar que hay emociones positivas o negativas no implica restar importancia a las negativas en virtud de lo que podríamos llamar “la dictadura de lo positivo”. El eje positivo-negativo está regido en torno a lo que supone para el individuo experimentar una u otra: terror o placidez, por poner un ejemplo.

la descarga de terror ante casos similares nos previene de repetir tan desagradable experiencia, ya que la amígdala ordena que el suceso quede, prácticamente, tatuado en el hipocampo (Gazzaniga, 2010). Sin embargo, desde el lado educativo, no parece una buena estrategia comprometer a la amígdala a base de zarandeos, aun cuando ello pudiera asegurarnos un aprendizaje profundo. Del mismo modo, la vivencia de un capítulo vital que despierte emociones de valencia positiva, de alto *arousal*, tendemos a recordarla a lo largo de nuestra vida. El problema educativo, en este sentido, es que no podemos evocar esta intensidad alrededor de todas las ideas y conceptos que impartimos en tanto docentes. Sabemos que los elementos asociados a una gran descarga se recuerdan en la medida en que la emoción provoca una completa focalización de la atención hacia el objeto concreto. En el caso del ataque canino, movilizamos todos nuestros recursos para una respuesta de ataque-huida, en virtud de la cual el foco atencional se centra en el potencial peligro. En cuanto a una valencia positiva se refiere, sucede *mutatis mutandis* algo similar, nuestra atención se centra en el foco de la emoción positiva. La cuestión relevante es que este tipo de activaciones fuertes se registran en lo que se conoce como memoria autobiográfica, a saber, un tipo de almacenamiento que se preocupa del contexto y los detalles en el que acontece una acción y que da sentido a nuestra identidad. Sin embargo, a nosotros nos interesa fortalecer aquel almacenamiento que tiene que ver con los significados, ideas y conceptos, la llamada memoria semántica, en la medida en que ella es la que se encarga de nuestros procesos de aprendizaje (volveremos sobre esta distinción).

Merece la pena señalar, aunque sea en pocas palabras, que la emoción como tal no es la causa central que nos permite una mejor memorización. Atribuir una relación de causalidad entre emoción y memoria sería cometer un ejercicio de poca rigurosidad, pues, en verdad, nuestra capacidad memorística tiene que ver, tal y como hemos enunciado en la teoría cognitiva del aprendizaje, con la atención que depositamos en un elemento. Cuanta más atención dedicamos a una idea, más la manoseamos y la moldeamos en nuestra memoria de trabajo, y cuanto más practicamos o ensayamos aquello que queremos aprender, más posibilidades emergen para que permee en el hipocampo, en la región que comprende la memoria a largo plazo, aval para poder hablar de aprendizaje. Desde estas coordenadas, la emoción tiene una relación directa, si queremos ser precisos, con nuestras posibilidades atencionales. Las evidencias muestran que el efecto de la emoción en torno a la activación de una mayor atención está completamente fundado (Ruiz, 2020).

Afortunadamente, podemos aprovechar la energía que enciende la emoción sin la necesidad de llevar al límite el *arousal* de los estudiantes. En varios experimentos se ha llegado a la conclusión de que introducir elementos emotivos en el discurso, tanto en el argumento principal como en los detalles, hace que se recuerde de una manera más clara y duradera (Laney et al, 2003). Esto nos lleva de nuevo a entender la educación desde un punto de vista indudablemente afectivo; las palabras elegidas marcan la diferencia entre el aprendizaje y el profundo abismo de la desmemoria. Una de las estrategias que parecen funcionar en la activación del hipocampo tiene que ver con lo que se ha llamado *storytelling* o, sencillamente, el poder de las historias para el aprendizaje. Los humanos somos seres de relatos, nuestro tiempo de socialización se fundamenta en contar historias propias o ajenas, lo que los neurocientíficos conocen con el nombre de chismorreo, y las recordamos por el componente afectivo que suelen involucrar. Estas historias ocupan alrededor del ochenta por ciento de nuestras conversaciones, y configuran la argamasa de nuestras relaciones sociales (Gazzaniga, 2010). Desde otra perspectiva de análisis, el filósofo francés P. Ricoeur consideraba que el ser humano es un ser eminentemente narrativo, toda vez que envuelve su hilo vital de narración que de sentido, interpretación y continuidad a sus acciones y relaciones. El autor veía “en las tramas que inventamos el medio privilegiado por el cual re-configuramos nuestra experiencia temporal confusa, informe y, en el límite muda...” (Ricoeur, 2003, p. 34). En cuanto a estrategias de aprendizaje se refiere, podemos aprovechar el pico atencional que crea una historia para introducir, justamente después, los elementos teóricos que conlleven un salto cognitivo. Sería algo así como aprovecharnos del impulso de una ola para llegar a la orilla. No obstante, hemos de prestar atención a los factores que debe satisfacer cualquier historia si queremos que sea recordada, a saber: (1) causalidad: los acontecimientos han de estar vinculados; (2) conflicto: toda narración debe conllevar una serie de dificultades; (3) complicaciones: ha de implicar problemas secundarios a la trama; y (4) carisma, esto es, los personajes tienen que presentar esta cualidad (Willingham, 2023). Sea como fuere, es un recurso que merece la pena tener en estima.

Empero, del hecho de que las emociones nos ayuden a mantener la atención, sea a través de relatos o de imágenes, no implica que tengamos, como indicaba arriba, que sobrecargar a los aprendientes de un exceso de estimulación. Además, como acabamos de ver, las emociones fuertes se archivan en una parte de la memoria que no nos es útil a la hora de aprender. Otro de los inconvenientes que plantea promover un discurso hiper excitante en

el aula es que nos hace poner el foco atencional en un elemento que, quizá, no sea el objeto de aprendizaje señalado. Está totalmente contraindicado intentar generar ese nivel de estimulación, toda vez que puede desembocar en un desborde o sobre carga cognitiva que conlleve distracciones y problemas a la hora de mantener un nivel atencional necesario para el proceso educativo. Recuerdo una conversación que mantuve con mi hermana, profesora de primaria en un colegio de la sierra madrileña, en la que me explicaba como el director de su centro le llamaba la atención por no tener suficientemente decorada la clase, pues en dos días era la jornada de puertas abiertas y debían generar una impresión seductora. Ella argumentaba que sus alumnos perdían, en demasiadas ocasiones, la atención con los, a su juicio, muchísimos carteles de colores que vestían el aula. La respuesta de su superior fue que la ventana del final debía ser tapada con más carteles y más colores, en una tendencia hacia el *horror vacui* que, al parecer, sufre cierta parte de nuestra estructura educativa. Permítaseme hacer una advertencia: hemos de ser extremadamente cautos a la hora de interpretar o extraer implicaciones de los datos que arroja, en este sentido, la neurociencia sobre nuestro funcionamiento cognitivo, pues no entender bien qué significa educar desde unas coordenadas afectivas, abusando hasta el límite de las historias o de aquellos componentes que nos lleven a aprender con una disposición eufórica, coloreando las aulas de extravagancia, desborda completamente la información teórica que nos aporta esta disciplina, cayendo irremediabilmente en lo que el pedagogo G. Luri tuvo a bien tildar de ocurrencia (Luri, 2020).

Así todo, cabría preguntarse: ¿qué tipo de respuesta emocional es interesante promocionar en el aula? ¿Se puede ser más concreto a la hora de establecer una delimitación que vaya más allá de educar desde el afecto? Los psicólogos norteamericanos R.M. Yerkes y J. D. Dodson, en 1908, plantearon una ley, que sigue vigente hasta nuestros días, en la que argumentaron que el máximo rendimiento académico se produce cuando estamos atravesando un nivel de *arousal* moderado (Diamond, et al., 2007). Esto quiere decir que debiéramos implementar espacios y discursos de valencia positiva que traigan consigo temperamentos sosegados, ya que permiten una atención sostenida más continuada y, por tanto, unas mayores probabilidades para el aprendizaje. Desde estas coordenadas, todos los indicios apuntan a que resulta más efectivo un espacio de colores plácidos, pero suaves, así como una decoración que tienda a la austeridad, más que a cometer un acto de

barroquismo que nos recuerde a una de las emblemáticas calles de Nueva York que, como sugeriría Warhol (1993) tan bien conocemos gracias a las películas norteamericanas.

3.3.5. La atención

Bien, una vez desplegado el detalle de lo que supone la curiosidad en primera instancia, y la emoción en segunda para el proceso de enseñanza-aprendizaje, vamos a continuar hacia el factor de la atención. De hecho, podríamos decir que curiosidad y emoción ejercen una suerte de preámbulo, de antesala o aderezo, en la medida en que funcionan como disparadores del esencial componente que comprende la atención para la teoría cognitivo-neurológica que estamos abordando. F, Mora la define como “una ventana que se abre en el cerebro a través de la cual se aprende y se memoriza la información que procede del mundo que nos rodea” (Mora, 2017, p. 85). De otro modo, podríamos afianzar el concepto, de manera más precisa, como:

El proceso responsable de establecer prioridades y de secuenciar temporalmente las respuestas más adecuadas para cada momento. Es una prioridad del sistema nervioso que dirige las acciones del cuerpo y del encéfalo y permite focalizar selectivamente la conciencia, filtrando lo importante y desechando los estímulos irrelevantes (Márquez, 2019, p. 5)

La palabra atención hunde sus raíces terminológicas en el vocablo latino *attendere*, que implica un dirigirse hacia, específicamente un “tender hacia” que, en virtud de las investigaciones, ejerce un requisito *sine qua non* para la memorización (Forés et al, 2015). Es, además, un término que ha sido el foco de acaloradas discusiones en la breve historia de la ciencia cognitiva, en la medida en que involucra diversas características y modos de procesamiento que tendremos ocasión de enunciar (Vega, 1985). Una de las primeras cosas que debemos señalar es que la atención se desarrolla a fuego lento a medida que crecemos. En nuestros primeros momentos de vida, en la primera infancia, la capacidad de respuesta atencional en el niño sufre un importante incremento, dados los estímulos de un mundo que se alza ante su pronta mirada. Entre los seis y los doce años, la capacidad atencional, a consecuencia del desarrollo cognitivo que se va produciendo, se empieza a flexibilizar (Rosselli, 2003). En el último periodo madurativo, de los doce a los dieciocho años más o menos, la capacidad atencional está prácticamente desplegada, si bien su completo florecimiento termina con el progreso de la corteza prefrontal, puesto que “a

medida que se desarrolla esta parte del cerebro, la atención involuntaria del niño se va transformando en una atención controlada y voluntaria” (Caballero et al., 2021). Así mismo, este factor recluta áreas y circuitos neuronales diversos en la medida en que es trino. Es decir, hemos de hablar de tres tipos de atención, a saber: (1) la atención primaria: implica la posibilidad de focalización en un punto concreto del ambiente; plantea el nivel más básico y permite centrarnos en una tarea, ignorando para ello a una serie n de estímulos y distracciones; (2) la atención absorbente, que es la que se enciende ante un potencial peligro, luego es fija y nos mantiene en un estado de alerta; nos empuja, pues, a una disposición de ataque-huida; y (3) la atención ejecutiva, también conocida como atención sostenida. Este es el tipo de atención que más nos interesa, en tanto que es la que utilizamos cuando estudiamos. Es fija y constante y uno de sus atributos principales es que puede dividirse en tiempos. Con otras palabras, podemos hacer parones y al retomar la actividad volver a encenderla. Las áreas involucradas en su operatividad son la corteza prefrontal, particularmente la zona dorsolateral de esta región, así como la corteza cingulada, en estrecha cooperación con todo el sistema límbico. Esta función es la que nos permite laburar con nuestra memoria de trabajo. Además, se ha visto que las redes neuronales que se activan con la atención ejecutiva son extremadamente plásticas, capaces de cambiar su rendimiento a través del entrenamiento (Mora, 2017). Esto es importantísimo: la atención sostenida puede modularse en torno a varios factores como la edad del individuo, la capacidad del profesor para alumbrar su discurso con historias, cambiando su dicción, o despertando la curiosidad, pero también mediante la propia ejercitación práctica del alumno. Sabemos, con los datos que manejamos, que la atención sostenida plena tiene una capacidad media de entre diez a veinte minutos (Caballero et al., 2021). Empero, de nuevo, hemos de ser cuidadosos con estos datos, porque estamos hablando de una capacidad que es susceptible de ampliarse o contraerse en función de algunas de las variables que detallábamos. De esta manera, concluir a partir de ellos que la clase magistral deba reducirse hasta ajustarse a estos tiempos o, directamente, eliminarse, conllevaría una falacia *non sequitur* de inferencia. Sin embargo, este es un mantra que deambula como una pesadilla por los pasillos de algunas de las pedagogías de nuestros días; cuántas veces habremos escuchado que los discursos no deben exceder los quince minutos si no queremos perder el foco de los alumnos. Más aún, algunas sugerencias plantean estudiar la duración media de los vídeos de *YouTube*, en tanto que responden al tiempo que un usuario es capaz de mantener su atención en su tiempo de ocio, para asemejarlo a la comunicación oral del docente. Si, como acabamos de esgrimir,

la atención es una capacidad: ¿ajustar el discurso a la mínima no la reduciría? Me pregunto: ¿ello plantea un horizonte próspero para el proceso de enseñanza-aprendizaje? Al contrario de lo que defienden estas perspectivas, el docente ha de contar con todas las herramientas de las que dispone para poder desarrollar y aumentar la atención sostenida en los estudiantes, lo cual no lleva de suyo construir lecciones magistrales de horas, sino modular los tiempos dilatándolos de a poco y cambiando su lenguaje comunicativo a fin de rehuir de la monotonía, pues si se trabaja sobre la atención sostenida, se ejercita, a su vez, la memoria de trabajo, la cual es decisiva para incorporar los nuevos conocimientos a la memoria a largo plazo y concluir, así, el proceso de aprendizaje. A la inversa, deprimirla afectará necesariamente a nuestras posibilidades educativas.

De otro lado, uno de los aspectos que está enormemente integrado en las posibilidades de atención ejecutiva tiene que ver con la inhibición de los estímulos irrelevantes para aquello a lo que estamos prestando el foco. Estamos hablando del rol que desempeña el autocontrol en tanto potenciadora de la atención. Según varias investigaciones, hay una correlación estrecha entre el autocontrol con el rendimiento académico, luego con las probabilidades de aprendizaje (Pérez y Cobo, 2018). Este fenómeno de regular o inhibir estímulos o impulsos opera también bajo las órdenes de la corteza prefrontal, a tenor de estudios realizados por neuroimagen. En palabras del neurocientífico H. Ruiz: “el autocontrol es la función cognitiva que nos permite inhibir las respuestas automáticas que nuestro organismo ofrece ante determinadas situaciones, en especial las respuestas emocionales, pero también aquellas respuestas que hemos aprendido y automatizado” (Ruiz, 2020, p. 222). No obstante, el autocontrol no implica solamente la inhibición o manejo de la expresión emocional aprendida o automatizada, ya que también conlleva atemperar nuestros impulsos en virtud de una evaluación contextual, así como ofrecer una respuesta reflexionada que aporte mayores beneficios (Lluch et al., 2020). Por lo tanto, el autocontrol está indudablemente relacionado con un mayor rendimiento académico, pero, además, tiene una vinculación con un mayor despliegue de habilidades sociales (Tangney et al, 2007).

Ahora bien: ¿cuáles son los factores que modulan el autocontrol? Hoy comprendemos que la promoción de esta habilidad tiene un pico de expansión entre los tres hasta los seis años, donde el calor afectivo de los padres y de la escuela resultan primordiales. De hecho, hay varios estudios que respaldan estas afirmaciones, como los realizados en algunos

orfanatos con dos grupos de niños: el primer grupo era educado con afecto y empatía, y el segundo de una forma fría y distante. Al paso de los años, el primero mostró de lejos mayor capacidad para el autocontrol, luego para la atención sostenida que el segundo (Mora, 2017). De este modo, el calor de los padres o tutores configura un entorno seguro que contribuye a que el niño desarrolle mejor dicha capacidad. Por tanto, no debemos perder de vista la decisiva influencia que tienen los primeros años de escuela para el niño. No es sino por esta razón que, además de construir una relación afectiva docente-niño, el aula deba constituirse como un lugar carente de violencia-acoso. En este sentido, J. T. Asenjo, profesor de la Universidad Pontificia de Comillas, apunta: “la convivencia en los centros educativos es una responsabilidad que incumbe a toda la comunidad y que a toda la comunidad afecta” (Asenjo et al, 2021, p. 101) En síntesis, las condiciones de posibilidad para un despliegue satisfactorio de nuestras capacidades ejecutivas encuentran soporte en el afecto y la seguridad.

Finalmente, cabría decir que el autocontrol es un recurso que funciona como un músculo, a saber, se puede entrenar y fortalecer, pero también se puede agotar tras una actividad que la lleve al límite. Este agotamiento merma, al mismo tiempo, el resto de las funciones cognitivas superiores como pueden ser la planificación, la resolución de problemas, la toma de decisiones, así como la atención ejecutiva (Ruiz, 2020). Esto indica que, aun cuando no hayamos tenido un entorno seguro-afectivo en nuestra infancia, podemos buscar estrategias que ayuden a potenciarla. También señala que debemos realizar descansos para reponerla, ya que no podemos estar inhibiendo *ad infinitum* los estímulos que nos rodean. Una de las formas en las que podemos promover no llevarla al fallo tiene que ver, como apuntábamos párrafos antes, con la configuración de un ambiente de estudio carente de lo que podríamos llamar una sobrecarga estimular, en la medida en que, a más distractores, mayor capacidad inhibitoria necesitaremos y, por tanto, mayor coste nos supondrá mantener la atención sostenida que todo aprendizaje requiere.

Llegados hasta aquí, es momento de concluir este, digamos, esbozo de algunos de los elementos sobre los que reflexiona la neuroeducación. Huelga decir que, dentro del amplio cosmos que habilita esta disciplina en expansión, hemos tratado solo aquellas variables cuya relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje es directa a tenor de unas coordenadas neurocognitivas. De este modo, hemos intentado cercar los aspectos que intervienen fundamentalmente en la atención que, si recordamos, ejerce el primer escalón

hacia el ascenso que involucra tal proceso. No obstante, no podemos finalizar el capítulo sin mencionar algunos de los límites del recorrido, en la medida en que el factor de la motivación, por ejemplo, aun cuando puede ser deducido de las implicaturas que conlleva la emoción y la curiosidad, no ha sido desplegado de manera explícita. Así mismo ocurre con el fenómeno de las funciones sociales complejas, pues es un factor que ha quedado reducido a unas pocas palabras, comprendidas dentro de las posibilidades de un mayor o menor autocontrol. Sin embargo, la idea que propone este ensayo no permite tocar cada uno de los aspectos que intervienen con la profundidad y detalle que bien podrían merecer, sino, más concretamente, construir un cuadro común que nos permita establecer un claro estado de la cuestión para arribar al siguiente marco de referencia, a saber, la ineludible pertinencia de la memoria para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4. MEMORIA

*Había un pájaro que bajaba del bosque,
y daba dos vueltas alrededor del árbol tercero,
empezando por la derecha. El árbol estaba
desnudo, todavía, de la flor blanca.*

A. M. Matute, 1958

Recuerdo con la claridad de una mañana, el debate acontecido al calor de las propuestas seductoras que plantean las pedagogías activas, en la segunda sesión teórica de una tarde, aunque en invierno, larga y cálida, a mitad de febrero. El tedio iba tiñendo los rostros de mis compañeros a medida que se avanzaba en la exposición: pensamiento crítico, aprendizaje democrático, asertividad, y una larga ristra de atributos, agradables al oído, sumían poco a poco el ambiente en un letargo que dilatava tanto el tiempo que parecía detenerse. Sin embargo, en un dramático giro de los acontecimientos, se enunció la siguiente tesis: “para aprender hay que comprender, no memorizar; el aprendizaje basado en la memoria es uno de aquellos lastres que hemos de superar de una vez por todas”. En ese momento, el *tempo* de la clase se alteró por completo, y un clima de tensión fue inundando el espacio de modo tal que terminaron por desatarse las objeciones, encendiendo un debate tan arduo que la docente tuvo que sofocar imponiendo la autoridad que le confiere su rango. Recuerdo con detalle como algunos de mis compañeros, luego de la sesión, en los pasillos, se seguían preguntando cómo era posible aprender sin

memorizar, comprender sin retener. ¿Es esto posible? ¿Qué papel juega la memoria en el aprendizaje? ¿Es prescindible o evitable la repetición sistemática, la memoria mecánica a la hora de aprender?

Hasta ahora, hemos ido trazando un recorrido que parte de lo general, para ir ajustándonos a la concreción del asunto que queríamos tratar. De este modo, empezamos con el nacimiento de la reflexión del sistema nervioso para arribar a la consolidación de la neurociencia como disciplina de pertinencia indiscutible. Después, asentamos las bases de una arquitectura cerebral actualizada que nos permitiera deslizarnos hacia la neuroeducación, donde elaboramos una definición de aprendizaje a tenor de un modelo neuro-cognitivo. En este capítulo, vamos a desplegar un estado de la cuestión en torno al concepto de memoria. Explicaremos cómo funciona, cuáles son los fundamentos biológicos, las formas de entrenamiento y el papel, indudablemente decisivo, que tiene en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así pues, con este capítulo terminaríamos de configurar la justificación teórica con la que podremos trabajar a la hora de juzgar cómo debiera ser, qué estrategias deberían incorporar nuestras instituciones educativas, así como elucidar si las formas y tesis de algunas de las llamadas pedagogías activas soslayan elementos ineludibles para tal proceso.

4.1. LAS BASES DE LA MEMORIA

La memoria es un fenómeno tan sumamente elemental para la vida humana, que no podríamos entender lo humano sin comprender el papel que desempeña. Desde atarnos los cordones hasta recitar un poema de Lorca, desde abrir una puerta hasta ejecutar complejas operaciones matemáticas, incluso para la capacidad del lenguaje. Sin la memoria quedaríamos despojados de una identidad, en medio de una existencia carente de significado. Decía C. U. M. Smith: “como humanos, somos hasta cierto punto, acúmulos de recuerdos. Cualquiera que haya perdido esta facultad no sabe quién es” (Smith, 1982, p. 340). La memoria es, en definitiva, las huellas que deja nuestro pensamiento: “la capacidad de manejar el mundo complejo a nuestro alrededor” (Damasio, 2014, p. 207). De una manera sencilla, la podríamos definir como la destreza que tiene nuestro cerebro para tomar, almacenar y recuperar la información, proceso que nos habilita para la codificación, retención de experiencias, conocimientos, habilidades, así como eventos pasados (Tulving, 1987). Además, hemos de subrayar que la memoria nos permite acumular, mezclar y combinar información a lo largo del tiempo,

extendiéndonos más allá de la experiencia directa para prever y guiar decisiones en situaciones novedosas (Zeithamova y Bowman, 2020). Si recordamos, el papel que tiene la memoria para el aprendizaje, en virtud del modelo neurocognitivo que propusimos en el capítulo anterior, resulta clave. Así, según este modelo, el aprendizaje se sostenía en tres pasos, a saber, la recepción de información incorporada a la memoria sensorial; a través de la atención esos mapas perceptivos pasarían a la memoria de trabajo, para, finalmente, cruzar la información nueva con elementos evocados desde nuestra memoria a largo plazo con el objetivo de añadirla a esta última. Si completábamos este proceso, decíamos que hemos aprendido. Como podemos observar, la memoria no es una sino múltiple, tanto en su almacenamiento como, en muchos casos, su evocación. Uno de nuestros primeros pasos será, entonces, construir una suerte de taxonomía que nos permita establecer con claridad y rigurosidad los distintos tipos de procesamiento que intervienen en este amplio fenómeno. Sin embargo, antes de desplegar este abanico, hemos de escudriñar cuáles son las bases, los fundamentos biológicos que operan, esto es, cómo funciona el apasionante mecanismo de la memoria, así como los ámbitos de la geografía cerebral en la que se asienta.

El aparato cognitivo humano es un bosque de inconmensurable extensión. Frondoso, oscuro, profundo, y, en ocasiones, engañoso. Cuántas personas se extraviaron, me pregunto, en los rincones más recónditos, incapaces de encontrar el camino de regreso, en el drama que supone la enfermedad del alzhéimer. Para incorporar un recuerdo, en primera instancia, el individuo tiene que percibir una información a través de sus sentidos. Cada una de las experiencias sensoriales que recibimos enciende, activa un grupo concreto de neuronas, construyendo así lo que podríamos llamar un mapa mental o una representación de dicha experiencia. Es decir, a través de la atención dispuesta por el individuo se empieza a consolidar en nuestro cerebro un recorrido preciso que permite un trayecto de ida y vuelta para recuperar la información sensorial. A esto se lo conoce como memoria sensorial, que sería como habilitar un camino transitado en medio de toda esa maleza de vegetación verde oscura. De este modo, se forman los circuitos conocidos como patrón neural o engrama (Ruiz, 2022). Luego, cuando las percepciones permean en nuestra cognición elaborando rutas, se establecen esta suerte de mapas cerebrales, la memoria sensorial, con los que podemos empezar a laburar en nuestra memoria de trabajo. Desde una descripción puramente neurológica, el proceso funciona del modo que sigue:

La información sensorial (es decir, de la vista, el tacto o el gusto) debe pasar primero por el tronco encefálico y después por el tálamo, que actúa como repetidor y dirige las señales a los distintos lóbulos sensoriales del cerebro, donde se evalúan. La información procesada llega a la corteza frontal, donde entra en la conciencia y forma lo que consideramos la memoria a corto plazo, que dura entre unos segundos y varios minutos. (Kaku, 2017, p. 150)

En el momento en que estos senderos neurales se fortalecen y consolidan en ausencia del estímulo que los configuró, en virtud del cambio que experimentan las neuronas a partir de la sinapsis, se habilita la posibilidad de encontrarlos para recuperar la información conservada en un determinado rincón, al abrigo del bosque. Este espacio conforma la esencia de la memoria a largo plazo. Al establecer

nuevas sinapsis, o bien mejorar la eficiencia de las sinapsis existentes entre ellas, las neuronas que la experiencia estimuló simultáneamente mejoran su comunicación y se vuelven capaces de activarse unas a otras si una nueva experiencia estimula solo una parte de ellas. (Ruiz, 2022, p. 29)

Es decir, a medida que evocamos la información que acabamos de adquirir, mayor número de sinapsis se dan en el recorrido que estamos construyendo, de forma que, por continuar con esta metáfora, pasaríamos de conformar un camino rudimentario, a casi una suerte de autopista que nos guie a la información solicitada. En este sentido, cada vez que aprendemos algo, modificamos los patrones de conexión neuronal de nuestro cerebro. Tanto es así, que las investigaciones confirman el aprendizaje en tanto resultado de este remodelamiento en la conexión neuronal (Mayer, 2020). Así, valdría decir que, una vez que incorporamos un conocimiento concreto sobre algo, trazamos una débil y grácil senda que, de no insistir en afianzarla a través de la repetición, de la práctica, de la conexión con otras ideas, probablemente se vaya difuminando hasta desdibujarse en la espesura. Al contrario, si, una vez adquirida la idea nueva, la manipulamos, la vinculamos con ideas previas, esto es, con recorridos ya bien consolidados, será como ir dejando pistas o conexiones que nos ayuden a encontrar el circuito neural nuevo a fin de recuperar la información novedosa. A esto le llamamos proceso de consolidación, a saber, la capacidad de fortalecer un camino como para poder encontrarlo en el momento en que lo requiramos. Con otras palabras, introducirlo en la memoria a largo plazo.

De esta manera, la memoria, en sus distintas fases, va configurando una red de circuitos de distinta envergadura y longitud a lo largo y ancho del cerebro. Ahora bien: ¿dónde se asientan estos recorridos? Uno de los atributos elementales para desentrañar los misterios de la memoria sería, como ya sabemos, el que implica el hipocampo y los lugares adyacentes. Pero ello no se debe a que sea en estas zonas donde se registren o ubiquen nuestros recuerdos, ya que, las regiones donde encuentran cobijo se distribuyen en los vastos territorios que suponen la corteza cerebral. De hecho, dentro de esta extensión, se encuentran zonas especializadas para ello (Baddeley et al, 2020). Por tanto, los recuerdos se almacenan en la memoria a largo plazo en esta área. Empero, ¿qué hay del hipocampo. Hemos dicho que para que un recuerdo se consolide ha de sufrir multitud de conexiones, lo cual es un proceso que requiere de tiempo. El hipocampo está hiperconectado por vías que van desde la corteza hacia este y viceversa. Ello plantea que uno de sus principales roles sea organizar y estructurar todas nuestras experiencias recogidas en engramas o patrones neurales. Argumenta, el neurólogo H. Ruiz:

Puesto que las conexiones que recibe desde todas las regiones oportunas de la corteza ya están construidas, solo necesita reforzarlas para dejar constancia de su activación, cosa que puede hacerse mediante mecanismos bioquímicos de rápida actuación. Además, sus vías de comunicación de regreso hacia las distintas regiones de la corteza le permiten actuar como un director de orquesta que indica a sus músicos qué melodía interpretar. (Ruíz, 2022, p. 38)

Además, la evidencia empírica señala que el hipocampo ayuda a establecer conexiones veloces entre mapas neurales que representan nuestra experiencia, posibilitando que todo quede registrado en el mismo momento, *in situ*, dando, así, un sentido de continuidad a nuestro hilo vital. Sin embargo, cuando estos mapas o engramas se repiten en múltiples ocasiones, empiezan a afianzarse o consolidarse en nuestra corteza, llegando incluso a poder activarse sin la intervención del hipocampo. Los recuerdos que se asientan en la memoria a largo plazo, en este sentido, ya no requieren del impulso de tal director, por tanto, aquellos conocimientos que incorporamos a lo largo de nuestra vida terminan siendo independientes del hipocampo. Dicho con otras palabras:

La teoría de la consolidación de sistemas afirma que el hipocampo consolida memorias nuevas, proceso que las vuelve permanentes. Cuando la consolidación está completa, las memorias se almacenan en otro sitio del cerebro. Es decir, las memorias

se mantienen en el hipocampo por un tiempo y luego son consolidadas gradualmente en una nueva localización, la neocorteza. (Kolb y Whishaw, 2015, p. 485)

Una vez que ya sabemos cómo la memoria configura una red de caminos que hacen transitable el bosque, así como el desempeño de ocupaciones que implica el hipocampo como director-consolidador y el *neocórtex* como la espesura en que se organizan los recuerdos, vamos a detenernos ahora en los distintos tipos o las diversas formas en las que podemos hablar de memoria. Así, la primera distinción que debiéramos señalar es la que hay entre (1) la memoria a corto plazo y (2) la memoria de trabajo, así como la que se da entre (3) la memoria a largo plazo y (4) la memoria procedimental. La memoria a corto plazo podríamos delimitarla para “referirnos a la ejecución en un tipo particular de tarea, una que conlleva la simple retención de pequeñas cantidades de información, retención que se pone a prueba de inmediato o al cabo de un corto intervalo de tiempo” (Baddeley et al, 2020, p. 64). En cambio, la memoria de trabajo tiene que ver más con ese espacio o sistema que no solo retiene información temporal, sino que también es capaz de manipularla, cruzarla con otras informaciones que ya poseíamos, capacitándonos para la compleja actividad de deliberar, razonar, aprender y comprender. Veremos más adelante que este tipo de memoria juega un papel muy importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como hemos señalado en varias ocasiones. De otro lado, la memoria a largo plazo tiene una capacidad de almacenamiento casi ilimitada, en contraposición a la de corto plazo. Organiza, además, grandes sistemas y paquetes de información durante un tiempo indefinido y su evocación se lleva a cabo de manera consciente. Finalmente, la memoria procedimental es la habilidad que tiene el cerebro para “modificarse y aprender nuevas destrezas, para facilitar e incluso automatizar todo tipo de acciones y procedimientos que hacemos con el cuerpo y con la mente” (Ruiz, 2022, p. 44). Dicho de otra manera, es la responsable de almacenar y recuperar información relacionada con habilidades y procedimientos motores, a partir de la cual podemos realizar actividades de manera automática-inconsciente, como atarnos los cordones o conducir por una autopista. La memoria procedimental tiene una relación directa con el sistema basal ganglio-cerebelo, el cual toma un rol decisivo en la planificación, ejecución y coordinación de movimientos, luego no depende del hipocampo (Kolb y Whishaw, 2015). Que la memoria procedimental no dependa del hipocampo es relevante sobre todo en el estudio de pacientes que han sufrido daños en esta zona, teniendo serias dificultades para, entre otras cosas, reconocer su propia

identidad y que, no obstante, mantienen ciertas habilidades, ejecutándolas aun cuando no pueden explicar cómo.

En otro plano, si bien relacionado con lo dicho hasta el momento, tenemos que esgrimir una dicotomía elemental que no podemos de ningún modo soslayar. Estamos hablando de la distinción entre lo que se llaman memorias no-declarativas o implícitas, y las memorias conocidas como declarativas o explícitas. Esto es, todos aquellos aprendizajes que realizamos y ordenamos en el cerebro de manera inconsciente caen bajo el estandarte de lo no declarativo, a saber: la memoria procedimental, el condicionamiento clásico, el condicionamiento emocional, la habituación y la sensibilización, así como el aprendizaje perceptual. En el caso inverso, la memoria declarativa:

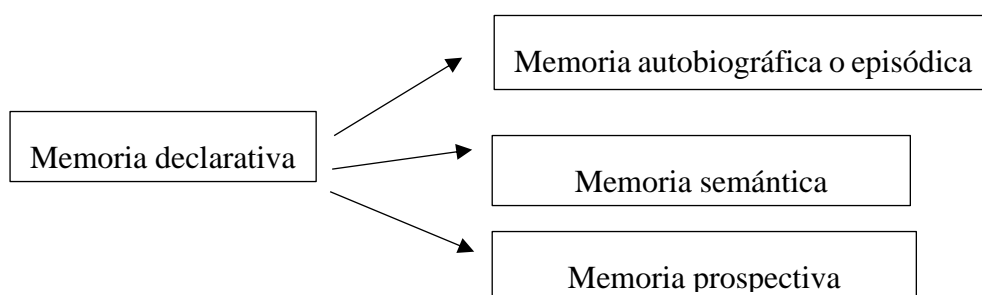
se caracteriza principalmente por almacenar información de tipo proposicional de tipo descriptivo-narrativo que puede ser juzgado como verdadero o falso. Otra característica fundamental de la memoria declarativa es que, a pesar de que la codificación de información de tipo declarativo es incidental (incidental significa que ocurre de manera no intencional⁷) en su mayor parte, el producto de la recuperación de la memoria requiere atención consciente. (Muñoz, M, 2007, p. 223)

A su vez, bajo los mandos de lo declarativo encontraríamos otra distinción ineludible, a saber, (1) la que compone la memoria episódica o autobiográfica, que el neurocientífico A. Damasio llamó “el sí mismo autobiográfico” y que define brevemente, de una manera acaso literaria, como “biografías hechas conscientes. Se basan en el campo de acción de la propia historia memorizada, tanto la reciente como la distante [...] así como los recuerdos que describen las más refinadas de nuestras experiencias emocionales, aquellas que se podrían calificar como espirituales” (Damasio, 2014, p. 319). De otra parte, hallaríamos (2) la memoria semántica, que tiene como principal objetivo recopilar las palabras que configuran lo que podríamos llamar nuestro caudal lingüístico, y el conocimiento abstracto propagado a través de redes semánticas. Es un tipo de memoria muy buena para almacenar ideas y conocimientos, pero sin incorporar el contexto y los matices en los que se aprendió (Gómez et al., 2022). La memoria semántica nos interesará enormemente en la medida en que toma el rol protagonista en el proceso de aprendizaje, pues todo aquello que aprendemos en la escuela es almacenado bajo sus dominios.

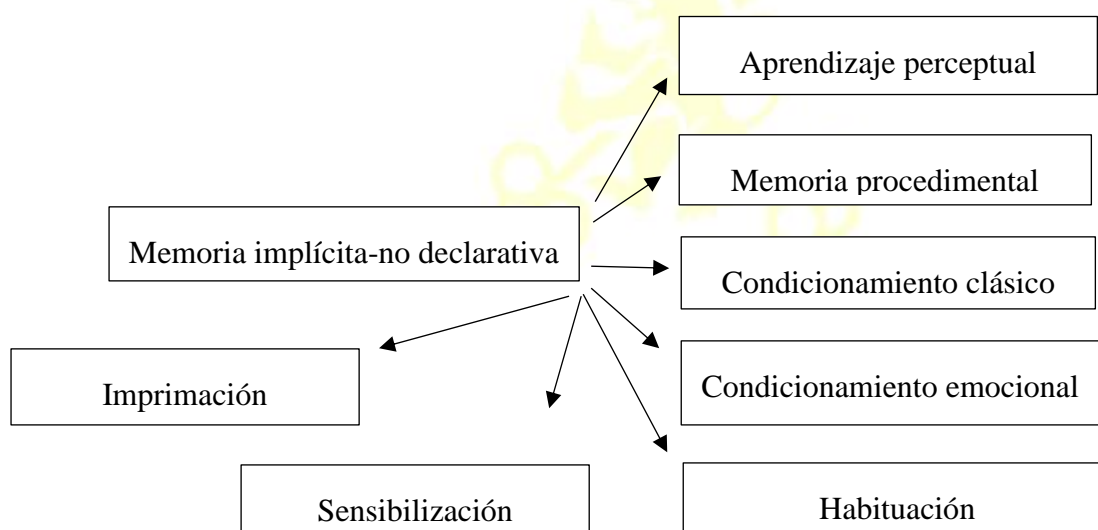
⁷ El paréntesis aclarativo es mío, esto es, no pertenece a la cita original.

Finalmente, llegamos a (3) la memoria prospectiva, que “implica recordar realizar acciones que queremos llevar a cabo, sin que nos lo tengan que recordar” (Baddeley et al, 2020, p. 415). Es decir, es la memoria que se encarga de recordar y cumplir con una acción o tarea planeada en el futuro, cuando se trata de tener en cuenta nuestros propósitos para actuar consecuentemente en el momento preciso. Tiene que ver, en definitiva, con recordar algo que debemos hacer en el instante oportuno.

Los tipos de memoria declarativa



Los tipos de memoria no declarativa



4.2. LAS MEMORIAS IMPLÍCITAS-NO DECLARATIVAS

Como decíamos arriba, la memoria implícita es aquella que opera de manera automática, no accesible a la conciencia del individuo y tiene que ver con “las habilidades aprendidas y las reacciones condicionadas” (Kolb y Whishaw, 2015, p. 497). Si bien es un tipo de memoria cuyo desempeño en el proceso de aprendizaje que nos compete, aún siendo relevante, no es decisivo, pues discurre fuera del radar de nuestra mente consciente,

merece la pena apuntar algunas notas al respecto. En palabras de Baddeley: “la memoria implícita hace referencia a situaciones en las que se ha producido algún tipo de aprendizaje, pero que se refleja en la ejecución más que en recuerdos conscientes, como, por ejemplo, montar en bicicleta” (Baddeley, Eysenck, Anderson, 2020, p. 37). En cuanto a las bases neurológicas se refiere, cabría señalar que los actores que fundamentalmente intervienen no son otros que los ganglios basales, pues aquellas personas que sufrieron deterioros en esta sección encontraron dificultades, cuando no impedimento, para realizar tareas motoras implicadas en este tipo de memoria. En segundo lugar, parece que el cerebelo también tiene una relación estrecha para esta forma de almacenamiento, sobre todo en lo respectivo al condicionamiento clásico. Finalmente, estas áreas están vinculadas por completo a la reorganización que se da en la corteza motora, que refleja cambios plásticos de importancia reseñable (Reber, 2013).

Una de las primeras formas en las que aprendemos la descubrió Pávlov, en virtud del conocidísimo experimento llevado a cabo en 1901 con canes, estamos hablando, nada más y nada menos, de la emersión del condicionamiento clásico. Este es un aprendizaje que se da en la medida en que asociamos un estímulo que, *prima facie*, se presenta neutro, es decir, que no genera ningún tipo de respuesta en nuestro organismo, junto con un estímulo incondicionado, esto es, que sí provoca una respuesta refleja o involuntaria en nuestro organismo. Tras repetir un número *n* de veces esta asociación, conseguimos que lo que era un estímulo neutro genere la misma respuesta o similar que la que despertaba el incondicionado. Este tipo de aprendizaje actúa al margen de la conciencia, pues, de nuevo, los pacientes con lesiones en el área explícita mantienen una funcionalidad a propósito de una respuesta condicionada. H. Ruiz lo expresa de este modo:

El condicionamiento clásico es un sistema de memoria implícito, esto es, que no depende de la experiencia consciente, aunque en condiciones normales también pueda beneficiarse de ella. Por desgracia, la memoria explícita -la que nos permite adquirir conocimientos- no funciona así, por lo que es inútil ponerse unos auriculares para que, mientras dormimos, suene la lección que tenemos que aprendernos. (Ruiz, 2022, p. 50)

No obstante, la asociación de un estímulo neutro también puede darse como consecuencia de un único suceso, sin que sea necesario repetir dicha experiencia más veces. Esto pasa cuando vivimos un episodio emocional fuerte, sobre todo ligado al miedo. Si, por

ejemplo, estuviéramos nadando por las tranquilas aguas del océano pacífico, en las bellísimas Islas Guadalupe, México, y nos encontráramos de cara con un tiburón blanco, aun cuando saliéramos airoso, probablemente recordáramos el suceso de por vida. Más aún, seguramente, a partir de entonces, desarrolláramos miedo o fobia al agua marina. A esta asociación se la conoce como aprendizaje en virtud del condicionamiento emocional. Desde un punto de vista neurocognitivo, tendríamos que explicar este hecho en función de la actuación de la amígdala (que como sabemos, si recordamos el capítulo segundo, forma parte elemental del sistema límbico), que se encuentra al lado del hipocampo. Bien, este órgano es capaz de recibir información mucho antes de que llegue a la zona consciente de nuestra mente-cerebro, de tal modo que se encarga de estudiar los distintos estímulos que hay en el ambiente para determinar si pueden desempeñar un peligro para nuestra integridad física; “en la amígdala, la codificación exitosa de escenas aversivas, pero no de escenas neutrales, se asoció con una actividad gamma rápida que comenzó 0.31 ms después del inicio del estímulo”⁸ (Costa et al., 2022, p. 2). Así, de encontrarlos, prepara el cuerpo para la huida o el ataque, activando un nivel de *arousal* intenso, en lo que configura un claro sistema de autoconservación.

Otra de las formas de memoria implícita que merece la pena señalar es la que ejerce la habituación, más primitiva aún que estos tipos de condicionamiento. La podríamos definir como:

ese tipo de aprendizaje en que la respuesta que damos a un estímulo novedoso se va apagando a medida que este se repite. Se considera el tipo de aprendizaje más simple y puede observarse en todos los organismos que manifiestan algún tipo de conducta. (Ruiz, 2022, p. 58)

Cuando nos habituamos a un determinado *input* informativo, ahorramos la energía que conllevaría volver a procesarlo a través de este mecanismo. Este fenómeno se da cuando el estímulo ya no reviste novedad y no envuelve un riesgo o una oportunidad para el individuo. Del lado inverso, cuando se da una información novedosa que genera una gran irrupción en nuestro sistema cognitivo, el organismo aprende a través de una respuesta acentuada. A esta forma de aprender la llamamos sensibilización. Habituación y sensibilización configuran una suerte de reverso y anverso de un modo similar de operar.

⁸ La cita es una traducción literal de la frase original: “In the amygdala, successful encoding of aversive, but not of neutral scenes, was associated with fast gamma activity starting 0.31 s after stimulus onset.”

Por otra parte, llamamos aprendizaje perceptual cuando se acentúa uno de nuestros sentidos a consecuencia de estar en un contexto particular. Me explico, es el aprendizaje que adquiere un perfumista, tras un largo proceso de entrenamiento olfativo, al ser capaz de distinguir la madera de oud camboyano de carácter suave y equilibrado, de la del oud indio, de oscuras e intensas notas. En definitiva, es aquella memoria implícita que acontece cuando se agudiza un sentido luego de una larga exposición a un contexto estimular.

Antes de finalizar con este, digamos, trazo superficial que delimita la memoria no declarativa, hemos de mencionar algunos rasgos de lo que se conoce como memoria por imprimación, o, si se prefiere, memoria latente. Podríamos definir este fenómeno como la capacidad para asimilar de una manera mucho más veloz aquellos estímulos que hayamos percibido un tiempo antes. Por ejemplo, si volviéramos a hablar de las virtudes de la madera de oud, seguramente, en la medida en que hemos visto este concepto hace nada, las conexiones de los engramas relativos que se acaban de construir confluirían en la sensación de que conocen y recuerdan tal tipología de leño. Este factor está arraigado a la activación de los patrones neurales que tienen lugar en la corteza cerebral. Una vez encendidos, quedarían latentes por un tiempo, a la espera de prenderse de nuevo, como las ascuas de una lumbre en una noche de invierno. Además, sabemos que la imprimación puede darse incluso cuando estamos inconscientes, como señalan las pruebas referidas a intervenciones quirúrgicas, donde a los pacientes, una vez sedados, se les hacía reproducir la historia de Robinson Crusoe. Una vez conscientes, se les pidió que relacionaran la palabra “viernes”. La mitad de ellos la asoció a la historia escrita por Defoe (Ruiz, 2022). Dicho lo cual, podemos dar por concluido estas breves nociones que, si bien ligeras, nos ayudan a construir una visión panorámica de cómo opera el aprendizaje a tenor de las memorias no declarativas. Desde esta posición, el aprendizaje implícito no sería sino la consecuencia de una mixtura en los procesos que se siguen de la plasticidad neuronal, vehiculadas a través de los distintos fenómenos que acabamos de señalar.

4.3. LAS MEMORIAS EXPLÍCITAS-DECLARATIVAS

En la primera parte de este capítulo ya enunciábamos que “la memoria explícita para acontecimientos y hechos es consciente e intencional y consiste en las experiencias personales, o memorias episódicas (lo que hiciste la última noche) y las memorias semánticas ($2 \times 2 = 4$, para los estudiantes que memorizan la tabla de multiplicar).” (Kolb y

Whishaw, 2015, p. 486). En esta sección nos vamos a ocupar, sobre todo, de cómo operan sendas memorias, pues resulta evidente que están íntimamente relacionadas. Empero, dejaremos aparte el factor prospectivo, pues ya hemos detallado sus aspectos más notables y no desempeña un rol fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el caso de la memoria episódica, cabría insistir en que es aquella que se ocupa de los hechos específicos que dan forma e identidad a nuestras vidas. Está totalmente imbricada a un *tempo* concreto, a un momento muy específico gracias al cual modulamos nuestra propia forma de filtrar el mundo. Ocurre en el lugar preciso que, como si del “tiempo pregnante” se tratara, queda registrado en una gran cantidad de matices y pinceladas finas. Hace referencia a los recuerdos que conforman nuestro sí mismo, así como la relaciones con el mundo que nos circunda de manera dinámica (Baddeley et al, 2020). Reparemos un momento en esta idea: la memoria biográfica se adentra en la profundidad del bosque para marcar una serie de eventos, ricos en detalle, que, en el cómputo, posibilitan tener una visión holística en la que nos reconocemos a nosotros mismos como una entidad protagonista y rectora de nuestro propio destino. Sin estos episodios, como en el devastador caso del alzhéimer, perderíamos los rastros hacia los múltiples senderos de nuestra personalidad, así como las relaciones personales y sociales que nos envuelven. No recordaríamos quiénes somos ni quiénes son nuestros seres queridos. Dice A. Damasio:

Afortunadamente, confiamos en episodios clave de la propia vida, una colección de esos episodios en realidad, y según las necesidades de cada momento simplemente recordamos un cierto número de este tipo de episodios y hacemos que influyan sobre el episodio actual. [...] En ello consiste el problema de construir el sí mismo autobiográfico. (Damasio, 2014, p. 321)

Esto se debe a que a la luz de estos episodios interpretamos y reinterpretamos continuamente nuestra realidad. Así mismo, esta capacidad nos permite una prolongación a partir de la cual podemos viajar en el tiempo subjetivo. Los pacientes con lesiones en el hipocampo, generalmente, pierden la posibilidad de ir adelante y atrás, desarrollando así un importante déficit en la autorregulación (Suddendorf et al, 2011). Desde el punto de vista neurocientífico, justamente, el hipocampo revela configurar el sustrato elemental de este tipo de memoria, si bien, las áreas de alrededor parecen cobrar también cierta importancia a tenor de algunas hipótesis (Squire, 2004). Sea como fuere, el hipocampo

comprende la condición de posibilidad principal. Tanto es así, que estudios demostraron que el hipocampo de los taxistas expertos era mayor que el de los novatos, “sugiriendo que los años de conducción experta habían causado un cambio físico en sus cerebros” (Baddeley et al, 2020, p. 194). Esto se debe a que este órgano es el responsable de vincular los hechos concretos de un acontecimiento a su contexto espaciotemporal. Resultan interesantísimas todas las pruebas que se han realizado desde el Instituto Tecnológico de Massachusetts, donde han sido capaz de generar recuerdos que nunca sucedieron en ratas a través de una suerte de hipocampo artificial:

En el momento actual el hipocampo artificial es rudimentario, capaz de registrar un solo recuerdo cada vez. Pero estos científicos tienen la intención de aumentar la complejidad del hipocampo artificial para que pueda almacenar múltiples recuerdos, procedentes de distintos animales, hasta llegar a los monos. También planean hacer que la tecnología sea inalámbrica, sustituyendo los cables con pequeños transmisores de radio, para que los recuerdos se puedan descargar en remoto sin necesidad de implantar aparatosos electrodos en el cerebro. (Kaku, 2017, p. 155)

Estudios más recientes plantean que a través del hipocampo se pueden suprimir y potenciar recuerdos, llegando a estimular en el cerebro de las ratas algunos vinculados al miedo, generando, así, cambios duraderos y bidireccionales en su comportamiento (Chen et al., 2019). Todas estas evidencias, empero, constituyen unos primeros pasos en las investigaciones que están por venir, pero que quedan lejos aún respecto a lo que pudieran o no implicar en la cognición humana. En cualquier caso, sirva para constatar la fuerza que tiene el hipocampo en todo este engranaje de recuerdos.

En el caso de la memoria semántica, tendríamos que empezar argumentando que es aquella que da forma y almacena todos los conocimientos que vamos adquiriendo. Contiene “nombres, números, fechas y hechos y se procesan en áreas cerebrales diferentes” (Blakemore et al, 2005). Como en el caso de la episódica, es filtrada por el hipocampo en primera instancia, empero, a medida que se va arraigando en el proceso que ya conocemos de consolidación, termina por asentarse en la corteza cerebral. La cuestión relevante es que, una vez consolidado el concepto, ya no es necesaria la intervención del hipocampo para su evocación, a diferencia de la episódica. De hecho, la memoria semántica puede llegar a formarse en ausencia de un hipocampo funcional. De

esta forma, todas las ideas que enriquecen nuestro mundo interior, todas aquellas lecturas que golpearon y agitaron nuestras conciencias cambiando el filtro por el que leemos el mundo, en definitiva, nuestro bagaje intelectual, se aposenta, a medida que pasa el tiempo, en la corteza cerebral, enraizando aquellos recuerdos que nos acompañarán hasta, prácticamente, el final de nuestros días. Pacientes que perdieron incluso la noción de su propia identidad eran capaces de recordar, aun sin saber dónde ni cómo, algunas ideas que formaron parte, *in illo tempore*, de su ser (Ruiz, 2022). En todo caso, ambos sistemas, cabría resaltar, cooperan, están muy vinculados entre sí. Si pensamos, por ejemplo, en aquel café de Madrid que compartimos con amigos, se nos vendrán encima trasuntos sobre la mesa de mármol verde y blanca sobre la que nos sentábamos, la estructura metálica verde oscura, la vegetación de alrededor, así como la camisa blanca y gafas doradas de aquel camarero, ligeramente cheposo, que nos atendió. Todo esto se procesa a partir de lo episódico. Sin embargo, el contenido de la conversación, las ideas que se trataron sobre la dificultad que entraña el campo digital al no poder hablar de un solo panóptico, siguiendo con el caso que nos sirve de aclaración, se procesaría a partir de lo semántico. Por tanto, el nivel de procesamiento entre sendos sistemas, aun cuando están muy entrelazados, difiere. Del mismo modo, otra de las diferencias reseñables que se podrían destacar es la que marca Baddeley, a saber: “la recuperación de la memoria episódica suele estar acompañada por una sensación de estar recordando conscientemente el pasado. No hay tal sensación de recuerdo consciente cuando recuperamos el conocimiento general de la memoria semántica” (Baddeley et al, 2020, p. 200). En lo que a las bases biológicas se refiere, hemos de enunciar que no hay un acuerdo específico al respecto. Es decir, si bien comprendemos que el almacenamiento se da a lo largo de toda la corteza cerebral, no parece darse un acuerdo consensuado por la comunidad neurocientífica sobre las áreas que cooperan y laburan en el procesamiento. Sea como fuere, parece que los lóbulos temporales juegan un papel pertinente. J. Binder y R. Desai (2011), conocidos neurólogos cognitivos, mostraban de esta manera el informe de sus resultados:

Semantic memory includes all acquired knowledge about the world and is the basis for nearly all human activity, yet its neurobiological foundation is only now becoming clear. Recent neuroimaging studies demonstrate two striking results: the participation of modality-specific sensory, motor, and emotion systems in language comprehension, and the existence of large brain regions that participate

in comprehension tasks but are not modality-specific. These latter regions, which include the inferior parietal lobe and much of the temporal lobe, lie at convergences of multiple perceptual processing streams. These convergences enable increasingly abstract, supramodal representations of perceptual experience that support a variety of conceptual functions including object recognition, social cognition, language, and the remarkable human capacity to remember the past and imagine the future.⁹ (Binder y Desai, 2011, p. 527)

Por otra parte, la investigación acerca de los sistemas semánticos nos conduce a postular una subdivisión más. Esto es, (1) una memoria semántica de conceptos, y (2) una memoria semántica basada en esquemas y guiones. La primera hace referencia a nuestra habilidad cognitiva para recopilar ideas bajo las siguientes características: (a) tienen una naturaleza abstracta, (b) son estables en la medida en que un sujeto puede utilizar la misma representación en ocasiones diversas, y (c) sujetos diferentes suelen tener similares representaciones en torno a un mismo concepto. En el caso de la memoria semántica basada en esquemas y guiones, cabría entender por esquemas “un bloque de conocimiento bien integrado sobre el mundo, eventos, gente o acciones. [...] Lo que recordamos está muy influenciado por el conocimiento esquemático que ya poseemos” (Baddeley et al 2020, p. 219). Se refiere, pues, a algunos aspectos del mundo que contienen información fija, como podría ser, pensemos, una iglesia gótica. Así mismo, por guiones comprendemos los recuerdos de las consecuencias de los eventos, como, por ejemplo, recordar una serie de eventualidades que suelen pasar cuando se lleva una acción determinada: imaginemos un largo viaje de tren.

4.4. ¿QUÉ OCURRE CON EL OLVIDO?

Hasta el momento, hemos podido organizar una suerte de taxonomía de la memoria en virtud de su almacenamiento y procesamiento, de su carácter explícito o implícito.

⁹ Una traducción aproximada sería: La memoria semántica incluye todos los conocimientos adquiridos sobre el mundo y es la base de casi todas las actividades humanas, sin embargo, su fundamento neurobiológico apenas comienza a aclararse. Estudios recientes de neuroimagen demuestran dos resultados sorprendentes: la participación de sistemas sensoriales, motores y emocionales específicos de la modalidad en la comprensión del lenguaje, y la existencia de grandes regiones cerebrales que participan en tareas de comprensión pero que no son específicas de la modalidad. Estas últimas regiones, que incluyen el lóbulo parietal inferior y gran parte del lóbulo temporal, se encuentran en convergencias de múltiples corrientes de procesamiento perceptual. Estas convergencias permiten representaciones supramodales cada vez más abstractas de la experiencia perceptual, que respaldan una variedad de funciones conceptuales, como el reconocimiento de objetos, la cognición social, el lenguaje y la notable capacidad humana para recordar el pasado e imaginar el futuro.

Además, hemos detallado cómo es el funcionamiento de cada una de ellas, a qué se dedican, cómo operan, así como sus bases biológicas. Es decir, hemos desentrañado en un recorrido raudo los misteriosos engranajes que nos permiten aprehender y hacer nuestro el mundo al que fuimos arrojados. Con esta visión panorámica, estamos cerca de arribar, aun cuando ya se ha atisbado en el horizonte, a la importancia que tiene, a tenor del modelo neurocognitivo, la memoria en un sentido semántico para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto es, ya conocemos las particularidades relevantes de la memoria. Ahora, vamos a detenernos a desplegar aquellas líneas que nos permitan entender cuáles son las bases del olvido, lo que H. Ruiz llama “la fugacidad de la memoria”.

La primera pregunta que se hacen los neurocientíficos tiene que ver con lo siguiente: ¿cómo funciona el olvido? ¿Nuestros recuerdos caen al oscuro abismo de la desmemoria? O, por el contrario, ¿sencillamente se pierden en la inmensidad de nuestro bosque cognitivo al quedar desdibujados los recorridos neurales que nos acompañaban hacia el recuerdo añejo? Algunos científicos argumentan en la dirección de la segunda hipótesis, “nuestras experiencias dejan trazas que perduran en la memoria para el resto de la vida, solo que perdemos la capacidad de recuperarlas por diversos motivos” (Ruiz, 2022, p. 97). Una primera distinción relevante para el caso sería la que comprende recordar y reconocer. Si, por ejemplo, hacemos ver una lista de palabras a un número n de estudiantes, y a las pocas horas les pedimos que recuerden alguna, lo más probable es que hayan retenido dos o tres, pero no más. Sin embargo, si cruzamos las palabras de tal elenco con otras palabras aleatorias y les pedimos a los estudiantes que identifiquen aquellas que se encontraban en la lista primera, el resultado es mucho mejor, ya que son capaces de recordar casi todas. Esta diferencia apunta en el sentido de que, en muchos casos, somos incapaces de recuperar una información con solo una referencia, empero, con las referencias adecuadas, conectaríamos con una ramificación de los engramas específicos activando, así, la memoria de nuevo (Oever et al, 2021). No obstante, en la medida en que somos seres biológicos, nuestras neuronas van muriendo, sus conexiones se van debilitando, y las grandes estructuras se van desmembrando, ajándose poco a poco, pues nada es ajeno al paso del tiempo. Algunos investigadores indican que el proceso de olvido es doble: en un sentido se pierde la información en la profundidad que entraña el cerebro, y en otro, las estructuras se derrumban arrastrando consigo al recuerdo. Respecto a este segundo caso de desaparición de estructuras, las hipótesis apuntan a que resulta de

la consecuencia de un proceso activo y necesario que lleva a cabo el cerebro como método de criba en torno a la información que ha de guardar. Es decir, la mayoría de nuestros recuerdos no son necesarios para nuestra supervivencia, y, si bien la memoria registra y deja huella de prácticamente cada paso que damos, no tendría ningún sentido almacenar toda esa información para siempre, pues conllevaría un coste biológico enorme. Apunta H. Ruiz: “en realidad, si no olvidásemos de un modo sistemático, cualquier experiencia inundaría nuestra mente con una retahíla de hechos irrelevantes, que nos distraerían continuamente de nuestros propósitos” (Ruiz, 2022, p. 104). Al parecer, la criba se produce en gran medida en el sueño, pues en esas horas el cerebro organiza la información recogida a lo largo del día, eliminando así los recuerdos más colaterales.

Desde estas coordenadas, el proceso de consolidación (que si recordamos tiene que ver con el fortalecimiento de las conexiones sinápticas a través de la evocación de una experiencia) parece tener un papel decisivo, no solo en la vigilia, sino también en el sueño (Dudai y Heisenberg, 2004). Cuando suspendemos la conciencia, aquellos patrones neuronales que se encendieron en la vigilia a consecuencia de ciertas experiencias se reactivan en el sueño. El ciclo del sueño se divide en dos fases, la REM (movimientos oculares rápidos) y la fase precedente, llamada NREM (no REM). En la primera, las ondas cerebrales registradas son de alta y baja frecuencia, similar a la acontecida en la vigilia. En la NREM, las ondas son mucho más lentas y de mayor amplitud. A lo largo de toda una noche, estas fases se van alternando. Empero, en las primeras horas las fases NREM son más largas que la REM y en las últimas ocurre lo contrario. La evidencia empírica arroja que los procesos de reactivación neurales relacionados con las experiencias de la vigilia se dan en las fases NREM: “The core mechanisms of memory consolidation, including the reactivation and redistribution of mnemonic contents, rely on specific rhythmic neural activity patterns during NREM sleep”¹⁰ (Muehlroth et al, 2020, p. 3), y se interrumpen en las REM. De este modo, la alternancia de fases desemboca en etapas de consolidación. Más aún, se ha sugerido la posibilidad de que en la reactivación neural correspondiente a la etapa NREM, el hipocampo estimulara los vastos campos que configura la corteza cerebral para reforzar las conexiones entre circuitos, dejando así de

¹⁰ Una traducción aproximada sería esta: “Los mecanismos fundamentales de la consolidación de la memoria, incluyendo la reactivación y redistribución de los contenidos mnemónicos, dependen de patrones específicos de actividad neural rítmica durante el sueño sin movimientos oculares rápidos NREM”

requerir la actuación del hipocampo para su evocación futura. Dicho de otro modo, asentando las experiencias en la memoria a largo plazo.

Otro de los factores que hemos de tener en cuenta para entender el proceso del olvido es el que desempeña la interferencia. El argumento es el que sigue: si la memoria se construye a través de un proceso de consolidación, esto es, generando asociaciones entre la nueva información y la que ya poseíamos; evocándola y reflexionando sobre ella, empero, a mitad de este evento, nos atraviesa la mente otra información que llama poderosamente nuestra atención, resulta plausible pensar que la nueva experiencia interfiera bloqueando el proceso previo, condenando a las garras del olvido la idea que anteriormente competía por asentarse en nuestra memoria a largo plazo. M. Anderson explica este proceso de interferencia de una manera ostensiva a través de lo que implican las rutinas:

Regirse por rutinas, sin embargo, hace que lo vivido sea menos fácil de recordar. Podemos recordar lo que cenamos anoche, pero no lo que cenamos hace dos semanas. Este tipo de olvido no refleja simplemente el paso del tiempo. Somos capaces de recordar durante mucho tiempo y con facilidad experiencias que son únicas: es más fácil recordar una cena el año pasado en casa de los vecinos, que una cena hace tres meses en nuestra casa. (Baddeley et al, 2020, p. 285)

Esto se debe a que unos estímulos tienen el poder de activar más asociaciones que otros. Si todos los días cenamos, la nueva cena interfiere con la anterior, y así sucesivamente. Es muy complicado que una cena sea capaz de consolidarse en la memoria, pues no tendrá tiempo de establecer asociaciones fuertes. Al contrario, aquella cena en casa de los vecinos, con la mujer contando divertidas anécdotas acerca de cómo se conocieron y un *risotto* poco meloso, sí que implica una carga estimular asociativa potente, capaz de penetrar por mucho en nuestra psique. Esto explica las razones por las que sí recordamos una cena con los vecinos y no una cena que forma parte de nuestro quehacer diario. Cuando vivimos experiencias parecidas, nuestra memoria establece asociaciones alternativas que conllevan el remplazo de las anteriores.

Como hemos podido observar, el olvido tiene que ver con estructuras que terminan hundiéndose con el paso del tiempo, pero también con no haber construido asociaciones importantes que nos ayuden a encontrar el camino de vuelta al recuerdo concreto. En este

sentido, uno de los elementos a tener en cuenta, a partir del cual se señala en la dirección de una mayor carga asociativa, no es sino la cuestión del contexto. H. Ruiz, esgrime lo siguiente:

nuestra capacidad de recordar depende de los estímulos -las pistas- que nos proporcionará el entorno en el momento en que tratamos de conseguirlo. Esos estímulos activarán los fragmentos de nuestra memoria que los representan, y su activación se extenderá a los datos y conceptos que tenga asociados. (Ruiz, 2022, p. 110)

Esto se debe a que, generalmente, las ideas que se imbrican con lo aprendido están vinculadas a su vez a un contexto físico determinado. Imaginemos ir caminando por las estrechas calles de un pueblo viejo hasta alcanzar con el paso una verja repleta de flores de jazmín. Entonces, de súbito, a medida que el aroma inunda nuestros sentidos, ser golpeados por la afable imagen del recuerdo de nuestra abuela enseñándonos a recoger los jazmines cerrados, para depositarlos en la mesita de noche y perfumar, así, toda la habitación. Este es el poder que tiene el contexto físico, nos guía hacia el recuerdo, nos conduce a la activación de estímulos relativos al cuándo, con quién o al dónde nos encontrábamos. Sin embargo, para que el contexto actúe como vehículo hacia la memoria, tal contexto debe suponer alguna pertinencia que lleve al individuo a prestarle alguna atención. De otra forma, su poder se atenuaría considerablemente (Smith y Vela, 2001). Del mismo modo, también se han encontrado evidencias que apuntan a una mejor capacidad de retención en virtud del ánimo con el que recibamos una información. Dicho con otras palabras, si estamos de buen humor cuando sucede que p , entonces las probabilidades de recordarlo serán mayores que si nos encontramos de peor humor. En cualquier caso, si bien hay que guardarles consideración, los efectos del contexto físico, fisiológico o emocional no suponen un alto grado de relevancia a la hora de cuidarnos del olvido, aun cuando pudieran actuar como disparadores. La forma más eficiente para que un recuerdo no termine siendo arrasado por la desmemoria está muy vinculada con el proceso de aprendizaje. Cuanto más entretejamos la idea que estamos aprendiendo a las ideas previas que ya poseíamos, más afianzaremos lo nuevo. Sería como si intentásemos extender los circuitos neurales ya consolidados añadiendo la construcción de un trecho más; una continuación del recorrido como si la ampliación de una línea de metro se tratase. Si insistimos en la configuración del trazo nuevo y su imbricación con el anterior,

realizaremos lo que se conoce como un aprendizaje profundo, capaz de soportar el paso del tiempo (Willingham, 2023). Volveremos sobre esta idea. Además de afianzar los recuerdos teniendo en cuenta el contexto y demás elementos externos, otra de las formas interesantes para reencontrar la senda hacia una memoria concreta tiene que ver con vagar por circuitos neurales internos que sepamos cercanos al recorrido específico que buscamos. A saber, si, pongamos por caso, tengo problemas para recuperar una idea delimitada, intentar recordar todos los matices episódicos de dónde ocurrió, con quién estaba, de qué hablábamos antes y después de la información que buscamos, hará factible que en un determinado momento conectemos, encendamos y encontremos la vía y logremos recordar lo requerido. En definitiva:

llegar al rincón oportuno de la memoria en el momento preciso depende sobre todo de aquello en lo que estemos pensando y de los estímulos que encontremos en el ambiente. Por eso, cuando nuestra intención es recordar algo en el futuro, resulta útil prever la aparición de alguna pista que lo active. (Ruiz, 2022, p. 121)

Todos los recuerdos pasan, en primera instancia, por una fase de inestabilidad. Si no se consolidan se pierden. A nivel interno, el mecanismo es el que sigue: (1) se da una comunicación, un cambio químico entre neuronas a través de la sinapsis. Sin embargo, estos movimientos de comunicación resultan breves. Esto quiere decir que (2), si estas nuevas conexiones neurales no van acompañadas de una formación de estructuras o engramas, así como de (3) un trabajo de mantenimiento posterior, no hay garantía alguna de que hayamos logrado insertar una idea/conocimiento en la memoria a largo plazo. Esta secuencia, que hemos llamado de consolidación, necesita mucho tiempo por razones adaptativas y de economía biológica (Kolb y Whishaw, 2015). De otra forma, tal proceso puede ser gravemente alterado hacia una dirección u otra en virtud de dos hormonas-neurotransmisores generados en las glándulas suprarrenales y dependientes de la información que le proporciona la amígdala, esto es, a partir de fenómenos emocionales. Estamos hablando de la adrenalina y el cortisol. La primera de ellas se convoca por la reacción de ataque-huida en la medida en que nuestra integridad física se vea comprometida. Su segregación incide de manera sobresaliente sobre el hipocampo, acentuando y acelerando la consolidación del hecho que desencadenó esta respuesta emocional. En el caso del cortisol ocurre algo curioso: si la hormona es reclutada en condiciones normales, su incidencia sobre el hipocampo ayuda al proceso de

consolidación. Sin embargo, si la ansiedad es persistente, provoca disrupciones severas en el hipocampo, dificultando la capacidad de retención y potenciando la desmemoria. Estudios de hace pocos años revelan los impedimentos cognitivos que sufren individuos con trastorno de ansiedad generalizada en una revisión sistemática:

los pacientes con TAG manifiestan frecuentemente quejas cognitivas y una falta de confianza respecto a su rendimiento cognitivo. [...] En este sentido, un estudio realizado en una muestra de pacientes de baja laboral por enfermedad encontró correlación significativa entre los síntomas de ansiedad y las quejas subjetivas de memoria” (Langarita-Llorente y Gracia-García, 2019, p. 59).

Desde este plano y en concordancia con lo dicho en capítulos previos, las emociones intensas no están indicadas para el aprendizaje, aun cuando algunas de ellas suponen un aglutinante natural, en la medida en que inciden únicamente en los sistemas episódicos-autobiográficos y no en los semánticos que, como sabemos, son los encargados de llevar a buen puerto el proceso de aprendizaje.

4.5. LAS GRIETAS DE LA MEMORIA

Finalmente, cabría decir algunas palabras sobre lo que podríamos llamar los errores de la memoria. Como se sabe, la memoria es reconstructiva, lo que implica que la evocación de un recuerdo determinado nunca es exacta, es decir, no conlleva una reproducción fidedigna de los acontecimientos que ocurrieron *in illo tempore*. De hecho, ocurre lo contrario, a medida que va pasando el tiempo, sucede un fenómeno que tiene que ver con omitir y rellenar. De un lado, a medida que el devenir transcurre los detalles de un recuerdo se van evaporando, apocando, hasta que el desvaír es casi completo y solo permanece en la distancia una imagen esquemática que comprende lo nuclear de lo vivido. No obstante, en esa misma proporción de omisión del detalle se va dando otro mecanismo que, por lo general, resulta paralelo y tiene que ver con rellenar esos huecos. Esto es, por distintas razones que ahora desgranaremos, el detalle perdido es suplantado por detalles nuevos que nunca ocurrieron del que el individuo no es consciente. Apunta H. Ruiz:

sin embargo, hay otro modo en que nuestra memoria puede no funcionar de la forma que deseamos: alterando nuestros recuerdos e, incluso, creando recuerdos

de experiencias que nunca ocurrieron. Si los primeros errores son de omisión, los falsos recuerdos son errores de comisión (Ruiz, 2022, p. 181).

Además, si el recuerdo está impregnado de una carga emocional fuerte nos acompaña una sensación de seguridad en torno a él que no se sigue necesariamente. Esto se debe a que nuestra memoria opera a través de inferencias para rellenar los huecos, y lo interesante del asunto es que ese relleno lo lleva a cabo en virtud de nuestros conocimientos, creencias y estados mentales actuales. Es como si inoculásemos nuestras expectativas sobre cómo debería haber sido ese recuerdo, empero sin ser conscientes de este movimiento. En este sentido, es importante señalar que nuestra memoria no resulta un relato de lo que fue, sino una narrativa de lo que quizá ocurrió. Si, pongamos por caso, le preguntamos a un individuo por los recuerdos de su boda, acontecimiento ocurrido años atrás, estos se modularán en virtud de cómo sea el estado actual de su relación. De este modo, si tiene un sentimiento de bienestar respecto a su pareja, probablemente recordará ciertos detalles de su boda de una manera sublimada. Si, por el contrario, su relación está pasando por un momento feo, estos mismos recuerdos adquirirán un matiz más taciturno (Baddeley et al, 2020). Por tanto, nuestro estado de ánimo actual, así como las vivencias novedosas, hacen las veces de escultor de nuestra memoria con el objetivo de dar coherencia a la manera en la que hoy vemos el mundo, generando así un fraudulento, empero solvente y eficaz hilo conductor que da sentido a nuestra biografía. De hecho, algunas formas de soslayar las disonancias cognitivas o de reconciliarnos con nuestro pasado están vehiculadas por este fenómeno. Desde estas coordenadas, resulta enormemente interesante toda la literatura esgrimida en torno a las falsas confesiones luego de largos interrogatorios policiales en E.E.U.U., así como la facilidad con la que se puede influenciar en los recuerdos de los individuos a través de contextos envolventes y sugestivos. Evidentemente, nosotros no podemos detenernos en esta cuestión en la medida en que excede por completo nuestro objeto de estudio. En cualquier caso, merece la pena acercarse a Cialdini (2016) para una información más detallada al respecto.

Dicho lo cual, ha llegado el momento de dar el siguiente paso. Hemos trazado un recorrido por los aspectos más relevantes que comprende el amplio ámbito de la memoria, con el objetivo de establecer unos sólidos cimientos conceptuales que aporten claridad y rigor; desde las bases neurológicas hasta una distinción en torno a su funcionamiento y procesamiento; desde las formas en que se manifiesta el olvido, hasta, finalmente, las

grietas que conlleva el proceso. A continuación, vamos a ver en qué sentido se puede usar esta información para hacer neuroeducación. Esto es, qué papel juega la memoria en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde un punto de vista teórico, pero sobre todo práctico. En definitiva, por qué el proceso educativo debiera pivotar alrededor de un trabajo sistemático sobre la memoria.

5. MEMORIA Y APRENDIZAJE

*Otra vez, los catedráticos creen soñar.
Se presenta a las Ciencias Naturales como una
ideología entre otras y se habla de los alumnos
como si fueran mini investigadores.*

I. Enkvist, 2022

En este capítulo, vamos a terminar de perfilar el modelo de aprendizaje neuro-cognitivo en el que el concepto de memoria resulta el pilar elemental en el que se asienta el conocimiento, y, por tanto, el aprendizaje. Así pues, desarrollaremos un formato en el que el proceso de enseñanza-aprendizaje esté configurado en virtud del fenómeno de la memoria, de la memorización, de saberes o contenidos enciclopédicos como *ratio noscendi* de absoluta relevancia para el ciclo formativo. Para ello, señalaremos cómo es el procedimiento por el cuál memorizamos, vinculado estrechamente a la idea de aprendizaje profundo, esto es, aquel que aguanta los vaivenes del tiempo. Esta parte será sumamente controvertida en la medida en que invalida, o, al menos pone en cuarentena, las corrientes pedagógicas cuyas tesis giran alrededor de un aprendizaje no memorístico, corrientes que, así mismo, son *trendy* en nuestros días. Del mismo modo, indagaremos sobre la embriagadora idea de la innovación y sus implicaciones de una manera eminentemente analítica. Es decir, a partir del referente de aprendizaje neurocognitivo criticaremos gran parte de las maneras en las que hoy se entienden las pedagogías, así como gran parte de los conceptos que enarbolan desde su marco referencial. Por tanto, en primer lugar, nos dedicaremos a elucidar cómo son algunos de los modos en los que se entiende la pedagogía en nuestro tiempo, así como observar cuáles son algunas de sus figuras de autoridad. Ello nos permitirá acercarnos a la ley educativa actual, la LOMLOE, para analizar si ha sido o no penetrada por las tesis de tales cuadros pedagógicos. A partir de entonces, seguiremos con el desarrollo del aprendizaje entendido desde la memoria y

sus condiciones de posibilidad y así sucesivamente hasta tratar todos los conceptos señalados.

5.1. COMPETENCIAS Y CONTENIDOS

Andreas Schleicher, director del departamento de educación de la OCDE desde 2012, esgrimía para la entrevista que le realizaron en la revista *Participación Educativa* lo siguiente:

Actualmente el mundo ya no nos recompensa por lo que sabemos –Google lo sabe todo– sino por lo que podemos hacer con lo que sabemos. Si todo lo que hacemos es enseñar a nuestros hijos lo que sabemos, pueden recordar lo suficiente como para seguir nuestros pasos. Pero solo si ayudamos a construir una brújula y aquellas habilidades que nos ayuden a navegar, podrán ir a cualquier parte y encontrar su camino a través de este mundo cada vez más complejo, volátil y ambiguo [...] Más importante será para los estudiantes comprender los fundamentos conceptuales y estructurales de una disciplina («saber cómo»), en lugar de dominar el contenido con una vida útil limitada («saber qué»). (Roca y Schleicher, 2019, p. 7)

Al parecer, es más importante saber cómo que saber qué. ¿Esto qué significa? Desde hace unos años, la influencia de lo que se conoce como escuela nueva o pedagogías activas ha desembocado en una contraposición que podemos encontrar por doquier entre tener la habilidad, la pericia para poder hacer, que retener memorísticamente unos conocimientos anclados en la mente, como si, a su juicio, agua estancada se tratara. El mundo digital se ha abierto camino de manera arrolladora; las IA están configurando una nueva revolución digital a partir de la cuál todas nuestras preguntas están encontrando respuestas eficaces, eficientes, rápidas y satisfactorias (términos fetiche de hoy). Estamos hablando de la irrupción indiscutible del ChatGPT: tener el conocimiento del mundo a golpe de pulgar, en la caricia y pulsación que implica el uso de nuestros dispositivos móviles. Ante este panorama, por qué deberíamos seguir insistiendo en un conocimiento enciclopédico. ¿No sería más razonable relegar todos esos conocimientos a la tecnología y hacer de la educación un lugar mejor? Un mundo diverso, inclusivo, colaborativo, igualitario, democrático e intercultural. Un mundo más bello y habitable:

En síntesis, podemos decir que la educación intercultural da una respuesta eficaz a la necesidad de formar ciudadanos que puedan vivir e integrarse en una sociedad en que están presentes múltiples culturas. Naturalmente, ello será posible en la medida en que los alumnos adquieran en sus centros escolares una adecuada competencia cultural (aptitudes y actitudes) que les permita desarrollar su proyecto personal de vida en el marco de una sociedad pluricultural y plurilingüe. Por lo tanto, la educación intercultural debe ocuparse más de la adquisición de un conjunto de capacidades que permitan afrontar esta problemática, que de facilitar el conocimiento de los diferentes aspectos de las culturas. (García, 2005, p. 99)

Esto es, en el mundo global, educar en lo que se sintetiza bajo el término de competencias antes que en contenidos parece que nos pudiera preparar mejor para los retos que están por llegar. La educación actual, sin embargo, sigue anclada en el siglo pasado, en la época del disciplinamiento duro, de las primeras revoluciones industriales, donde las necesidades de la época no son las de hoy. Estamos, en definitiva, educando a nuestros hijos, toda vez que aceptemos este relato, en aspectos que no los preparan para el porvenir. Ken Robinson, reconocido pedagogo y conferencista británico, famoso, sobre todo, por un vídeo que circula por la red en la que analiza la educación actual en términos “marxistas” y “foucaultianos”, suma a la lista de cuestiones que debiera incorporar el proceso de enseñanza-aprendizaje, la innovación y la creatividad. Creatividad frente a contenidos, criticando duramente lo que lleva de suyo el sistema educativo de nuestros días: “la enseñanza actual se muestra escéptica con la creatividad, la expresión personal y las formas de trabajo no verbales y no matemáticas, así como con el aprendizaje a través de la exploración y del juego imaginativo, incluso en la etapa preescolar” (Robinson, 2019, p. 42). Más aún, muchas de las críticas a los sistemas educativos antiguos, empero vigentes, donde se da clase magistral a través del uso del libro, donde el alumno recibe conocimientos de manera pasiva, pero sin intervenir, por tanto, en su proceso formativo, podría estar mediado al mismo tiempo por intereses económicos bancarios neoliberales. En este sentido, la guerra hacia el libro de texto, en la medida en que supone el elemental sustrato de una formación arraigada en saberes enciclopédicos, es total, pues: ¿no responden a los perversos intereses de las compañías editoriales? Jaume Martínez, pedagogo de la Universidad de Valencia, se preguntaba allá por 1999:

¿Qué personas deciden el material que debe publicarse? Apple analiza esto en *Maestros y Textos*, con referencias a investigaciones sobre el mundo editorial de los Estados Unidos. Y señala las siguientes características: la mayoría de las decisiones relativas a los textos que deben publicarse las toman predominantemente hombres, con un marco de referencia general situado en el mercado, y cuyos objetivos principales son el capital financiero, las perspectivas a corto plazo y grandes márgenes de beneficios. Cualquier visión cultural o educativa quedarán necesariamente postergadas a un segundo lugar. (Martínez, 1999, p. 12)

Desde estas coordenadas, la nueva educación ha de buscar otros métodos que no caigan bajo los intereses de los capitalistas, a fin de construir una mejor educación. Desde luego, si validamos esta narrativa, los contenidos de los libros de texto responden a una clara voluntad de encuadre que tienen más en cuenta los beneficios que la propia educación. En un sentido similar, probablemente precursor del discurso que acabamos de ver, el filósofo y pedagogo brasileño Paulo Freire (1921-1997) contraponía una educación bancaria o domesticadora, cuyo objetivo era meter unos contenidos en las mentes de los jóvenes de manera totalmente acrítica, a una educación libertadora, en la que docente y alumno construyen el aprendizaje de manera dialógica, intentando despertar conciencias para luchar contra la ignorancia, el sufrimiento y la injusticia:

La pedagogía del oprimido, aquella que debe ser elaborada con él y no para él, en tanto hombres o pueblos en lucha permanente de recuperación de su humanidad. Pedagogía que haga de la opresión y sus causas el objeto de reflexión de los oprimidos, de lo que resultará el compromiso necesario para su lucha por la liberación, en la cual esta pedagogía se hará y rehará. (Freire, 1970, p. 40)

Si bien *La pedagogía del oprimido* resulta un texto que no ha de tomarse a la ligera de ningún modo, las escuelas *new age* lo han incorporado, acaso de forma frívola, junto a *Democracia y Educación* de J. Dewey, las tesis de L. Vygotsky, así como los planteamientos de J. Piaget, para asentar las bases de un constructivismo educativo, de un lado, y para revestir de cierta retórica e idealismo las metodologías que sugieren implantar (Enkvist, 2022) de otro, más centrada en el alumno que en el docente, en la cooperación frente a la competencia, en la diversidad frente a la diferencia, en la creatividad frente a la memoria, en habilidades frente a los contenidos, en los valores de

los derechos humanos y la democracia. En definitiva, centrada en el bien. Todo esto, se sintetiza en una serie de lemas que el filósofo y pedagogo G. Luri recoge muy bien y que después criticará duramente, a saber:

“los niños tienen que desarrollar competencias para la vida, no adquirir conocimientos de forma preventiva”. [...] “El estudiante del siglo XXI construye su significado”. [...] “Los alumnos que menos memorizan sacan mejores notas”. [...] “Tenemos que devolver el placer a las aulas”. [...] “El esfuerzo conduce al fracaso”. (Luri, 2020, p. 27)

Así pues, todos estos emblemas que *prima facie* transformarán la educación para afrontar los retos y construir el ciudadano de la sociedad del mañana, requieren de nuevos elementos que dejen atrás la instrucción enciclopédica por esta suerte de brújula competencial donde el alumno esté en el centro, construyendo su aprendizaje. Por tanto, la educación debe necesariamente ser innovadora. M. S. Fernández, profesor titular del departamento de didáctica de la Universidad de Málaga, se preguntaba “¿por qué es necesario innovar?” Respondiendo lo siguiente:

La escuela sigue siendo esencialmente memorística y recepcionista. No es sólo que las materias y asignaturas aparentemente más relacionadas con funciones mentales como la imaginación hayan perdido peso en el currículum, es que las ciencias y las letras, inagotable fuente de cuestionamiento son planteadas, diseñadas e impartidas como se si tratase de cuerpos cerrados. [...] La pedagogía de la respuesta correcta es la expresión de un fundamentalismo educativo trasnochado que ya no sirve para la educación de los ciudadanos del presente y del futuro. [...] Es necesario innovar porque educar es más que instruir. (Fernández, 2016, p. 42)

La innovación como respuesta a una educación competencial, las metodologías constructivistas como alternativa a la escuela pensada como una fábrica: el aprendizaje cooperativo, el *Escape room*, la *Gamificación*, la realidad aumentada en el aula, la *Flipped Classroom* se presentan como metodologías activas e innovadoras que buscan ocupar el espacio nuevo que requiere una novedosa forma de entender la formación¹¹,

¹¹ Cabe advertir que la crítica a este tipo de metodologías no invalida por completo la utilidad que pudieran tener para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Luego, no estoy queriendo decir que debamos

donde la tecnología, las llamadas TIC, juegan un papel decisivo. Si es nuevo y tecnológico, pocas dudas caben para saber que estamos ante una propuesta innovadora. En este sentido, la palabra innovación configura lo que los profesionales del *marketing* en tanto disciplina llamarían “palabra de poder”, en la medida en que resulta un concepto ubicado en la cúspide de nuestras pretensiones como sociedad, gozando, así, de buena prensa y reconocimiento para el sujeto de nuestros tiempos. Más adelante tendremos ocasión de dedicar unas palabras a lo que pudiéramos acuñar como las trampas de la innovación desde una perspectiva educativa. En cualquier caso, retomando lo anterior, la escuela debe pender de estos atributos: competencias/habilidades e innovación.

Tanto es así, que esta idea de competencias está calando en gran parte de los sistemas educativos occidentales. Sin ir más lejos, la última reforma educativa española, estamos hablando de la LOMLOE, recoge en su preámbulo lo siguiente:

La ciudadanía reclama un sistema educativo moderno, más abierto, menos rígido, multilingüe y cosmopolita que desarrolle todo el potencial y talento de nuestra juventud, planteamientos que son ampliamente compartidos por la comunidad educativa y por la sociedad española. [...] Pero garantizar una formación adecuada pasa necesariamente por proporcionar una formación integral, que se centre en el desarrollo de las competencias, y que sea por una parte equilibrada, porque incorpora en su justa medida componentes formativos asociados a la comunicación, a la formación artística, a las humanidades, a las ciencias y la tecnología y a la actividad física y, por otra, en la medida en que se avanza la escolaridad pueda ir proporcionando la formación básica imprescindible para seguir formándose. (LOMLOE, 2020, Sec. I, P. 122872)

Cabe apuntar una advertencia al respecto, a saber: que la ley de un peso fuerte al concepto de competencia no implica un desapego completo hacia los contenidos. De hecho, los contenidos siguen trabajándose y mantienen una relevancia que hemos de tener en consideración. Sin embargo, parece claro que promueve una primacía por las competencias que sí debe ser señalada. Sin ir más lejos, en el cuerpo del fragmento propuesto ya viene implicada tal correlación de fuerzas. Así, en primera instancia afirma que el proceso formativo “se centre en el desarrollo de las competencias” al mismo tiempo

desestimarlas o no reflexionar sobre su relevancia. El centro del argumento que estamos construyendo pivota en torno a los pilares sobre los que se asientan estas metodologías activas, no tanto en su contenido.

que esgrime “y que sea por una parte equilibrada, porque incorpora en su justa medida componentes formativos...”. La clave aquí reside en ese “en su justa medida”. Es decir, la orientación de la ley ya nos indica que la influencia de todas estas corrientes que hemos ido viendo ha permeado profundamente en sus raíces. Para clarificar aún más esta cuestión, por si quedaran dudas razonables al respecto, sugerimos prestar atención a uno de los puntos que señala el manifiesto “Conquistar la Vanguardia educativa”, dentro de la Estrategia España 2050, publicada en 2021 por el Gobierno de España, el mismo que redactó la LOMLOE:

España tiene un currículum educativo excesivamente rígido y enciclopédico, más orientado a la reproducción de contenidos (datos, fórmulas, hechos históricos) que al desarrollo de competencias más relevantes para la vida y el aprendizaje profundo. Nuestro sistema sigue priorizando (sobre todo en educación secundaria) la instrucción de “lo que los alumnos deben saber”, frente al desarrollo de “lo que los alumnos son capaces de hacer” con el conocimiento adquirido. Así, por ejemplo, muchos centros educativos siguen valorando más que sus estudiantes sean capaces de memorizar una lista de palabras en una lengua extranjera a que sean capaces de hablar en ese idioma. A pesar de la intención declarada de las últimas leyes educativas de un cambio hacia el aprendizaje por competencias, lo cierto es que, en España, la enseñanza se sigue organizando en torno a un número excesivo de asignaturas, todas ellas sobrecargadas de contenidos, encorsetadas por los libros de texto, y dispuestas en competición directa las unas con las otras por la atención del alumnado. Esto deriva en un conocimiento excesivamente academicista, poco vinculado a la experiencia, que no potencia el aprendizaje interdisciplinar y que obstaculiza o simplemente ignora el desarrollo de habilidades transversales fundamentales como el trabajo en equipo, la capacidad de construir un argumento, la asertividad o el pensamiento crítico. (Gob. de España. 2021, p. 102)

Lo interesante de esta perspectiva, que, como acabamos de ver, está totalmente presente en la pretensión de nuestros gobiernos, aun cuando no se ambicione diluir los saberes o contenidos en la legislación educativa, es el marco teórico que presupone, donde se contraponen competencias con contenidos, como si tuviéramos que elegir o priorizar entre uno u otro. La tesis que vamos a defender aquí, y para ello volveremos de nuevo con la

memoria en su papel para el aprendizaje, es que no se puede de ningún modo dissociar entre competencias y contenidos/saberes, en la medida en que para adquirir la competencia de una disciplina se precisa de cuantos más conocimientos mejor. Es decir, a más contenidos mayor competencia. Dicho de otro modo, la competencia es la consecuencia de poseer unos saberes. O si se prefiere, no se puede desplegar una competencia sin unos saberes fuertemente arraigados en nuestro bagaje intelectual. El psicólogo D. T. Willingham, ante la mala prensa que implica una educación basada en lo que llama conocimientos factuales, se pregunta: “¿Realmente podemos prescindir del aprendizaje de hechos y centrarnos en estas habilidades?” (Willingham, 2023, p. 43) Veámoslo.

5.2. SABERES PARA APRENDER

Es cierto que un aprendizaje basado en la memorización repetitiva, tediosa e incisiva en la que no media una comprensión por parte del estudiante y cuyo objetivo es tatuar un conocimiento concreto a fuego sobre la piel del alumno, no resulte razonable de ningún modo. Sin embargo, pensar que se puede enseñar unas habilidades competenciales exiguas de saberes o contenidos como, por ejemplo, la capacidad de análisis o la capacidad para realizar complejas operaciones matemáticas sin unos conocimientos sobre sendas materias, resulta del mismo modo imposible. La investigación neurocognitiva apunta a que tener unos conocimientos previos sobre una disciplina concreta nos ayuda a retener mejor nuevas experiencias relacionadas con tal disciplina, mejorando así nuestros resultados, desembocando en un mayor aprendizaje, si queremos decirlo en estos términos, competencial (Brod et al, 2016). Esto se debe a que, si no poseemos en nuestro haber unos conocimientos factuales previos, nuestras posibilidades de comprensión se ven enormemente mermadas. Es decir, cuanto mayor conocimiento tengamos adquirido sobre un área, mayor competencia desempeñaremos. Pensemos por un momento en el siguiente caso: si hablásemos de incorporar la capacidad para diferenciar entre catedrales románicas y góticas: cómo la podemos desarrollar si no es a través de llenar nuestra memoria a largo plazo de saberes en torno a las diferencias que entrañan sendos estilos. Cómo pudiéramos capacitarnos sin saber el rol que jugaron los peregrinajes alrededor de las reliquias, el surgimiento de las grandes ciudades y del mercado, o, por ejemplo, el papel que emprendía la luz: “se asociaba metafóricamente con la divinidad, justifica y explica esta concepción del espacio de la catedral gótica como un ámbito idealizado que

asume el valor de un microuniverso celeste” (Nieto, 1978, p. 14). Cuando sostenemos que hemos alcanzado la competencia artística que nos permite la distinción previa, estamos diciendo que bajo la encrucijada de tener que elucidar el estilo de una catedral, recurriremos al pensamiento a través de la memoria de trabajo y bajo la evocación de la memoria a largo plazo para analizar los elementos arquitectónicos y emitir, finalmente, un juicio. Necesitamos haber comprendido y haber memorizado para pensar en la medida en que el verbo pensar es transitivo, precisa de contenidos necesariamente. Toda competencia está indisolublemente vinculada al acto de pensar. Ahora bien, se podría objetar que para pensar no necesitamos tener unos saberes o información memorizada toda vez que podemos consultarla a golpe de pulgar, dejando espacio así para entrenar al acto mismo de pensar, dejando lugar para desarrollar la habilidad del pensamiento. Lo cierto es que las pruebas empíricas de los últimos años constatan que para pensar resulta necesario saber hechos. Es decir, no se puede desarrollar la competencia del pensamiento en el vacío. Es más, cuánto más conocimientos se tienen, mejor se piensa. De facto, los procesos cognitivos más relevantes para un docente, como pudieran ser el pensamiento crítico y la resolución de problemas, están íntimamente entretejidos con los saberes que poseemos previamente (Willingham, 2023). Huelga decir que esto vale para todas las competencias en tanto en cuanto todas ellas necesitan pensamiento crítico, así como poder resolver problemas, ya sea la competencia emprendedora, ya sea la competencia personal social y de aprender a aprender. Es verdad que pudiera parecer contraintuitivo asociar el proceso de pensar vinculado a saberes. Esto se debe a una suerte de mito que pulula por aquí y por allá, gracias al cual se concibe al pensamiento como una especie de calculadora en la que se pueden operar cualquier conjunto de números mediante un conjunto finito de procedimientos o funciones. Pensamos que, si, por ejemplo, aprendemos a analizar unos textos artísticos determinados, habremos desarrollado la habilidad, como si de una calculadora científica se tratase, de analizar cualquier tipo de texto artístico. Sin embargo, nada más lejos de la realidad. Sabemos que la mente-cerebro humana, desgraciadamente, no funciona de este modo. Si aprendemos a criticar algunos textos artísticos del siglo IX, eso no genera la habilidad para *mutatis mutandis* criticar textos neobarrocos, pues la capacidad de análisis está vinculada a los conocimientos que poseemos y, unida por tanto a unos circuitos neurales o engramas (que ya vimos anteriormente) muy concretos que no se activarán con información nueva de la que no tenemos registro. H. Ruiz lo expresa de este modo:

No contamos con un solo tipo de memoria, sino con diversos sistemas de memoria que dependen de distintos sustratos cerebrales. De modo que no deberíamos esperar que la posibilidad de mejorar una de esas memorias por medio del entrenamiento conllevara mejoras en los otros tipos de memoria. (Ruiz, 2022, p. 67)

Un tipo de saber desarrolla posibilidades de ser más resolutivo, crítico y, en definitiva, competente con respecto a ese mismo saber. Veamos el caso de la comprensión lectora a fin de clarificar aún más la cuestión. Cuando estamos sentados frente a un texto, la comprensión lectora depende de nuestra capacidad para combinar, analizar y cruzar todas las ideas que se dan en el fragmento escogido. Y para ello, los conocimientos previos juegan un papel decisivo por varias razones: (1) nos proporcionan el vocabulario, el caudal lingüístico necesario para entender las palabras; (2) nos permiten entender el contexto de las ideas; (3) nos permiten mezclar las ideas en la memoria de trabajo, liberando así espacio para analizar más cantidad de información; y, por último, (4) guían la interpretación cuando la frase resulta ambigua. Si recordásemos las primeras veces en las que nos enfrentamos a un texto en otro idioma que quisiéramos aprender, pensemos en el alemán, no hay posibilidad de comprensión hasta que no poseemos un vocabulario que nos permita liberar nuestra memoria de trabajo. La frase: “Immer lichter wie er leuchtet, stern-umstrahlet hoch sich hebt?”¹² dilatará el tiempo en la medida en que tengamos que parar palabra por palabra hasta reunir el significado final: “¿Cada vez más luminoso cómo resplandece, astro bañado en luz, ¿cómo se eleva a lo alto?” En este sentido, el caudal lingüístico supone la manera más elemental de codificar y comprender nuestro mundo en general, y los textos en particular. A. Navarra, escritor e historiador, preocupado por la situación actual de las escuelas, apunta:

¿Cómo se puede comprender un texto si no se dispone de léxico suficiente? Se habla mucho de la crisis de la ortografía entre la población, pero otro de los problemas de los que están alertando a los profesores de lengua es la cantidad de palabras de uso común que nuestros alumnos ya no conocen. No es ya que no sepan lo que es un “hidalgo”, “espolón” o la “otorrinolaringología”: es que me preguntan por palabras como “gaviota” o “constelación” (Navarra, 2019, p. 167)

¹² Frase del famosísimo aria “Liebestod” del drama musical *Tristan und Isolde*, de R. Wagner

Gracias al conocimiento en forma de vocabulario podemos entender una idea concreta, pero es que, además, esos conocimientos se precisan para poder conectar unas ideas con otras, esto es, para cruzar la información, lo veremos próximamente. Si una palabra no se encuentra en nuestra memoria a largo plazo las posibilidades de comprensión se reducen considerablemente (Fonseca et al, 2019). Del mismo modo, los escritores asumen que su audiencia tendrá unos conocimientos que permitan entender las lagunas que deja el fragmento, esto es, el contexto. Pensemos en la frase que sigue: “No debería haber empleado esas palabras con mi jefe tras la reunión”. Es un enunciado en el que se espera que el receptor tenga unos conocimientos que le permitan entender varias cosas: (a) que un jefe es su supervisor inmediato y que por tanto tiene una relación de poder sobre él, (b) que tuvieron una conversación en un entorno laboral donde no se permiten ciertas formas de hablar, y (c) que el tono usado no era el adecuado para tratarlo. En un texto, el escritor modula la información que da en virtud de lo que espera que sepa el interlocutor.

En lo que a cruzar información se refiere, ya hemos visto que nuestra memoria de trabajo, esto es, ese lugar atencional donde sucede el pensamiento resulta bastante reducido. De hecho, cuánto más conocimiento tengamos en nuestra memoria a largo plazo, más espacio dejaremos en nuestra memoria de trabajo. Cabe recordar que la memoria de trabajo no es una capacidad que pueda entrenarse como si de un músculo se tratara. Desafortunadamente, no tenemos evidencias de que podamos ampliar este espacio con cierto entrenamiento. (Ruiz, 2020) Si, por ejemplo, volviendo al asunto que nos ocupa, nos topáramos con un fragmento de cierta dificultad, pongamos por caso uno de J. Rawls, referente a su obra *Liberalismo Político*, a propósito de su concepción de constructivismo político:

El constructivismo político sostiene también que si una concepción de la justicia está correctamente fundamentada en principios y en concepciones de la razón práctica correctamente formulados, entonces esa concepción de la justicia es razonable para un régimen constitucional. Además, si esa concepción puede convertirse en el foco de un consenso entrecruzado de doctrinas razonables, entonces bastará para los propósitos políticos, para establecer una base pública de justificación. (Rawls, 2016, p. 158)

Si no conocemos previamente qué entiende este autor por “razón práctica”, por teorías “razonables” y “racionales” o por “consenso entrecruzado”, la comprensión del texto se

hace ininteligible. No solo eso, sino que, además, ocuparemos toda la memoria de trabajo para comprender la dificultad que entrañan dichos términos, mermando así nuestra capacidad crítica, pues nos habremos quedado sin espacio. De otra forma, si ya estamos familiarizados con este tipo de conceptos, la lectura se hace de fácil digestión, dejando lugar para saber si estamos de acuerdo o no, incluso para proponer objeciones y plantear sugerencias. Dicho de otro modo, tener un conjunto de saberes previos habilita una extensión que nos permite cruzar, analizar y cribar la información en nuestra memoria de trabajo. En una revisión sistemática de estudios referentes a la comprensión lectora y el conocimiento previo del mundo se argumentaba lo siguiente:

When readers lack knowledge elements required to properly integrate the text base, they build a less effective situation model and thus have more difficulty understanding the text. Low skilled readers are less able to select and recall premises required to make inferences about a text, and are also less able suppress irrelevant information during the integration phase of comprehension building¹³. (Smith et al, 2021, p. 216)

Así mismo, I. Enkvist, exasesora del Ministerio de Educación sueco, catedrática de español en la Universidad de Lund y pedagoga, incide enormemente sobre la importancia que tienen los conocimientos generales para la comprensión lectora. A su juicio, no hay forma de canjear los conocimientos que se requieren para entender un texto bajo ninguna estrategia o competencia compensatoria. Para acreditar esta posición alude a varios estudios que lo corroboran. En uno de ellos sostiene que “se ha comparado la comprensión de jóvenes estadounidenses e hindúes de textos que tratan de bodas estadounidenses e hindúes. El resultado fue que los hindúes de diferentes niveles lingüísticos entienden mejor los textos sobre las bodas hindúes que sobre las bodas estadounidenses” (Enkvist, 2022, p. 153). En síntesis, los estudios ponen de manifiesto que los individuos comprenden mejor lo que leen en un texto o en un libro cuando tienen conocimientos previos sobre el tema en cuestión. En último lugar, nuestros conocimientos previos nos ayudan también a cribar o a dirigir el sentido de una frase cuando se presente de manera

¹³ Una traducción aproximada sería esta: Cuando los lectores carecen de elementos de conocimiento necesarios para integrar adecuadamente la base textual, construyen un modelo de situación menos efectivo y, por lo tanto, tienen más dificultades para comprender el texto. Los lectores con habilidades bajas tienen menos capacidad para seleccionar y recordar las premisas necesarias para hacer inferencias sobre un texto, y también tienen menos capacidad para suprimir información irrelevante durante la fase de integración en la construcción de la comprensión.

ambigua. Resulta evidente que el emisor de un texto no puede resolver todas las ambigüedades de sentido que aparezcan. Así, esa tarea le corresponde al lector. Si nos encontramos con un pasaje de lectura en el que entendemos el contexto y el vocabulario, empero resulta ambiguo, la evidencia ha mostrado que a más conocimientos tengamos sobre la disciplina sobre la que leemos, mayor capacidad de interpretarla en el sentido adecuado; “por supuesto, la mayoría de las cosas que leemos no son tan vagas y normalmente sabemos qué conocimientos son relevantes. Por tanto, cuando leemos una frase que podría ser ambigua, automáticamente empleamos nuestros conocimientos previos para interpretarla” (Willingham, 2023, p. 55). Si esto es así, cabría preguntarse: ¿en qué medida se puede seguir infravalorando los saberes o contenidos en virtud de una pretendida educación del porvenir enraizada bajo el estandarte de unas competencias que se contraponen al conocimiento? ¿Cómo se puede educar en la competencia lectora sin formar previamente en conocimientos? ¿Acaso las pedagogías *new age* enarbolan tal contraposición de manera puramente retórica?

De otro lado, además de la relación necesaria entre conocimientos y comprensión lectora, también parece ser que una condición de posibilidad para el propio acto de pensar está estrechamente entrelazada con los saberes que llevemos en nuestro bagaje. Resulta imposible desplegar la competencia de pensar críticamente, de razonar a través de la lógica, de analizar la información sin conocimientos. Reparemos un momento en este asunto, a saber: cuando hemos de afrontar un problema, automáticamente empezamos a recorrer los estantes de la memoria en busca de una respuesta que tiene que ver con cómo actuamos en el pasado ante una situación análoga o parecida. Si la encontramos, es muy probable que la usemos en la medida en que comprendemos que, si funcionó atrás en el tiempo, funcionará hoy del mismo modo. Un buen ejemplo de ello son los estudios realizados con ajedrecistas, donde se vio que los mejores jugadores no eran los que mayor capacidad de planificación poseían sobre el tablero, sino los que mejor recordaban posiciones, movimientos y estrategias (Willingham, 2023). Nuestra forma de resolver problemas está fundamentada sobre los conocimientos previos. Si tenemos que resolver una ecuación de segundo grado, como no poseamos las reglas necesarias para descifrarla y solventarla en nuestro haber, difícilmente llegaremos a buen puerto. No obstante, se podría objetar que no todos los problemas los resolvemos necesariamente comparándolos con casos anteriores, o que muchas veces razonamos porque, quizá, no hayamos encontrado cursos de acción pretéritos que nos sirvan como modelo. Cuando buscamos

solventar un problema, en primera instancia emprendemos el recorrido por nuestra memoria para ver si encontramos la ayuda que requerimos del pasado. Empero, de no hallarla, ciertamente nos tocará deliberar y razonar. Pues bien, incluso así, los conocimientos previos son de gran ayuda por las mismas razones que esgrimíamos a propósito de la comprensión lectora. (Mayer, 2020). Si hemos de razonar para resolver un problema circunscrito a una disciplina o varias, todo lo que sepamos sobre tales materias incidirá en una mejor capacidad deliberativa, así como en una respuesta más ajustada.

Además, parece que los contenidos también nos ayudan a memorizar mejor, luego a aumentar nuestras capacidades para el aprendizaje. Las evidencias muestran que los conocimientos o saberes previos confirman beneficios para la memorización, así como para el aprendizaje: “this prior knowledge is critical for effective understanding; for memory encoding; and for later memory consolidation at the systems level, specifically for assimilating what we have just learned with what we already know”¹⁴ (Fernández y Morris, 2018, p. 656). En un experimento, los investigadores llevaron al laboratorio a un grupo (a) de personas con experiencia y conocimientos sobre una disciplina *n* y a otro grupo (b) de sujetos sin experiencia ni conocimientos previos sobre *n*. A continuación, se les invitó a leer con atención un breve y sencillo artículo sobre una temática *n*. Es relevante que fuera un texto sencillo en la medida en que se requería una comprensión sin complicaciones. Al día siguiente, el grupo (a) recordaba sustancialmente mayor cantidad de detalles que las personas que integraban el grupo (b) (Willingham, 2023). H. Ruiz, apunta:

Los estudios que comparan las características de expertos y noveles en múltiples disciplinas coinciden en destacar el hecho de que los expertos no se diferencian de los principiantes por poseer dotes innatos extraordinarios. Por el contrario, los expertos destacan por contar con una enorme cantidad de conocimientos sobre su disciplina que están bien estructurados y organizados alrededor de grandes principios que les dan sentido, coherencia y flexibilidad. (Ruiz, 2020, p. 125)

¹⁴ Una traducción aproximada sería esta: Este conocimiento previo es fundamental para una comprensión efectiva, para la codificación de la memoria y para la consolidación posterior de la memoria a nivel de los sistemas, específicamente para asimilar lo que acabamos de aprender con lo que ya sabemos.

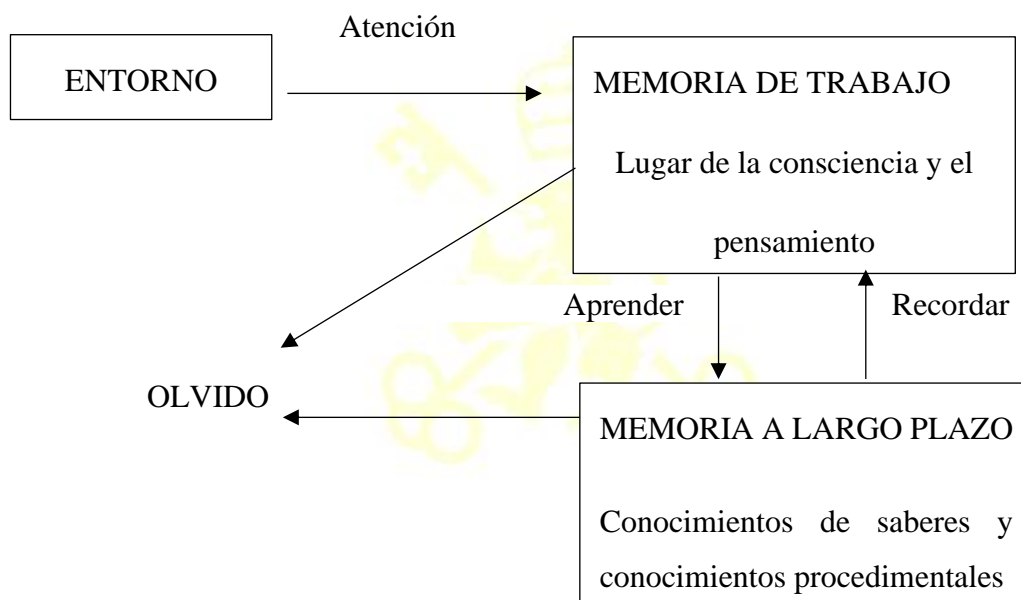
¿Por qué sucede esto? Si volviéramos sobre el capítulo dedicado a desentrañar los misterios de la memoria, observaríamos que recordamos y aprendemos mejor en la medida en que conectamos la información nueva con los circuitos neurales asentados en el *neocórtex*. Es decir, si configuramos engramas neurales acerca de, pongamos, biología marina, concretamente, acerca de los tiburones, y es un saber enraizado en nuestro cerebro, cualquier información nueva que esté relacionada será como ampliar ese circuito, como añadir recorrido a lo ya construido. Ello implica que en el momento en que solicitemos el conocimiento novedoso podamos usar el circuito asentado como atajo para llegar y alcanzarlo. Esto es, conlleva aprenderlo de una manera mucho más sencilla en tanto en cuanto lo recordamos mejor. En este sentido, no cabe duda de que tener conocimientos previos facilita el aprendizaje. Cuantos más conocimientos poseamos en nuestro haber más facilidad para adquirir unos nuevos. De este modo, un sujeto cuyo bagaje intelectual sea elevado tendrá muchas mejores opciones para aprender de una manera rauda. Del mismo modo, cuando se hace hincapié en el concepto de aprender a aprender, además de enseñar técnicas de estudio, bien nos valdría tener en consideración que unos altos saberes, si se quiere decir así, enciclopédicos, nos beneficiará, pues ello implica poseer una red de circuitos y autopistas bien estructurados y organizados en nuestra mente-cerebro que habilita mejores condiciones de posibilidad para adquirir nuevos aprendizajes. Como hemos podido observar, no hay posibilidad de competencias que nos ayuden en un futuro incierto si no enseñamos contenidos. Luego la sola contraposición que realizan todos estos tipos de gurús de la pedagogía, donde los conocimientos no son tan importantes, sino las competencias, resulta indudablemente imprecisa con lo que la ciencia neurocognitiva plantea.

5.3. PRACTICAR PARA CONSOLIDAR

Ahora bien, aceptando que debemos tener en consideración los contenidos, los saberes, como queramos llamarlos, y comprendiendo por todo lo que hemos visto hasta ahora que el olvido es un recurso de economía biológica de nuestro cerebro: ¿qué podemos hacer para asentar unos sólidos conocimientos en la memoria de nuestros alumnos? Empecemos por retomar el concepto de memoria de trabajo. Como se ha señalado líneas arriba, la memoria de trabajo es ese espacio en que tiene lugar el pensamiento. Entorno, dicho sea de paso, muy reducido. El ambiente está totalmente cargado de información de todo tipo, de estímulos, texturas, colores, etcétera. Por ello, hemos de prestar atención, en primera

instancia (véase el capítulo tercero) para traer aquello que queremos incorporar a este tipo de memoria. No obstante, aun cuando ponemos toda la voluntad y atención posibles sobre el elemento en cuestión, en ocasiones las retenemos y en otras acaban en el vacío del olvido. También sabemos que la emoción, en virtud de una correcta activación en función de un *arousal* moderado, nos predispone para el aprendizaje, sin tener en cuenta las maneras de aprender luego de un suceso emocional fuerte, pues sabemos que si bien recordamos acontecimientos de este tipo, se asientan en los terrenos de la memoria episódica, luego no nos valdría para trabajar sobre la memoria semántica (la encargada de las ideas, conceptos y, en definitiva, todo aquello que incorporamos en la escuela). Recordemos el proceso de aprendizaje rápidamente:

Modelo de aprendizaje



Ponemos atención para llevar un fenómeno del entorno a nuestra memoria de trabajo; intentamos aplicarle algo que nos resulte placentero y nos active dándole unas pinceladas de emoción, y, sin embargo, ello no nos garantiza que podamos incorporarlo de manera sólida a la memoria a largo plazo. Dicho de otro modo, la atención y el *arousal* son condiciones necesarias, pero no suficientes para el aprendizaje. Si esto es así, dónde está la condición suficiente. Hay dos candidatas fundamentales, a saber: (1) la repetición (de esto apuntaremos unas palabras más abajo), y (2) la reflexión. Reflexionar comprende hacerse preguntas sobre el contenido que queremos adquirir, así como pensar sobre su significado. Apunta D. T. Willingham: “aquello sobre lo que pensamos es lo que recordamos. La memoria es el residuo del pensamiento” (Willingham, 2023, p. 86).

Indudablemente, nuestro cerebro no es capaz de discernir sobre aquello que tiene que recordar y lo que no, de modo que a más reparemos, deliberemos, nos preguntemos y razonemos sobre ello, más posibilidades se abren para incorporarlo a la memoria a largo plazo. Valdría decir que una de las únicas formas vinculadas al proceso de enseñanza-aprendizaje de las que disponemos para que acontezca el proceso neural de la consolidación (véase capítulo 4.1) es la de pensar en su significado, reflexionar. Recuerdo uno de los trabajos que tuvimos que realizar para una asignatura de este mismo máster, donde se nos invitaba a razonar sobre si se podía enseñar una disciplina sin generar preguntas-respuestas; si la vocación docente debía ser esencialmente interrogativa. Deliberar sobre el significado implica traer de la memoria a largo plazo todo el conocimiento que tenga que ver con lo que queremos aprender, cruzándolo, vinculándolo y entretejiéndolo con nuestros saberes previos. Preguntar lleva de suyo una invitación a la reflexión, por tanto, cualquier actividad de enseñanza debiera incorporar necesariamente la pregunta como parte de la docencia. De esta manera, será el modo en que el aprendiente delibere sobre el material que quiere conocer lo que determinará si penetra o no en su memoria a largo plazo. Veremos en las conclusiones qué estrategias podrían desarrollarse en clase con el fin de que nuestros estudiantes reflexionen. Por el momento, valga decir que tenemos pruebas suficientes para sostener la tesis de que el aprendizaje profundo acontece cuando el razonamiento reflexivo entra en acción (Ruiz, 2020).

Por otro lado, también sabemos que las historias narrativas, a la hora de aprender, juegan un papel nada desdeñable, pues captan nuestra atención de una manera muy poderosa. Como ya desplegamos esta cuestión en el capítulo tercero, no vamos a detenernos mucho más tiempo en tal asunto. Resulta, no obstante, interesante incidir sobre la gran prueba empírica que acredita esta postura. Por poner un ejemplo, en 2018 se llevó a cabo un estudio que investigaba sobre qué tipo de noticias eran más memorables para individuos de lo que se conoce como la generaciones “millennials” contrapuesto a la “generación x”, así como la generación “boomers” frente a la “generación silenciosa”. Una de las conclusiones a las que llegaron fue que las noticias contadas de manera narrativa se recordaban mejor que otro tipo de formato, independientemente de a la generación a la que perteneciera el sujeto (Kleemans et al, 2018). Por tanto, incorporar situaciones de aprendizaje en un formato narrativo que despierten el interés y la atención del estudiante debiera ser una dinámica a incorporar para poder aprovechar el pico atencional que

suponen, e introducir ahí la idea o concepto fuerte/difícil que queramos impartir. Sin embargo, si bien este estilo narrativo conlleva un alto grado de relevancia, volvamos sobre la reflexión insistiendo una vez más en su carácter decisivo. Reflexionar, en suma a lo que estábamos señalando, denota la actividad responsable que da lugar a la comprensión de las ideas más abstractas y complejas. A través de la práctica deliberativa ponemos en relación lo nuevo con saberes y conocimientos familiares: “comprender nuevas ideas consiste fundamentalmente en traer a la memoria de trabajo las ideas previas y entonces reordenarlas, haciendo comparaciones que nunca habíamos hecho o apreciando un aspecto que antes habíamos ignorado” (Willingham, 2023, p. 119). De este modo, toda idea nueva que se quiera aprender debiera configurarse a partir de las estructuras que el alumno ya tiene. Así todo, cabría hablar de dos tipos de comprensión, a saber: la comprensión superficial y la comprensión o aprendizaje profundo. La primera de ellas tiene que ver con retener el conocimiento brevemente, pues no se han hecho las conexiones fuertes que requiere el segundo tipo; podemos observarla cuando el estudiante es capaz de reproducir la idea del docente de manera literal, palabra por palabra. Este tipo de comprensión está totalmente asociada a lo que coloquialmente se conoce como “aprender de memoria”, lo cual resulta enormemente interesante, ya que en la extensión que comprende la pedagogía como disciplina, se confunde por mucho lo que significa la memoria para el aprendizaje, cuyo papel es central como llevamos viendo a lo largo de todo el trabajo, con “aprender de memoria”. Es justamente esta torpe confusión la que explica el acoso y derribo que mantienen las pedagogías *new age* sobre este fenómeno, argumentando la posibilidad de un aprendizaje menos memorístico si recordamos los fragmentos expuestos más arriba. Resulta evidente que gran parte de nuestro sistema educativo está formado en torno a una comprensión superficial que debiéramos modular. No hay más que preguntar a un alumno cualquiera qué recuerda sobre una disciplina en particular, para corroborar que el grueso del currículo se ha diluido por completo en el olvido. El aprendizaje superficial guarda relación con la crítica que hizo el filósofo J. Searle sobre la inteligencia artificial a través del experimento mental de la habitación china, esto es, las máquinas parecen inteligentes porque manipulan símbolos, ahora bien: ¿entienden, comprenden lo que hacen? *Mutatis mutandis* podríamos argumentar que con el aprendizaje superficial ocurre lo mismo, se manipula información que no se ha asimilado, luego está condenada a su desaparición. Otra de las formas en las que se manifiesta este tipo de comprensión tiene que ver con lo que los neurocientíficos llaman “masificar”. Esto es, concentrar el estudio de una manera intensiva en un periodo de

tiempo muy corto. Lo fascinante es que, si hacemos una prueba inmediatamente después de estudiar masificando, los resultados podrán llegar a ser muy buenos, aunque poco tiempo después olvidemos casi por completo lo introducido a la fuerza. Así las cosas, todo parece indicar que los planteamientos por un proceso de enseñanza-aprendizaje basados en competencias frente a contenidos busca dar respuesta a un sistema educativo que premia la comprensión superficial a través de la reproducción exacta de un discurso y en virtud de la masificación. La dificultad reside en que las recetas que sugieren tampoco resultan plausibles de ninguna forma. Indudablemente, debiéramos invitar a la reflexión conjunta sobre cómo implementar metodologías que pivoten alrededor del aprendizaje profundo intentando paliar, de este modo, los fenómenos que hoy siguen siendo operativos, pero disfuncionales de nuestro sistema educativo.

De otro lado, la comprensión o aprendizaje profundo se contrapone al superficial en la medida en que este está arraigado a la memoria a largo plazo, fruto de haber entrelazado los conocimientos con el bagaje intelectual previo. H. Ruiz plantea que “los conocimientos profundos o altamente significativos (esto es, dotados de significado, bien organizados y conectados entre ellos, y asociados a múltiples contextos de aplicabilidad) proporcionan a los expertos diversas ventajas cognitivas en su área de especialidad” (Ruiz, 2020, p. 125). Es este tipo de comprensión la que debemos proporcionar en tanto docentes a nuestros alumnos, comprensión a la que se llega, como estamos señalando, por medio de la reflexión, pero también por la práctica. Ahora entraremos en este aspecto. Así mismo, otro de los componentes elementales de la comprensión profunda reside en la capacidad que proporciona en virtud de la cual no solo entendemos las partes sino el conjunto. Es decir, un estudiante que haya comprendido bien las tesis platónicas dualistas, pongamos por caso, será capaz de identificar elementos de dichas tesis en otros contextos; será capaz de atisbar en películas como *El show de Truman* o *Matrix* trazas sustanciales de platonismo. Esto se debe a que este tipo de comprensión posibilita varias cosas. En primer lugar, nos habilita para aplicar lo aprendido a múltiples contextos y explicarlo de diversas formas, lo cual se da en la medida en que el conocimiento profundo significa entenderlo todo, ya sea la abstracción, ya sea los ejemplos y la forma en la que encajan entre ellos. En segundo lugar, posibilita la destreza de la transferencia, esto es, “cuando lo aprendido se aplica con éxito para resolver un problema nuevo” (Willingham, 2023, p. 126). Así pues, cuando se nos intente persuadir de una educación menos memorística, con menos contenidos y más competencial, tendremos que responder que no hay

posibilidad de competencia sin contenidos; a más contenidos/saberes, mejor competencia se adquirirá; y que, además, deberemos laburar en torno al concepto de memoria que promueve la comprensión profunda, soslayando, eso sí, la idea de aprendizaje superficial.

Ahora bien, a la hora de aprender profundamente: ¿merece la pena la práctica repetitiva? La idea de práctica repetitiva es otro de aquellos conceptos que gozan de poca popularidad en nuestros días. Es, probablemente, una noción muy denostada en la medida en que limita por mucho la motivación del alumno, empero: ¿hay buenas razones para acabar con ella de una vez por todas? Lo primero que tendríamos que decir es que una de las principales limitaciones de nuestro aparataje cognitivo reside en la posibilidad de manipular muchas ideas a la vez, dada nuestra memoria de trabajo. Si no hemos aprendido y automatizado una serie de reglas matemáticas será imposible realizar ejercicios de álgebra, pues sobrepasarían por mucho nuestra capacidad. Dicho de otro modo, para aprender profundamente no nos basta solo con comprender la regla: aun cuando hayamos reflexionado, enlazado con las ideas previas la nueva información, si no la practicamos será muy improbable que podamos incorporarla de manera profunda (Baddeley et al, 2020). Es más, la reflexión justamente es un tipo de práctica. De este modo, podríamos afirmar que hay dos requisitos para el aprendizaje profundo, a saber: (1) la comprensión del concepto a través de la deliberación, y (2) la práctica que posibilita automatizarlo, comprimir la información dejando espacio en la memoria de trabajo. La práctica nos ayuda a alcanzar un mínimo de competencia. Pensemos en la habilidad de dilucidar una catedral gótica: si el estudiante no se ha entrenado suficientemente en los elementos clave como podrían ser las bóvedas de crucería, los arbotantes, los arcos apuntados, rosetones, etcétera, a través de repetir su visionado, previa comprensión: ¿de qué forma podría adquirirla? Así pues, uno de los primeros motivos para la práctica será que los aprendientes se entrenen en la habilidad que quieran incorporar hasta dominar el procedimiento. Para aprender a escribir ensayos, análogamente al caso previo, o se escribe bajo unas reglas comprendidas anteriormente, o difícilmente se podrá aprender. Está claro que este punto no reviste mayor dificultad ni desacuerdo. Sin embargo, vayamos un paso más allá. Una vez que ya somos competentes en n disciplina: ¿tiene sentido seguir practicando? Probablemente, a muchos de nosotros nos resulte terriblemente tedioso evocar el recuerdo de cómo aprendíamos las tablas de multiplicar. Todas las semanas, la profesora de matemáticas nos hacía recitarlas al unísono, a un ritmo y bajo una entonación muy precisa. No obstante, veinte o treinta años después las seguimos recordando. Luego

la respuesta es afirmativa: seguir practicando aun cuando ya hemos aprendido promueve una consolidación más sólida a largo plazo protegiéndonos, así, contra el olvido. Además, la práctica recurrente implica una mayor automatización de los procesos o información aprendida. Esto resulta pertinente toda vez que automatizar supone, como acabamos de ver, condensar una cantidad x de información como si la empaquetáramos, haciendo que el gasto en recursos, la atención que requerirá en la memoria de trabajo sea muy pequeña. Para ser más precisos, “de media, la memoria de trabajo tiene espacio para unos siete elementos. Un elemento es una unidad con significado” (Ruiz, 2020, p. 127). Bien, la práctica recurrente permite almacenar varios elementos en uno solo. Un ejemplo rápido: imaginemos tener que recordar cuatro atributos esenciales para un concepto o regla. A medida que se entrene con más frecuencia, más se automatizará de forma tal que, llegado a un punto, todos esos atributos ocupen un elemento cuando antes ocupaban cuatro. En suma, esta práctica posibilita que la información se ponga en marcha de una manera rauda, pues activa los circuitos neuronales con facilidad y sin apenas coste.

Desde estas coordenadas, resulta enormemente interesante que el mero estudio no nos blinde contra el olvido. De hecho, si damos por bueno que un estudiante que obtuvo sobresaliente recordará mejor que uno que obtuvo suficiente acertaremos, empero ambos olvidan al mismo ritmo. Es decir, si les preguntamos por qué cosas recuerdan tres años después de haber realizado un curso de psicología del desarrollo, el que sacó mayor calificación retendrá algo más de detalle. Pero, si el que sacó peor nota sigue practicando, estudiando tiempo después, retendrá mucha más información. El asunto relevante es que la curva del olvido sucede en sendos casos de manera análoga (Ellis et al, 1998). Esta práctica o, si se quiere, forma de repasar, se conoce con el nombre de “sobreaprender” y constituye una de las claves del éxito. Huelga alegar que ello no implica que debemos repasar todos los días las mismas cosas, pues indudablemente la motivación se resentirá y ello tampoco es aconsejable. Del mismo modo, resulta cierto que es un tipo de entrenamiento que nos pudiera parecer inútil, pues una vez que ya sabemos algo, incidir sobre lo mismo puede conllevar tedio. Empero, se puede planificar como si de un hábito se tratara espaciando el repaso en el tiempo. De facto, generar hábitos de “sobreaprendizaje”, así como dinámicas de aula a su alrededor, conforman estrategias para el aprendizaje profundo corroboradas por los datos de los que hoy disponemos (Willingham, 2023). En las conclusiones de este trabajo reflexionaremos sobre ello.

6. INNOVACIÓN, TIC, IA Y APRENDIZAJE.

“El nuevo poder es la acción -me dijo un ingeniero de software sénior-. La inteligencia de la internet de las cosas implica que los sensores puedan ser también accionadores”.

S. Zuboff, 2019

Como veíamos al inicio del capítulo anterior, el concepto de innovación se ha convertido en una palabra fuerza en nuestras sociedades, pues está asociado a lo nuevo, al último modelo de coche, de *iphone*, cuyas propiedades y atributos están diariamente rebasándose. Esta idea, que podemos encontrar en todos los foros y todos los ámbitos, quién no ha escuchado algún discurso político de los últimos tiempos cuyo modelo de ciudad pase por soluciones innovadoras y creativas, también ha inundado por mucho el campo de la educación. Con el advenimiento del nuevo siglo, el fenómeno internet se democratizaba de forma tal que prácticamente todos los hogares de países desarrollados contaban con conexión a la red. M. Prensky, educador y experto en tecnología, nos señalaba las diferencias de procesamiento cognitivo que a su juicio se observaban en lo que llamaba “nativos digitales” frente a los “inmigrantes digitales”, esto es, las generaciones, si queremos decirlo así, analógicas. En este sentido, los individuos del siglo digital:

Los Nativos Digitales están acostumbrados a recibir información muy rápidamente. Les gusta procesar en paralelo y la multi-tarea. Prefieren sus gráficos antes que su texto y no lo contrario. Prefieren el acceso aleatorio (como el hipertexto). Funcionan mejor conectados. Se crecen con la gratificación instantánea y las recompensas frecuentes. Prefieren los juegos al trabajo “serio”. (Prensky, 2001, p. 2)

De esta manera y ante este reto, la educación debía transformarse, encontrar formas innovadoras que modularan el proceso de enseñanza-aprendizaje para el nuevo siglo, pues los alumnos disponían de una habilidad para el uso de las nuevas tecnologías que debía ser vehiculado de algún modo. Desafortunadamente, diversos estudios realizados posteriormente no han podido corroborar que podamos hablar de “nativos digitales”, ya

que las generaciones previas al uso habitual de las TIC parecen haberse adaptado bastante bien a los cambios, no dándose diferencias significativas entre ambas (Willingham, 2023). Desde estas coordenadas, resulta pertinente nombrar uno de los estudios realizados en 2008, con alumnos de primer año universitario australianos, de la Universidad de Melbourne concretamente, quienes eran preguntados por su uso y conocimiento de las nuevas tecnologías que se abrían con el uso masivo de internet. En el estudio participaron más de dos mil alumnos, arrojando la siguiente conclusión:

The results show that many first year students are highly tech-savvy. However, when one moves beyond entrenched technologies and tools (e.g. computers, mobile phones, email), the patterns of access and use of a range of other technologies show considerable variation. The findings are discussed in light of Prensky's (2001a) notions of the 'Digital Natives' and the implications for using technology to support teaching and learning in higher education¹⁵. (Kennedy et al, 2008, p. 108)

Así pues, las tesis de Prensky sobre los “nativos digitales” han ido quedando atrás poco a poco. No obstante, cabe recordar que, aun soslayando este término, los inicios de siglo se inauguraban con la promesa de una gran revolución para el aprendizaje mediada por la digitalización del mundo. La innovación ligada al desarrollo de las TIC esperaban cambiar la escuela de manera totalmente disruptiva. Añade Willingham:

si uno cree que los niños son curiosos por naturaleza y que quieren aprender, y si cree que las escuelas no satisfacen esa curiosidad porque delimitan lo que se debe aprender, entonces parece lógico pensar que el acceso a Internet supondría que los niños por fin podrían explorar sus propios intereses. (Willingham, 2023, p. 256)

Sin embargo, tal como se ven las cosas, parece poco probable que la escuela haya cambiado tanto; todas estas predicciones pudieran haber desembocado, a juicio de A.

¹⁵ Una traducción aproximada sería esta: Los resultados muestran que muchos estudiantes de primer año tienen un gran conocimiento de la tecnología. Sin embargo, cuando se trata de tecnologías y herramientas menos arraigadas (por ejemplo, computadoras, teléfonos móviles, correo electrónico), se observa una considerable variación en los patrones de acceso y uso de una variedad de otras tecnologías. Los hallazgos se discuten a la luz de las ideas de Prensky (2001a) sobre los "Nativos Digitales" y las implicaciones para el uso de la tecnología en el apoyo a la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior. Por otro lado, más allá de la traducción, resulta evidente que este es un estudio de 2008, es decir, muchas de las tecnologías que allí se exponen ahora son de uso común. Sea como fuere, esta investigación tenía por aquel entonces contraponer o contrastar las tesis de Prensky.

Navarra, sobre todo en el caso de instituciones privadas o concertadas, en aulas hipertecnificadas donde la tecnología se vincula a las nuevas pedagogías, en virtud de lo cual “se confunde la pedagogía nueva, el cambio con el progreso” (Navarra, 2019, p. 103). Sea como fuere, más tarde entraremos en algunos de los asuntos que entraña el uso masivo de internet para el proceso de enseñanza-aprendizaje desde el lado neurocognitivo, las TIC han entrado como un elefante en una cacharrería en la educación. Innovación educativa y TIC se han entrettejido hasta el punto de consolidar la esperanza para la educación del porvenir. En el capítulo anterior, subrayábamos diversos ejemplos de varias voces de autoridad sobre la necesidad de innovar para educar en competencias en los tiempos de lo que el sociólogo T. de Chardin acuñó con el nombre de la *noosfera*, a saber, la esfera global de la interconexión de la mente humana a través del desarrollo de las TIC. El filósofo y pedagogo G. Luri argumenta que el paradigma actual educativo, si pudiéramos llamarlo así, pasa por asumir las tesis constructivistas, donde se concibe al alumno como artífice de su propio aprendizaje, vinculado a la innovación unido al despliegue de las TIC. Apunta Luri:

En el informe TALIS (el estudio de la OCDE sobre docencia y aprendizaje) del año 2016, la mayoría de los docentes aseguraba que entendía el aprendizaje de manera constructivista, como un proceso en el que los alumnos se implican activamente en la adquisición del conocimiento, y rechazaban, en consecuencia, las metodologías que los fuerzan a ser receptores pasivos de la información. Más del 90% afirmaba que su papel debe ser el de facilitar la investigación que el alumno desarrolla automáticamente, porque solo de esta manera adquiere un pensamiento crítico y se convierte en un activo constructor del significado de lo que aprende. (Luri, 2020, p. 42)

Esta idea de que la innovación pasa por una solución a través de la tecnología, en virtud de elevados *software* capaces de guiar en el proceso de aprendizaje al alumno, de pizarras digitales, dispositivos electrónicos para cada estudiante en los que poder tener la información al alcance de la mano, se conoce con el nombre de “solución tecnológica”. Sin embargo, uno de los primeros apuntes que debiéramos señalar es la confusión que se pudiera dar entre los intereses económicos de las grandes empresas, los gigantes tecnológicos, cuyo cometido es persuadir a los docentes y sus instituciones de lo revolucionario de sus aparatos, con una efectividad comprobada. Huelga decir que no

estamos pretendiendo enunciar aquí que todo uso tecnológico sea *per se* deplorable, pues, sobre todo en lo que tiene que ver con aparatos configurados para, por ejemplo, el autismo o la discapacidad auditiva, sí han planteado mejoras que merecen la pena mencionar. Además, considerar apartar el uso de las tecnologías en la era digital sería cometer un terrible acto de ingenuidad. Empero, ello no implica que no debemos tener muy claras las aspiraciones persuasivas de las empresas del sector y su pretendida innovación, con unos resultados que acrediten aquello que prometen. B. Williamson, académico y autor conocido por sus investigaciones en el campo de la tecnología educativa, argumenta:

Muchos de estos avances e innovaciones en los programas y datos digitales de la educación deben su existencia a la propia tecnología, pero también son producto de las muchas declaraciones, la actividad promocional y el marketing imaginativo basado en la idea de que las soluciones técnicas tienen la capacidad de transformar la educación para el futuro. Empresas con productos que vender, negocios de capital de riesgo. (Williamson, 2018, p. 10)

Desde estas coordenadas, cabría señalar que vivimos en sociedades que se fascinan por lo nuevo. G. Luri apunta una unión indisociable entre lo bueno y lo nuevo, y lo nuevo entrelazado con lo tecnológico. Esto es, si un producto es novedoso, asociamos inconscientemente que debe ser bueno o mejor que el anterior, en lo que llama *novolatría*. Lo interesante de este asunto es que, si algo se plantea como nuevo o innovador, entonces se desliza fuera del alcance de nuestra mirada crítica y aceptamos, así, cualquier cosa en su nombre. Por tanto, una de las primeras trampas de este concepto es que pudiera servir para colarnos estrategias o metodologías educativas que no implementen mejora alguna. Al autor le parece contradictorio que estemos bajo sistemas educativos que se envuelven en torno a lemas que tienen que ver con el pensamiento crítico y, sin embargo, la innovación vinculada a la *novolatría* queden completamente fuera de un análisis más exhaustivo (Luri, 2020). Más aún, habríamos de apuntar que se da una confusión entre lo que implica la innovación desde el punto de vista económico-tecnológico, con innovar en términos educativos. En los primeros, la innovación tiene que ver con ofrecer un producto al mercado que sugiere una mejora para los usuarios/consumidores. Sin embargo, que sea innovador dependerá de si los usuarios eligen tal producto entre una competencia dada de manera mayoritaria. Es decir, es la decisión de los usuarios lo que marca si un producto o servicio lo es, más allá de las pretensiones de la empresa (aun cuando pretensiones y

resultados acierten a ir de la mano en muchos casos). Ahora bien, ¿se puede aplicar esto a la escuela? Es complicado, pues, de un lado, si la innovación está mediada por la decisión mayoritaria de usuarios: ¿serían los estudiantes quienes decidirían si una pedagogía es innovadora? ¿No podrían acabar eligiendo aquellas pretendidas metodologías nuevas que resultaran o facilitaran su promoción por encima de la calidad educativa? Es evidente que esto no quiere decir que no debemos tener en consideración el punto de vista de los aprendientes, empero, tener en estima sus inquietudes no conlleva necesariamente concederlas, o al menos aceptarlas en todos los casos. De otro lado, ¿de verdad resulta mejor leer la *Iliada* en un formato electrónico de nueva generación que en el viejo libro acostado sobre el estante de una biblioteca? G. Luri afirma que el argumento de peso no es que si no innovas no mejoras, sino, más bien, que si no innovas te quedarás anticuado. Este “solucionismo tecnológico” que está indisolublemente enraizado en la idea de *novolatría* ha conducido a establecer las TIC en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por poner un ejemplo cercano, en la escuela en la que tuvieron lugar mis prácticas educativas, el Humanitas Bilingual School de Tres Cantos (Madrid), todos los alumnos tienen un portátil que les ofrece el colegio con el que trabajar en clase, ya que es un centro que hace alarde de estar a la vanguardia educativa. Y no es de extrañar, pues “las ventajas que los nuevos dispositivos traerían para el aprendizaje parecían tan obvias que no hacía falta detallarlas” (Willingham, 2023, p. 248). Sin embargo, estudios posteriores han demostrado que este anhelo de principios de siglo a partir del cual los alumnos tendrían al alcance de su mano todo el conocimiento del mundo, al tener un portátil por persona ha quedado más en un anhelo que en una realidad constatada. Al parecer, si los estudiantes utilizan esta tecnología para acompañar el estudio, sí correlaciona con mejores resultados académicos. No obstante, en el reverso de su uso, gran parte de los alumnos terminan utilizando los portátiles como fuente distractora de lo que en clase acontece, correlacionando con unos resultados académicos bajos. Una de las investigaciones más sonadas a este respecto tuvo lugar en la Universidad de Ottawa, en Canadá, en la facultad de Psicología concretamente. Los académicos se preguntaban justamente cuál era el uso que se le daba a los ordenadores por parte de los alumnos, concluyendo lo siguiente:

Results of factor analyses indicated that laptop behaviors can be regrouped in two dimensions: School related and school unrelated laptop utilization. School unrelated laptop behaviors were significantly associated with lower levels of self-

reported academic achievement and satisfaction. School related laptop behaviors were positively associated with academic satisfaction. These results were invariant across different faculties on campus. In Study 2, another sample of 88 students was recruited to examine the longitudinal association between laptop behaviors and semester grade point average obtained at the end of the semester. Results of Study 2 showed that school unrelated laptop behaviors were prospectively associated with lower semester grade point average, even after controlling for a series of potentially confounding influences (i.e., self-regulation failure, motivational deficit, disorganized learning, internet addiction, and school disenchantment)¹⁶ (Gaudreau, Miranda, Gareau, 2014, p. 245)

A juicio de G. Luri, se ha configurado una suerte de *totum revolutum* donde se hilvana la tecnología, la creatividad, lo nuevo con la idea de innovación. Si es nuevo, involucra alguna tecnología y es creativo, entonces estamos asistiendo nada más y nada menos que a la innovación educativa: “En el actual evangelio de la creatividad, uno se encuentra a veces más fetichismo que pensamiento crítico. [...] Algunos estudios señalan que a los profesores les resulta mucho más fácil alabar la creatividad que soportar a los alumnos creativos” (Luri, 2020, p. 57). Así pues, y esta será su tesis fuerte, en muchas ocasiones se confunde entre innovación y ocurrencias, y gran parte de las propuestas educativas que se ponen encima del tapete tienen que ver más con las ocurrencias que con una mejora palpable. Antes de finalizar con este punto, cabría advertir lo siguiente, a saber: la crítica a las trampas que entraña el concepto de innovación no tiene el objetivo de configurar una refutación o abandono completo de la idea, así como tampoco se está pretendiendo argumentar que las TIC tengan consecuencias indeseables en todos los casos. Más bien, la intención no ha sido otra sino apuntalar los límites, las confusiones, en definitiva, proponer una mirada crítica al respecto de tales nociones. En este sentido, ante la

¹⁶ Una traducción aproximada sería esta: Los resultados de los análisis factoriales indicaron que los comportamientos de los ordenadores portátiles se pueden agrupar en dos dimensiones: utilización del portátil relacionada con la escuela y utilización del portátil no relacionada con la escuela. Los comportamientos del portátil no relacionados con la escuela se asociaron significativamente con niveles más bajos de logro académico y satisfacción autoinformada. Los comportamientos del portátil relacionados con la escuela se asociaron positivamente con la satisfacción académica. Estos resultados fueron invariantes en diferentes facultades del campus. En el Estudio 2, se reclutó otra muestra de 88 estudiantes para examinar la asociación longitudinal entre los comportamientos de los portátiles y el promedio de calificaciones del semestre obtenido al final del mismo. Los resultados del Estudio 2 mostraron que los comportamientos de los portátiles no relacionados con la escuela se asociaron prospectivamente con un promedio de calificaciones del semestre más bajo, incluso después de controlar una serie de influencias potencialmente confusas (es decir, fallas en la autorregulación, déficit motivacional, aprendizaje desorganizado, adicción a Internet y desencanto escolar).

innovación ligado a las TIC, se podría uno cuestionar lo siguiente a fin de no caer en las garras de la novolatría, o ser seducido por una ocurrencia: ¿existen buenas razones para incorporar una novedad antes de conocer su efectividad? ¿O mejor esperar a que haya alguna evidencia empírica sobre su impacto? En el caso de contar con datos que corroboren la hipotética mejora: ¿el contexto educativo en el que se dio es análogo o, al menos, guarda alguna relación con mi entorno? De otro lado: ¿la solución para un problema n pasa necesariamente por la adquisición de un producto, *software* TIC? Willingham, quien mantiene cierto escepticismo para con la innovación tecnológica, propone una suerte de protocolo específico a la hora de considerar una novedad en virtud de cuatro cuestiones, esto es: “(i) Qué esperamos que cambie?; (ii) ¿Cómo sabremos si ha cambiado o no?; (iii); ¿Para cuándo se supone que el cambio se habrá producido?; y (iv) ¿Qué haremos si el cambio se produce y qué haremos si no?” (Willingham, 2023, p. 266). Más adelante, repararemos brevemente en algunos de los aspectos relevantes de lo que ha supuesto la irrupción de las IA, específicamente el CharGPT en el proceso de enseñanza-aprendizaje, si bien antes analizaremos a vuelo de pájaro qué conllevan algunas de las pretendidas habilidades de aprendizaje de lo que podríamos llamar el “sujeto-alumno digital”.

Sabemos que los adolescentes ocupan, de media, un 30% de su tiempo en aplicaciones que tienen que ver con la comunicación y la mensajería rápida, un 25% viendo vídeos en diversas plataformas digitales, un 18% a jugar online, un 5% a hacer videoconferencias, y un 18% a navegar por internet, eminentemente por las redes sociales. Nuestros jóvenes pasan casi cinco horas al día en una pantalla entre ocho y doce años, y más de siete horas entre trece y dieciocho (Twenge, 2017). Bajo esta perspectiva, no son pocas las voces que han puesto el grito en el cielo, esgrimiendo argumentos razonables alrededor de un posible atrofiamiento cognitivo. Los estudiantes ya no son capaces de mantener la atención como antes, pues están embebidos, sumergidos en el océano digital, donde todo responde a dinámicas de seducción, donde se utiliza tecnología de activación dopamínica para sostenerlos bajo esa dulce sensación del opiáceo, manteniéndolos pegados a la pantalla por horas. Desde luego, el argumento parece bastante convincente. Qué tiene que decir la disciplina neurocognitiva al respecto: ¿es posible que el “sujeto digital” haya perdido capacidades para la atención sostenida (véase capítulo tercero)?

Si bien existe una extensión amplísima de estudios que pivotan en torno a una y otra dirección, todo parece indicar que la alta exposición a las pantallas no está generando modulaciones significativas en las capacidades atencionales de los estudiantes:

contamos con datos que indican que la atención no ha cambiado. Hay pruebas para medir la atención que se han administrado a grandes grupos de participantes durante décadas, y los resultados son muy similares a los observados ante el advenimiento de la tecnología digital. (Willingham, 2023, p. 244)

En un estudio realizado desde la Facultad de Psicología de la Universidad de Western, Australia (2015), se pidió a los estudiantes que repitieran una secuencia arbitraria de números dados, pero a la inversa. Es decir, si la secuencia rezaba: “5,4,6”, los aprendientes debían responder “6,4,5”. Si contestaban correctamente, entonces se añadía un número más a la lista hasta que fallaran, poniendo así en jaque sus capacidades atencionales, memoria de trabajo y memoria a corto plazo. De esta manera, se estimó que la media de acierto hasta el error giraba en torno a recordar cinco dígitos. La cuestión relevante del asunto es que esta prueba se empezó a efectuar en 1923, pero los resultados que medían la atención se han mantenido en el tiempo:

No increasing trend in the STMC (capacidad de memoria a corto plazo) or WMC (capacidad de memoria de trabajo) test scores was observed from 1923 to 2008, suggesting that these two cognitive processes are unaffected by the Flynn effect¹⁷. Consequently, if the Flynn effect is occurring, it would appear to be a phenomenon that is completely independent of STMC and WMC, which may be surprising, given the close correspondence between WMC and fluid intelligence¹⁸. (Gignac, 2015, p. 85)

¹⁷ James R. Flynn, fue un investigador y filósofo neozelandés. Su acreditada tesis, conocida como el efecto Flynn, supone un fenómeno observado a nivel mundial en virtud del cual se aprecia un aumento gradual en las puntuaciones de los test de inteligencia a lo largo del tiempo. A medida que pasan las generaciones, los individuos puntúan mejor en los test de inteligencia.

¹⁸ Una introducción aproximada sería esta: No se observó una tendencia creciente en las puntuaciones de los tests de STMC (capacidad de memoria a corto plazo) o WMC (capacidad de memoria de trabajo) desde 1923 hasta 2008, lo que sugiere que estos dos procesos cognitivos no se ven afectados por el efecto Flynn. En consecuencia, si el efecto Flynn está ocurriendo, parecería ser un fenómeno completamente independiente de STMC y WMC, lo cual puede resultar sorprendente dado la estrecha correspondencia entre WMC y la inteligencia fluida.

Otra de las cuestiones que más se están poniendo en entredicho luego de la formación del “sujeto-alumno digital” es aquella que tiene que ver con la idea de multitarea o *multitasking*. Subraya L. Llera y J. Calvin, profesores de filosofía de la Universidad de Comillas: “La tecnología ha alterado la temporalidad del trabajo y sus modos; lo virtual va minimizando la presencialidad. [...] La hiperconectividad potencia el desarrollo de las multitareas que exceden los límites del espacio-tiempo material” (Llera y Calvin, 2023, p. 9). Si esto es así, cabría preguntarse: ¿es cierto que los estudiantes de hoy rinden mejor haciendo varias cosas a la vez? Pierre-Marc de Biasi, especialista en crítica genética, argumenta: “nuestro cerebro no está estructurado para trabajar en paralelo, ocupándose simultáneamente de varias tareas intelectuales. Si se ve obligado a hacerlo, sale del apuro simulando simultaneidad; es decir, procediendo a realizar un procesamiento en serie muy secuenciado” (De Biasi, 2022, p. 80). Si bien es cierto que los jóvenes tienen mejores capacidades para la multi tarea, esto no se debe a que vengan de una generación digital, sino a que son jóvenes y por tanto tienen una capacidad de memoria de trabajo mayor a la que pudiera tener un individuo adulto promedio. La memoria de trabajo llega a su punto álgido a la edad de veinte pocos años, después empieza a descender (Ruiz, 2022). En concordancia con De Biasi, todo parece indicar que nuestro sistema cognitivo no puede atender de manera sostenida varias cosas al mismo tiempo, “y las personas (jóvenes o mayores) que dicen lo harás mejor si te concentras en una sola cosa en cada momento tienen razón” (Willingham, 2023, p. 246). El motivo se debe a que, aun cuando pareciera que estamos prestando atención a varias cosas a la vez, lo que en realidad está sucediendo es que alteramos la atención entre dichas cosas de manera muy rauda. De esta forma, estudiar mientras se ve un partido de tenis, se contesta a un correo electrónico y se chatea con un amigo no es, así, una virtud del “sujeto digital”, sino quizá, más bien, una desventaja que sí debiéramos tener en consideración. Una investigación realizada en colaboración por los Departamentos de Neurología de las Universidades de California y de Standford, en 2018, a propósito de los efectos a largo plazo de la multitarea en relación con el vídeo o la música, concluía lo siguiente:

While the literature is still sparse, and is marked by both convergent and divergent findings, the balance of evidence suggests that heavier media multitaskers exhibit poorer performance in a number of cognitive domains, relative to lighter

mediamultitaskers (although many studies find no performance differences between groups)¹⁹” (Uncapher y Wagner, 2018, p. 9899).

Además, incluso cuando los aprendientes sugieren que no están prestando atención, mientras estudian, a un monitor de fondo encendido, también de este modo tiene efectos distractores constatados: “Specifically, multitasking had greater effects (a) when media users had less control over the media, (b) for tasks that were unrelated, and (c) for tasks that were physically distant²⁰” (Jeong y Hwang, 2016, p. 599). De cualquier modo, no debe confundirse mantener la atención a varias cosas a la vez, lo cual, como acabamos de ver, resulta imposible, con hacer varias cosas al mismo tiempo. Indudablemente, un individuo puede conducir mientras escucha música al tiempo que mantiene una conversación con el copiloto, pero de ningún modo estará empleando su atención ejecutiva/sostenida a las tres. Esto debiera hacernos replantear la situación en el aula. En capítulos anteriores, argumentábamos a través de figuras como F. Mora y H. Ruiz, ambos neurólogos, que el espacio, el contexto en el que debiera ejecutarse el proceso de enseñanza-aprendizaje tendría que implicar cierta serenidad, excluyendo estímulos fuertes e invitando a una única tarea.

Desde esta perspectiva, también convendría mantener una actitud crítica con respecto a los portátiles y demás dispositivos electrónicos en el aula, pues, además de los efectos distractores que configuran, estudios recientes ponen de manifiesto que comprendemos ligeramente peor los textos que leemos a través de la pantalla que los que leemos en papel, incluso con pantallas que limitan o establecen filtros para no cansar la vista (Clinton, 2019). Esto resulta enormemente interesante en la medida en que no pocos centros han cambiado los libros de texto clásicos, pues constituían el paradigma de la educación pasada, por libros digitales. Si bien la diferencia no es muy acusada, este caso nos sirve para ejemplificar una vez más cómo una de esas promesas tecnológicas que vislumbraban la vanguardia educativa ha tenido un impacto no tan positivo como se esperaba, sino más

¹⁹ Como siempre, una traducción aproximada sería: Si bien la literatura aún es escasa y está marcada por hallazgos convergentes y divergentes, el balance de evidencia sugiere que las personas que realizan una mayor multitarea de medios exhiben un rendimiento deficiente en varias áreas cognitivas en comparación con las personas que realizan una menor multitarea de medios (aunque muchos estudios no encuentran diferencias de rendimiento entre los grupos).

²⁰ Una traducción aproximada sería: Específicamente, el multitasking tuvo mayores efectos (a) cuando los usuarios de medios tenían menos control sobre los medios, (b) en tareas que eran irrelevantes y (c) en tareas que estaban físicamente distantes.

bien lo contrario, insistiendo de nuevo en la necesidad de mantener cierta prudencia sobre la implementación de las TIC en el aula.

En conclusión, no tenemos datos suficientes que apunten cambios cognitivos en la atención ejecutiva de las generaciones digitales en contraste con las generaciones previas; el *multitasking* resulta, sencillamente, un mito que, si bien no correlaciona con una pérdida de atención, supone una técnica poco efectiva para mantener la concentración/atención respecto al estudio. Finalmente, la lectura en pantalla tiene efectos perniciosos respecto a la lectura de texto en papel. Hasta el momento, hemos trazado un recorrido por algunos elementos críticos con respecto a la innovación y las TIC en el aula, para arribar a un análisis desde un punto de vista neurocognitivo sobre algunos aspectos que pudiera conllevar lo que llamamos el “sujeto-alumno digital” que pasa muchas horas frente a la pantalla configurando así, no solo su manera de entender el estudio, sino también su realidad misma. En último lugar, vamos a detenernos unos párrafos para aventurar alguna reflexión sobre la implementación de las IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en una breve consideración sobre la irrupción del ChatGPT.

6.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EDUCACIÓN

El emergente campo de la IA comenzó a florecer en la década de los cincuenta, cuando los científicos empezaron a interesarse por configurar máquinas que presentaran una inteligencia análoga a la humana. A. Turing, lo veíamos en el inicio del capítulo tercero, impulsaba esta disciplina a través de un mecanismo algorítmico binario condensado bajo lo que se conoció por aquel entonces como máquinas de Turing. Desde entonces, todas las máquinas, computadoras, así como robots inteligentes son entrenadas bajo un conjunto de reglas pensadas para resolver un problema determinado. A estas reglas las llamamos algoritmos (Williamson, 2018). Sin embargo, en 2010 se dio un salto cualitativo, pues este año marcó la diferencia entre lo que podríamos acuñar como un código de algoritmos secuenciales y lo que se conoce como aprendizaje profundo:

El *Deep learning* o *aprendizaje profundo* emplea sistemas de cálculo con varias unidades de elaboración, aprovecha avances computacionales para desarrollar modelos complejos mediante una cantidad creciente de datos y conexiones. El concepto de *Deep learning* se designa a veces como *red neuronal profunda*, en referencia a los muchos niveles involucrados (Malavasi, 2019, p. 109).

Una de las características interesantes de las redes neuronales o aprendizaje profundo es que, bajo un código determinado, esto es, el conjunto de normas que regulan su comportamiento, y conectado a una base de datos inconmensurable, son capaces de modular su respuesta y aprender a consecuencia de la interacción con humanos: “el aprendizaje profundo incluye conjuntos de datos de entrenamiento que se desmontan y reorganizan continuamente a través de capas de la red neuronal artificial, con cada nodo de la red asignando constantemente diferentes pesos a cada uno de los datos” (Selwyn, 2019, p. 22). Así mismo, 2010 resultó un momento de inflexión respecto a la configuración de lo que hoy conocemos como *Big Data*, esto es, la generación de terabytes de contenidos, así como datos digitales a cada hora, recogidos por plataformas como redes sociales, sensores y otras tecnologías. A partir de este año, “el volumen de información que se empezó a contabilizar en kb, en muy pocos años se ha tenido que contabilizar en dimensiones mareantes: -Mega, -Giga, -Tera, -Peta, -Exabyte, -Zettabyte y - Yottabyte” (Pérez, 2012, p. 53). Sin ir más lejos, todos estos datos son usados por *software* de manera consentida para conocer nuestras preferencias, saber qué anunciarnos o para lo que se conoce como “medicina de precisión”, a saber, generar formas de salud a medida a través de los datos. Indudablemente, también plantean un reverso más oscuro: todos conocemos el escándalo destapado por *Cambridge Analytica* en 2018 por el cual se argumentó que la red social *Facebook* había estado compartiendo datos de sus usuarios de manera ilícita desde 2014 con fines políticos, lo cual encendió un interesante debate sobre las posibilidades fácticas de privacidad en la red. Del mismo modo, sabemos que los datos arrojados se utilizan en varios países para identificar personas, así como ubicaciones que correlacionan con altos grados de criminalidad (Pérez, 2012). Sea como fuere, lo cierto es que el nivel de desarrollo tecnológico ha permitido un gran optimismo por parte de aquellos que se afanan en defender el “solucionismo tecnológico” del que hablábamos al principio del capítulo. Si el inicio de siglo partía con las promesas de la educación del futuro mediante la implementación de aulas digitales, portátiles y dispositivos electrónicos por cada alumno, en estos últimos años se ha propuesto la robótica, las IA y los *Big Data* como medios para sofisticar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. El *Center for Data Innovation*²¹, una plataforma de ideas estadounidense sugiere que una educación a través de estas IA podrá satisfacer varios

²¹ https://datainnovation.org/2015/12/why-countries-need-national-strategies-for-the-internet-of-things/?gclid=CjwKCAjwhJukBhBPEiwAniIcNSj4Lsl-5G38-KusrKue9JBr3P73OUd-fDUD_gznLuDz9uSddhD7tBoCtAgQAvD_BwE

requisitos, a saber: (a) a través de los datos permitir una mayor personalización hacia el alumno; (b) los docentes tendrán a su disposición datos relevantes que les permitirán actuar acorde con el contexto del aula; (c) posibilitará una mayor eficacia de la escuela; y (c) la actualización de los datos y tecnologías propondrán una continua innovación. (Williamson, 2018). Los investigadores de la IA consideran que estamos cerca de consolidar formas de educación muy superiores a las que puedan plantear los humanos. No obstante, siempre resulta acertado reparar en la cuestión económica, pues es difícil saber si la frase “la educación actual está anticuada y no se adecúa a los problemas del futuro” responde a una realidad constatable o a un eslogan publicitario por parte de aquellos que invierten millones de dólares en IA. En 2018 se estimó que “el mercado global para la IA crecerá de \$537 millones en 2018 a \$3.683 millones en 2023” (Selwyn, 2019, p. 29). Luego siempre hemos de guardar cierta distancia respecto a tales augurios.

En las últimas décadas se han desarrollado robots físicos para el aula, sobre todo en el marco cultural japonés, cuyo cometido tiene que ver con ejercer de figura de autoridad, así como ofrecer una fuente explícita de conocimientos. Un ejemplo relevante es el que configura un robot de aula, confeccionado en 2018, capaz de identificar las posiciones de los alumnos entre otras cosas:

Our system tracked the positions of the children 93.4% of the time and correctly identified them 65.5% of the time in crowded classrooms that held 28 students. These results were used to estimate the children’s social status. Our developed system successfully estimated the children’s social status with 71.4% accuracy²². (Komatsubara et al, 2019, p. 35)

Además de los robots de aula, también tenemos constancia de robots humanoides, como es el caso de uno de los más famosos de Japón, llamado *Saya*: “*Saya* tenía la forma de una profesora, con cara y manos de goma completamente protésicas, traje con falda, cabello castaño y maquillaje. *Saya* era principalmente una cara de robot expresiva montada en un maniquí menos maleable” (Selwyn, 2019, p. 46). Por otro lado, se han conformado robots cuyo cometido es ayudar a aprender al alumno haciendo las veces de

²² Una traducción aproximada sería: Nuestro sistema rastreó las posiciones de los niños el 93.4% del tiempo e los identificó correctamente el 65.5% del tiempo en aulas concurridas que tenían 28 estudiantes. Estos resultados se utilizaron para estimar el estatus social de los niños. Nuestro sistema desarrollado estimó exitosamente el estatus social de los niños con una precisión del 71.4%.

compañero novato, así como robots pensados para el cuidado y el entretenimiento del aula (Williamson, 2018).

En este sentido, otro de los aspectos que merecen nuestra atención son las propuestas que promueven los *software* que hacen de asistente personal. Un caso interesante para el proceso de enseñanza-aprendizaje son los planteamientos que giran alrededor de la idea de un “tutor inteligente”, capaz de ofrecer un aprendizaje totalmente personalizado que responda a las necesidades de los alumnos. Estos tutores son capaces de razonar con los usuarios: “Este estilo de tutoría uno-a-uno se resume en las sigla 'INSPIRE'- *intelligent* (inteligente), *nurturant* (cariñoso), *Socratic* (Socrático), *progressive* (progresivo), *indirect* (indirecto), *reflective* (reflexivo) y *encouraging* (motivador)” (Selwyn, 2019, p. 68). Robots, *software* y *Chatbot* (más abajo iremos con ello) constituyen las más sólidas propuestas del “solucionismo tecnológico” para la educación. Con todo, cabría preguntarse diversas cuestiones que subyacen a su uso y que plantean un perfil menos optimista, a saber: ¿qué garantías tenemos de que los datos no se usen con fines espurios? ¿Existen las condiciones de posibilidad para perseguir el contrabando de datos? Indudablemente, el consentimiento de datos, si es que uno se puede negar sin ser condenado al ostracismo tecnológico, lo cual, podríamos decir, enrarece o modula de alguna forma esta concepción de consentir, tiene efectos positivos para el “sujeto digital” en tanto usuario. Veíamos más arriba las posibilidades para una medicina más sofisticada, así como una potenciación de los intereses propios del individuo. Empero y sin pretensión de engrosar las filas de lo que podríamos llamar un cierto “conspiracionismo”, también hemos de prestar atención a los riesgos que entraña que todos nuestros datos estén, de algún modo, registrados en el océano digital, pues posibilitan la vigilancia total para modos de entender la política autoritarios/totalitarios, pero no solo, recordemos el escándalo de *Facebook* del que hablábamos anteriormente. L. Llera y J. Calvin lo expresan del siguiente modo:

El espacio de la vigilancia se ha expandido, sutilmente camuflado en la neutralidad del consumo. Es obvio que las dinámicas del poder han cambiado, pero ello no nos debe hacer creer que no persistan las tensiones clásicas propias del poder disciplinario en sus diversos modos de fuerza y resistencia”. (Llera y Calvin, 2023, p. 10)

Luego soslayar estos riesgos comportaría un análisis poco crítico que no debiéramos transitar. En suma, cabría señalar la opacidad con la que se construyen los códigos algorítmicos que configuran los modelos de entrenamiento de todas estas IA: “si la automatización significa seguir un conjunto de reglas, entonces surgen tres puntos de debate: (i) ¿qué reglas se están siguiendo, (ii) ¿quién pone estas reglas?, y (iii) ¿qué valores reflejan? [...] Los algoritmos no caen mágicamente del cielo” (Selwyn, 2019, p. 96). De algún modo, los programadores establecerán unos protocolos, una reglas base que guiarán la respuesta, la conducta de la máquina, lo cual implica que hay al menos un código de valores que responda a ciertos intereses. Huelga añadir que tales intereses no tienen por qué conllevar algo necesariamente perjudicioso. Probablemente, si las reglas coinciden con nuestro punto de vista no encontraremos ningún elemento reprobatorio. Al contrario, si, por ejemplo, validásemos un relato marxista, alcanzaremos a observar un condicionamiento que responda a unos determinados intereses de clase. Lo que está claro es que no tener acceso ni transparencia respecto al código normativo de las IA enturbia por mucho la cuestión, aun teniendo en cuenta que la probable razón principal se deba a dinámicas de competencia propias del sector. Además, una limitación análoga es que todas estas IA (todas estas críticas valen para el ChatGPT), son solo tan buenas como las bases de datos que incorporan, de forma tal que pueden ofrecer respuestas imprecisas o poco rigurosas eventualmente si no cuentan con la información requerida.

Otra de las críticas que se le pudiera hacer es que el proceso de enseñanza-aprendizaje no solo se limita a obtener una información, es decir, que algo sea de un determinado modo, sino también a entender las razones de ese modo, el por qué de esto o aquello. Enseñar significa hacer entender a los alumnos el razonamiento que lleva de suyo un conocimiento particular. En esta dirección, cabría alegar que las IA tampoco pueden establecer la necesaria relación afectiva que requiere el conocimiento. Veíamos en el capítulo tercero que educar a través del afecto, vehiculado mediante esta emoción, suponía una inagotable fuente de motivación que de ningún modo podemos eludir. A su vez, las IA no poseen sentido común, en lo que se conoce como el “dilema de Dreyfus”, es decir, mantiene importantes limitaciones a la hora de entender, más allá del aspecto de transmisión directa de conocimiento, el contexto y los requerimientos que un alumno necesita, pues

evidentemente no poseen lo que los neurólogos llaman una teoría de la mente²³. Sugiere N. Selwyn:

el contacto cara a cara con un profesor ofrece al alumno la valiosa oportunidad de involucrarse en el proceso de pensamiento con otro cerebro humano. Por una parte, hay algo de emocionante sobre presenciar a un experto mientras modela el proceso de pensamiento. Por otra parte, un profesor es capaz de hacer conexiones cognitivas personales con otro individuo que intenta aprender. (Selwyn, 2019, p. 116).

Dicho lo cual: ¿estas críticas implican una actitud de rechazo respecto a las propuestas que comportan las IA? Para nada, es más, resulta enormemente interesante el futuro que entreabren y, desde luego, hemos de estar atentos hacia las mejoras que puedan comportar. Sin embargo, también hemos de ser cuidadosos para no confundir la sustancia con el tejido adiposo, señalando los límites y grietas que configuran y manteniendo, así, una cierta distancia, sobre todo en lo relativo al proceso de enseñanza aprendizaje. La tecnología ayuda y mejora nuestras vidas en muchos casos, pero qué se usa y cómo se usa también modela nuestra forma de configurarnos, también ejerce un condicionamiento conductual que reconfigura las formas en las que el individuo se construye, y esto no podemos pasarlo por alto de ningún modo. Los códigos algorítmicos comportan unas reglas que condicionan necesariamente la interacción del usuario. A. Pérez, catedrático de pedagogía de la Universidad de Málaga, lo dice de este modo:

La tecnología de la información se ha convertido en un medio de participación, provocando la emergencia de un entorno que se modifica y se reconfigura constantemente como consecuencia de la propia participación en el mismo. Cuanto más interactuamos en dicho espacio informacional, más cambia el escenario, del modo que el propio acto de encontrar información da forma no solo al contexto que proporciona el significado, sino al significado mismo y al modo de procesar del sujeto. (Pérez, 2012, p. 54)

²³ La teoría de la mente se refiere a la capacidad cognitiva de atribuir estados mentales, como creencias, deseos, intenciones y emociones, tanto a uno mismo como a otras personas.

6.2. LA IRRUPCIÓN DEL CHATGPT

En medio de este contexto de hiperdesarrollo de las IA, así como de anhelos por parte de muchos para que sus propuestas permeen en el campo educativo, ha emergido de una forma totalmente disruptiva lo que podríamos acuñar como el salto cualitativo o revolución digital que ha comportado la aparición del ChatGPT. Según un reciente artículo publicado por *El País*, un tercio de los estudiantes estadounidenses de entre 12 y 17 años, y un 51% de los docentes utilizan ya esta herramienta usualmente. Casi el 80% de los alumnos que han usado ChatGPT consideran su impacto como algo positivo (Meneses, 2023). Este chat pertenece a la familia IA conocida como *chatbots*, esto es, asistentes que guían y aconsejan al usuario, siendo capaces de mantener interacciones automatizadas generales a través del lenguaje natural, y que pueden usar docentes y estudiantes (Selwyn, 2019). Lo disruptivo de su emersión es que cuenta con una base de datos de red prácticamente inabarcable, prestando un servicio en cuanto a conocimientos enciclopédicos se refiere inconmensurable. De hecho, en pruebas para la EVAU de este mismo año obtuvo una media de 8,36 sobre 14, sacando una máxima de 9 en inglés y una mínima de 2,5 en matemáticas aplicadas (EFE, 2023). El Departamento de Matemáticas y Tecnología de la Universidad de Hong Kong, en una revisión de la literatura existente hasta el momento, acerca del nivel de competencia que este chat comporta en diversas materias y disciplinas, mostró que este asistente es muy bueno en materias como por ejemplo la economía, pero muy deficiente en matemáticas: “The findings of this review suggest that ChatGPT’s performance varied across subject domains, ranging from outstanding (e.g., economics) and satisfactory (e.g., programming) to unsatisfactory (e.g., mathematics)²⁴” (Lo, 2023).

La cuestión pertinente de este asunto es que el ChatGPT genera textos no plagiados, nuevos y originales respecto a los contenidos que se le piden. Además, se puede incidir y concretar sobre los saberes en los que queramos profundizar. Puede redactar un texto argumentativo de aquello que queramos defender o derribar; es capaz de encontrar ejemplos para explicar complejas teorías para estudiantes o niños, puede traducir cualquier texto al idioma que le pidamos con una precisión elogiada, entre otras muchas cosas. Pongamos un ejemplo ostensivo de su funcionamiento. Vamos a preguntarle lo

²⁴ Una traducción aproximada sería: Los hallazgos de esta revisión sugieren que el rendimiento de ChatGPT varió en diferentes áreas temáticas, desde sobresaliente (por ejemplo, economía) y satisfactorio (por ejemplo, programación) hasta insatisfactorio (por ejemplo, matemáticas)

siguiente: ¿cuáles son las causas más relevantes que explican el estallido de la Segunda Guerra Mundial?



El estallido de la Segunda Guerra Mundial fue el resultado de una compleja serie de factores y eventos históricos. A continuación se mencionan algunas de las causas más relevantes que contribuyeron a este conflicto:

1. **Tratado de Versalles y resentimiento alemán:** El Tratado de Versalles, que puso fin a la Primera Guerra Mundial, impuso duras condiciones a Alemania, generando un profundo resentimiento y descontento entre los alemanes, lo que sentó las bases para el resurgimiento del nacionalismo y el expansionismo.
2. **Ascenso del fascismo y nazismo:** El surgimiento de regímenes totalitarios como el fascismo en Italia, liderado por Benito Mussolini, y el nazismo en Alemania, liderado por Adolf Hitler, fomentaron el militarismo, el expansionismo territorial y la agresión en busca de la supremacía nacional.
3. **Expansionismo japonés:** Japón, bajo el control de líderes militaristas, buscaba expandir su imperio en Asia, lo que provocó conflictos con otras potencias regionales y contribuyó a la escalada de tensiones internacionales.
4. **Política de apaciguamiento:** Algunas potencias occidentales, como el Reino Unido y Francia, adoptaron una política de apaciguamiento hacia Alemania, tratando de evitar un conflicto armado cediendo ante las demandas alemanas. Sin embargo, esto solo sirvió para fortalecer la agresividad alemana y debilitar la posición de las democracias liberales.

Regenerate response

Esta pericia ha supuesto y generado expectativas enormes sobre las posibilidades que se inauguran con este dispositivo. Ahora mismo, cada alumno tiene al alcance de su mano aquellos conocimientos que necesite satisfacer de una manera rápida, concreta y compatible con los grados de eficiencia que se expresan en nuestras sociedades. Su nacimiento ha promocionado, aún más si cabe, el emblema que veíamos en el capítulo anterior por el cual se debe enseñar en competencias frente a contenidos. Para los defensores de esta idea, que, como argumentamos extensamente resulta como mínimo imprecisa, el ChatGPT supone las condiciones de posibilidad para el cambio de paradigma al que aspiran:

Vriti Saraf, CEO y fundadora de K20 Educators, en Nueva York, está de acuerdo: "Cuanto menos necesiten los estudiantes que los educadores sean la principal fuente de conocimiento, más podrán centrarse los educadores en desarrollar la capacidad de curar, guiar, evaluar críticamente el aprendizaje y ayudar a los

estudiantes a adquirir habilidades que son mucho más importantes que memorizar información.” (World Economic Forum, 2023)

Está clarísimo que esta IA es una tecnología que no vamos a poder apartar, aun cuando supusiera un perjuicio constatable para el sistema educativo. En este sentido, las dificultades para comprobar si una redacción ha sido o no realizada por el chat son enormes, pues hasta el momento no hay aplicaciones que detecten de manera certera si se ha utilizado o no. Es más, con cambiar tres o cuatro palabras de un texto realizado por GPT las posibilidades se reducen todavía más. Incluso la actualización de la conocidísima aplicación de *Turnitin* plantea serias dudas sobre su capacidad para detectar si un texto ha sido producido por esta IA, si bien, desde luego conlleva un componente preventivo indudable. Por tanto, si los alumnos tienen en su poder esta herramienta, capaz de generar textos y responder cuestiones relacionadas con un conocimiento enciclopédico, necesariamente vamos a tener que cambiar el modelo de enseñanza-aprendizaje que opera en nuestros tiempos²⁵. Los deberes para casa, tal y como se requieren actualmente, están condenados a desaparecer o a mutar. Lo cierto es que no podemos obviar de ningún modo una tecnología que ya está arraigándose en la práctica educativa, luego tendremos que jugar con estas cartas, tomando *GPT* como, aunque forzoso, aliado para plantear estrategias educativas distintas, que no necesariamente nuevas. Estrategias, dicho sea de paso, que vayan en una dirección alternativa a la que se promueve desde las pedagogías *new age*. Veremos algunas ideas en la última sección de este trabajo, si bien antes convendría detenernos en torno a ciertas incógnitas que el chat supone, a saber: (1) ¿Qué implica tener toda la información de manera *prestissima* para el “sujeto-alumno digital”? (2) ¿Dónde se almacenan los datos de las búsquedas del usuario; existe algún riesgo? (3) ¿Podríamos hablar de una memoria externa al sujeto, delegando así nuestra capacidad memorística en la IA? ¿Qué podría decir una mirada neurocognitiva al respecto? (4) ¿GPT supone una inteligencia análoga a la humana? Y (5) ¿Podemos depositar nuestras esperanzas formativas en el chat o es falible? Intentaremos abordar todo esto en lo que sigue.

Antes de contestar a las cuestiones, cabría enunciar que aún no contamos con pruebas empíricas que pudieran dar solidez a las reflexiones que aquí se van a formular, pues la

²⁵ Ello no implica necesariamente un cambio radical que transforme nuestra forma de entender la educación, si es que eso se puede, por completo. Más bien supone tener en cuenta la IA para formular las modificaciones que sean pertinentes.


irrupción del ChatGPT se ha producido hace pocos meses, de forma que no ha pasado el tiempo suficiente para albergar datos relevantes. Siendo esto así, como mucho lanzaremos algunas ideas o hipótesis que serán confirmadas o refutadas con el devenir del tiempo, luego no se tomen las siguientes sugerencias como tesis en el sentido fuerte. Dicho lo cual, prosigamos. G. Lipovetsky llama a nuestra época “la era de la seducción”, es decir, las sociedades donde el *marketing*, la competencia y la innovación buscan persuadir al sujeto para que consuma esto o aquello, para que se adscriba a unas u otras ideas, en contraposición con la época previa a los setenta del disciplinamiento duro. La eficiencia, esto es, hacer algo con el menor tiempo y esfuerzo posible, se ha convertido en una suerte de mantra o bien muy valorado y codiciado. Desde esta lógica, el ChatGPT responde perfectamente a estas necesidades, pues, más que ofrecer largas disertaciones o teorías, sugiere lo que podríamos llamar unas píldoras de conocimiento. Se podría objetar que *Wikipedia* ya cumplía con este rol, y es cierto, pero también lo es que GPT sofisticada por mucho tales posibilidades. Como decíamos líneas más arriba en este mismo capítulo, hemos de tener muy en cuenta que la forma en que nos relacionamos con la IA modula nuestra conducta, esto es una obviedad. Así pues, uno de los primeros riesgos que habríamos de señalar es la hipótesis de que el “sujeto-alumno digital” delegue su entrenamiento memorístico en la IA, confundiendo tener información con tener conocimiento, desplegando así una pereza intelectual mayor aún de la que corren en nuestros tiempos. Si bien debemos ser cautos con lo que podríamos llamar pérdidas cognitivas, lo cierto es que por las razones esgrimidas en el capítulo cinco, no trabajar sobre la memoria al incorporar el chat podría engendrar generaciones mucho menos inteligentes, por no hablar del retroceso para la competencia del pensamiento crítico. Detengámonos aquí un momento.


Hemos dicho que pensar no es otra cosa que manipular la información del entorno (memoria sensorial-memoria a corto plazo) junto a la que disponemos en nuestra memoria a largo plazo en ese foco atencional consciente y reducido que configura nuestra memoria de trabajo. También hemos argumentado que cuando incorporamos conocimiento a nuestra memoria a largo plazo y la automatizamos a través del “aprendizaje profundo” empaquetamos la información, dejando más espacio en nuestra memoria de trabajo para manipular más elementos. Si recordamos, si nos enfrentáramos a un texto de Rawls sin conocer qué significa “consenso entrecruzado”, tendríamos que detenernos a aprender este concepto, ocupando así toda nuestra memoria de trabajo. Esto implica no poder

entender el texto hasta entonces. Ahora bien, cuando ya hemos comprendido e incorporado tal concepción, entonces quedará empaquetada permitiéndonos avanzar hasta el siguiente concepto, y así sucesivamente hasta poder enfrentar el texto completo. Comprender el fragmento de Rawls implica haber empaquetado e incorporado una serie de nociones, liberando espacio de nuestro foco de pensamiento, habilitando así el entendimiento del conjunto. De esta manera, tener más conocimientos aprendidos profundamente en nuestra memoria a largo plazo conlleva poder manipular y cruzar información nueva de manera mucho más rauda. Para una explicación más incisiva vuelva sobre el capítulo anterior. Así, a más conocimientos arraigados, más se podrá pensar de manera productiva, eficaz y con menor coste biológico. En el caso del pensamiento crítico sucede exactamente lo mismo. ¿Qué es pensar críticamente sino plantear interrogantes y analizar variantes informativas, una pluralidad de fuentes, para una cuestión concreta? Si llenamos nuestra memoria de trabajo con elementos muy superficiales, pues no tenemos en nuestro bagaje el saber, empero sí la información en GPT, estaremos condenados a configurar un nivel de análisis muy pobre. Desde estas coordenadas, ¿cómo puede ser que el porvenir de la educación tenga que ver con desarrollar la competencia del pensamiento crítico abandonando los conocimientos enciclopédicos, así como su memorización? Al contrario, si tenemos en cuenta cómo opera el aprendizaje desde un sentido neurocognitivo, el ChatGPT plantea un riesgo altísimo de pereza intelectual y de, si no pérdida de capacidades, al menos de atrofiamiento intelectual. Está claro que hemos de usar esta IA como herramienta, pero de ninguna forma depositar nuestra capacidad memorística en virtud de una pretendida memoria externa que nos libere del reto del aprendizaje. Desde luego, aunque esto es probable que ocurra, nuestros sistemas educativos no debieran ceder ante este impulso, menos aún promoverlo. En síntesis, la implementación de esta IA no exime de un aprendizaje enciclopédico-memorístico si y solo si queremos ser coherentes con desarrollar una competencia de espíritu o pensamiento crítico.

Una cuestión aledaña, pero interesante, tiene que ver con el estatus del Chat GPT. La hipótesis que sugerimos comprende entender esta IA como una suerte de enciclopedia sofisticada. Es decir, la memoria humana, como hemos dicho, es reconstructiva, luego no reproduce exactamente los contenidos semánticos que aprendemos. La memoria se vincula con todo nuestro bagaje intelectual, esto es, rellena, completa y ordena los huecos que olvidamos gracias a este bagaje en su reconstrucción. En suma, en el proceso del

pensamiento humano somos capaces de vincular informaciones de muy distinta índole de manera automática, lo cual habilita al individuo para la creatividad y el arte, cosa que el Chat GPT todavía no puede hacer o hace muy pobremente²⁶. Además, nuestra memoria tarda menos de un segundo en proporcionarnos la información de un significado que ya conocemos (Willingham, 2023). El procesamiento del *chatbot* es más lento. Así mismo, nuestra memoria gestiona y entiende el contexto en el que se ubica una idea sin tener que especificar y concretar los detalles, aspecto que no sucede con la IA. Estas diferencias entre la inteligencia humana y el ChatGPT ponen de manifiesto la cautela con la que debemos andar al decir que esta IA es inteligente en términos análogos a la humana, si bien, qué duda cabe, supone el acercamiento más certero confeccionado hasta la fecha. Indudablemente, este asistente digital genera respuestas originales, pero funciona como una gran red neuronal en forma de buscador enciclopédico hipertrofiado. Es un salto cualitativo respecto a *Google*, empero su operatividad se centra en buscar en una gran base de datos la información requerida, rasgo esencial que comparten ambas plataformas. Justamente aquí es donde encontramos sus límites. Si bien podrá decirnos sin problema, a grandes rasgos, cuáles son las causas de la Segunda Guerra Mundial, encontrará dificultades para solventar cuestiones más reflexivas que requieran cruzar diversas variables en cuanto a saberes se refiere. Más aún, si ciertos asuntos carecen de mucha información en su base de datos, la deliberación requerida desembocará poco menos que en una ocurrencia cuando no un delirio. Pongámoslo a prueba. Vamos a pedirle, en primer lugar, (1) que componga un poema breve de amor, con el fin de clarificar un resultado lleno de clichés y a la altura de poco más que un niño:

 compón un poema de amor muy breve

 En tus ojos, mi sol,
en tu sonrisa, mi paz,
en tu amor, mi todo,
en tu abrazo, mi hogar.

²⁶ Es muy probable que con el tiempo se pueda llegar a sofisticar estas IA para que puedan componer incluso obras de arte. De hecho, existen algunas que pueden generar imágenes de una calidad artística notoria. Huelga decir que no nos detendremos en elucidar qué entendemos por obra de arte para entrar al detalle de la cuestión. Solamente nos interesa apuntar que es muy discutible, al menos en términos literarios, que el ChatGPT pueda realizar composiciones artísticas en este sentido.

En segundo lugar, (2) si le planteamos cuestiones complejas resulta mucho más probable que de respuestas erradas o poco rigurosas. Preguntémosle ahora por cuáles son los libros más importantes de la filosofía ilustrada que guarden relación con la digitalización del mundo y por qué:



¿Cuáles son los libros más importantes de la filosofía ilustrada que guarden relación con la digitalización del mundo y por qué?



En la filosofía ilustrada, hay varios libros importantes que abordan temas relacionados con la digitalización del mundo y sus implicaciones. Estos libros analizan la influencia de la tecnología, la información y la comunicación en la sociedad y exploran las transformaciones culturales y sociales que han surgido con la digitalización. A continuación, se presentan algunos de los libros más relevantes en este contexto:

1. "La era de la información: Economía, sociedad y cultura" (The Information Age: Economy, Society, and Culture) de Manuel Castells: Este libro examina los cambios socioeconómicos y culturales causados por la revolución de la tecnología de la información y la comunicación. Castells analiza cómo la digitalización ha transformado la estructura y el funcionamiento de la sociedad contemporánea.
2. "La sociedad del riesgo: Hacia una nueva modernidad" (Risk Society: Towards a New Modernity) de Ulrich Beck: Beck reflexiona sobre la sociedad contemporánea y cómo la digitalización y la globalización han generado nuevos riesgos y desafíos para la humanidad. Examina cómo la sociedad ha pasado de una modernidad industrial a una modernidad basada en la gestión de riesgos y la incertidumbre.

Evidentemente, se podría objetar que la pregunta no es nada clara, que es muy amplia o ambigua y que, reformulando la cuestión de una manera más precisa, el chat acertaría con una respuesta más certera. Tienen razón. Sin embargo, cabría apuntar lo siguiente: nosotros hemos caído en la cuenta del error en su respuesta porque previamente sabemos que los libros y autores que propone no son de la época ilustrada. Ahora bien, si un "sujeto-alumno digital" no tiene en su haber tal conocimiento: ¿se daría cuenta del error? ¿Cómo es posible que se pueda educar gracias al ChatGPT en pensamiento crítico si justamente se requiere previamente tal criticidad para poder usar la herramienta? Huelga decir que estamos forzando a la máquina para que erre de una manera acaso fraudulenta. No obstante, el objetivo de esto tiene que ver con explicitar que la IA es falible y que, por ello, el pensamiento crítico, unido a los saberes enciclopédicos, configuran una

competencia que tiene que darse anteriormente si no queremos jugárnosla con una respuesta que probablemente sea acertada, empero falible. Por lo tanto, si no poseemos mecanismos previos de discernimiento, estaremos poco menos que deambulando a oscuras. A. Pons, historiador especializado en historia digital, añade: “la red no discrimina, no establece jerarquías en el sentido tradicional, de modo que un contenido de gran calidad puede aparecer junto a otro que es puro chismorreo o que incluso es deleznable” (Pons, 2013, p. 100). Obviamente, el análisis de Pons es previo a la irrupción del ChatGPT, empero su enunciado sigue cobrando la misma validez que entonces.

En última instancia, otra de las cuestiones que habilita esta IA, si bien lleva siendo un foco de reflexión de las últimas décadas, gira en torno a la protección de datos del usuario. A lo largo del capítulo hemos mencionado los riesgos y escándalos que entrañan todas estas plataformas en la medida en que puedan usar de manera ilícita los datos fruto de nuestra interacción. En este sentido, el ChatGPT está en el centro del debate. Tanto es así, que Italia ha echado el candado de esta plataforma, bloqueando su uso en su territorio. Alegan que no cumple con los requisitos legales de protección de datos y la Comunidad Europea se está planteando seguir sus pasos:

Según el comisario alemán de Protección de Datos, Europa podría seguir la postura unilateral de Italia. "Los miembros del Consejo Europeo de Protección de Datos (CEPD) han debatido la reciente acción coercitiva emprendida por la autoridad italiana de protección de datos contra OpenAI sobre el servicio ChatGPT", dice el comunicado del organismo. Una fuente de un organismo nacional de control que ha pedido no ser identificada por no estar autorizada a hablar con los medios de comunicación, le ha trasladado a la agencia Reuters que los Estados miembros esperan alinear sus posiciones políticas, pero que esto llevará tiempo. La fuente también ha revelado que los estados miembros no buscan castigar o hacer reglas que afectarán al propietario de ChatGPT, OpenAI, respaldado por Microsoft Corp, sino crear políticas generales que "sean transparentes". (RTVE, 2023, p. 1)

Así pues, queda aún por elucidar de qué manera utilizan nuestros datos, qué implica consentir su uso y si respeta o no la legalidad vigente en esta materia. Cuestiones que ponen por completo en cuarentena su uso y que señalan una de las posibles grietas que pudiera albergar un oscuro trasfondo: venta de datos, influencia política y vigilancia. Aun

cuando el anverso del chat constituya una herramienta de múltiples beneficios que podrá ayudarnos a investigar, organizar y realizar tareas rutinarias y tediosas, estamos en la obligación de reflexionar sobre los límites explícitos e implícitos que todo reverso plantea, toda vez que pretendamos sostener y preservar cierta mirada crítica.

7. CONCLUSIONES

*¡Volad al lar, cuervos!
¡Susurradle a vuestro señor
lo que oísteis aquí junto al Rin!
¡Pasad por la roca de Brünnhilde!
¡Al que aún arde allí,
indicadle el Walhall a Loge!
Pues amanece ahora
El fin de los dioses.
R. Wagner, 1876*

Una vez finalizadas las principales líneas de desarrollo, antes de dar por concluido el trabajo, cabría hacer una pequeña recapitulación de lo que hemos visto, así como de las tesis defendidas. Al emprender este trayecto, en el inicio del planteamiento, decíamos que la estructura que le daría forma se organizaría partiendo de lo general para arribar a lo particular. En este sentido, comenzamos con un viaje por una breve historia de la neurociencia, que nos permitía entender cómo las preocupaciones por desenmarañar los entresijos de nuestro sistema nervioso se remontaban al principio de las noches. Siguiendo este hilo conductor, nuestro siguiente movimiento fue establecer una sólida arquitectura del cerebro actualizada, totalmente relevante para comprender las distintas partes que lo conforman, así como sus funcionalidades. De este modo, asentábamos las bases conceptuales necesarias para poder dar el siguiente paso, esto es, la unión entre el saber neurocientífico con el proceso de enseñanza-aprendizaje. Vinculación condensada bajo la joven disciplina de la neuroeducación. En este capítulo, desplegamos los aspectos pertinentes que participaban directamente en el aprendizaje, definiendo aprendizaje desde estas mismas coordenadas neurocognitivas. Con estos pilares bien arraigados, nos sumergimos en el múltiple fenómeno de la memoria, constituyendo una suerte de

taxonomía entre tipos de memoria y elucidando sus distintos modos de procesamiento cognitivo. Así, dábamos por concluida la primera parte de nuestro trabajo, parte que componía las condiciones de posibilidad teóricas, la *ratio conoscendi* para las tesis que a continuación enunciaríamos.

La segunda parte del trabajo se iniciaba presentando las propuestas pedagógicas de un gran sector de lo que se conoce como escuelas activas, corrientes que sintetizábamos bajo el nombre de pedagogías *new age* y que son totalmente *trendy* en nuestros tiempos. Desde sus posiciones, observamos que un común denominador que se mantiene en todas ellas es la tesis de “educar en competencias, no en contenidos aprendidos de memoria”. Sin embargo, después de entender el papel que juega la memoria para el aprendizaje, concluimos que la contraposición entre competencias y contenidos resultaba totalmente imprecisa. Al contrario, argumentamos que la única forma de adquirir una competencia era a través de unos contenidos consolidados en nuestra memoria. Esto es, si no hemos aprendido unos saberes concretos de una disciplina *n*, no podremos ser competentes en *n* disciplina. En definitiva, contraponer saberes a competencias no es sino un ejercicio de pura retórica. Del mismo modo, en esta sección intentamos deshacer el malentendido entre aprender de memoria, comprendiendo por ello metodologías tradicionales que insistían en la repetición mecánica *ad infinitum*, metodologías que para nada compartimos, con la importancia de la memoria para el concepto de aprendizaje profundo. Así, diferenciábamos entre aprendizaje superficial basado en la repetición mecánica y en la “masificación”, con la necesidad de reflexionar y repetir espaciando los tiempos para almacenar un saber particular en nuestra memoria a largo plazo, esto es, aprender profundamente. En cualquier caso, una educación no memorística supone una *contradictio in adiecto*.

En la parte final, dedicamos un capítulo al concepto de innovación educativa y los riesgos que supone, así como a analizar las TIC en educación y la especial irrupción del ChatGPT, señalando sus virtudes, pero también sus límites. Nos detuvimos a reflexionar si el uso masivo de los dispositivos digitales estaba o no alterando de algún modo nuestras capacidades cognitivas ligadas al aprendizaje. Repararnos especialmente en el concepto de “atención”, concluyendo que no había pruebas empíricas que acreditaran un atrofiamiento o pérdida cognitiva en este sentido. También nos acercamos al concepto de *multitasking*, observando que, aun sin atrofiamiento cognitivo, constituía una mala

práctica como método de estudio. Finalmente, nos adentramos en la búsqueda de las posibles grietas que se abren con el uso de las TIC y las IA, teniendo en consideración la imposibilidad de lo que podríamos llamar un retroceso al mundo analógico en un sentido general, pero ante todo educativo, y reconociendo los múltiples beneficios que también conlleva su uso. Con el desarrollo del ChatGPT se renovaban las tesis de un aprendizaje competencial, pues toda la información enciclopédica se encuentra al alcance del pulgar. Así, nos preguntamos si era posible hablar de una memoria externa al individuo que le permitiera centrar su proceso de enseñanza-aprendizaje en tales competencias, aseverando que no hay tecnología que exima de un aprendizaje en torno a saberes y conocimientos. Desde esta perspectiva, nuestra postura con respecto a las IA es optimista, pero manteniendo en cualquier caso una mirada crítica y de una cierta desconfianza razonable.

Una vez refrescados los planteamientos que hemos ido presentando en este trabajo, cabría hacer una breve reflexión final acerca de qué tipo de cosas podemos hacer como docentes para implementarlos. Huelga decir que, si bien algunas cuestiones se podrán extender a gran parte de las materias que se imparten desde la escuela, nos centraremos sobre todo en el aprendizaje de la filosofía. Cabe añadir también, de antemano, que las sugerencias que proponemos, en un tono eminentemente reflexivo, no suponen ninguna idea nueva ni innovadora, no sea que acabemos por descubrir el mediterráneo.

J. Calvin, en su trabajo *Unamuno y la crítica a la pedagogía*, reflexionaba del siguiente modo:

Considero que en la asignatura de filosofía es importante pararse, mostrar los conceptos con claridad, y desvelar su naturaleza metafórica. Considero que, si hacemos este trabajo de ver las contradicciones internas, las paradojas, dentro de la docencia en filosofía, y trabajamos desde la vivencia con el valor que tienen como metáforas, la materia ganaría en significatividad. (Calvin, 2022, p. 80)

No puede estar más en lo cierto. Si queremos promover un aprendizaje profundo en nuestros alumnos, pararnos a reflexionar, cuestionarnos sobre los problemas filosóficos del currículo a través de sus paradojas y contradicciones, genera un tipo de práctica que ayuda a los aprendientes a vincular las ideas nuevas con las que ya poseen. En este sentido, las palabras adquieren un valor fundamental. C. Perelman, insigne profesor de

lógica y argumentación, en su obra *Tratado de la argumentación. La nueva retórica* (1958), sostenía que a la hora de comunicar y ser persuasivo, el emisor siempre ha de adecuarse al nivel del auditorio. El acto de la docencia es indudablemente comunicativo, luego el docente ha de jugar con las palabras, utilizar metáforas y analogías, con el fin de facilitar este acto comunicativo, con la mirada puesta en promover el salto cognitivo que todo aprendizaje conlleva. El Juego con las palabras adecuándolas al aprendiente²⁷, la reflexión dilatada y la práctica conforman los ingredientes elementales para el aprendizaje profundo.

Desde estas coordenadas, una actividad que debiéramos incorporar a las sesiones es la escritura. Escribir constituye una práctica que permite varias cosas, a saber, (1) ensayar con las ideas que se acaban de comprender. Por tanto, la escritura debe ser un elemento reforzador de lo que el docente ha explicado. Además, debe hacerse en el aula y siempre a mano, con el objetivo de dinamizar y poner a punto las capacidades cognitivas, así como la memoria semántica de los alumnos, soslayando la posible ayuda-distracción (véase capítulo seis) externa que presentan los dispositivos electrónicos. (2) Escribir permite poner en orden las ideas que queremos desplegar en nuestra memoria de trabajo, organizando el caudal conceptual que llega desde el bagaje intelectual del alumno con las ideas nuevas que el docente ha propuesto. Esta organización que se plasmará en el papel también quedará mejor registrada en la memoria. Del mismo modo, organizar, analizar y vincular ideas forman rasgos constituyentes de todo pensamiento crítico. En conclusión, la escritura permite practicar lo comprendido, vincularlo a la memoria semántica y conformar poco a poco el pensamiento crítico. Una dinámica interesante para ejecutar en el aula sería invitar a ensayar a los aprendientes en los veinte minutos finales de las sesiones, o dejar una sesión completa para practicar sobre los conceptos vistos a lo largo de la semana.

Es indudable que otra forma de practicar lo visto en clase es a través de trabajos individuales o grupales, pensados para desarrollar fuera del aula. No obstante, hemos de señalar que el modelo debe cambiar; ya no podemos pedir ensayos cuyo objetivo sea reproducir contenidos o temáticas enciclopédicas, en la medida en que el ChatGPT será

²⁷ Sin que ello conlleve rebajar necesariamente el vocabulario de una manera totalmente condescendiente. De hecho, utilizar palabras fáciles entrelazadas con un vocabulario semi técnico que permita ampliar el caudal lingüístico del alumno podría resultar una dinámica interesante.

quien termine por hacer esta tarea. Además, si los alumnos son hábiles, poca forma tendremos de demostrar que el producto no es original. En suma, descentraremos por completo el sentido del ejercicio, perdiendo tiempo en elucidar si ha sido o no copiado y resultando la práctica irrelevante para el proceso de aprendizaje del estudiante. Por tanto, tendremos que pensar en trabajos con un carácter más interrogativo, que tenga que ver con vincular conocimientos y reflexiones personales, limitando así la intervención del *chatbot*. Para ello, el docente deberá pensar muy bien las preguntas que vaya a sugerir, tanto para paliar el uso de la IA, relegándola como aliado de consulta de dudas concretas, como para impulsar la motivación del estudiantado.

Otro de los aspectos totalmente innovadores que intervienen en esta idea de aprendizaje profundo, que, si recordamos, tiene que ver con asentar unos conocimientos en la memoria a largo plazo de manera sólida y a prueba de los vaivenes del tiempo, es el que constituye la lectura. Leer es una forma de reflexionar con el autor: requiere de atención sostenida y aporta un caudal lingüístico de gran riqueza para el estudiante. Así, leer un fragmento en el aula que acompañe y complemente las ideas sobre las que estamos trabajando, dándole a los estudiantes las herramientas previas para su comprensión, fomentará unas variables nuevas que el aprendiente pueda incorporar a su memoria de trabajo y a sus saberes previos. Es decir, estamos proporcionando estrategias que posibiliten una comprensión de lo que queremos que aprendan. Usar palabras que conecten con su mundo, pues a esto nos referimos con jugar con las palabras. Esto es, trazar puentes entre los océanos de conocimiento que queremos mostrarles y el mundo que les es familiar; apoyar estos conceptos con lecturas seleccionadas y generar sesiones de ensayo a través de la escritura, configuran las condiciones de posibilidad para este tipo de aprendizaje.

Antes de finalizar, no quisiéramos dar por terminado el trabajo sin esgrimir algunas palabras acerca de lo que pudiéramos llamar una vuelta a la oralidad. La irrupción del ChatGPT ha puesto la educación patas arriba como veíamos en el capítulo sexto, y ello exige remodelaciones y cambios. No solo a la hora de modular la forma en la que planteemos trabajos para fuera del aula, que también, sino de cara a la propia evaluación. Una manera de incorporar y hacer nuestros los conocimientos, y si se quiere, luego adquirir competencias, además de las dichas hace un momento, es la que establece la propia explicación personal. Es decir, pedir a un alumno que explique, luego del proceso

de juego con las palabras, lectura y escritura, los conocimientos que debe aprender, forma parte de una estrategia en la que el aprendiente debe haber comprendido profundamente los contenidos como requisito elemental previo. Si no ha comprendido, difícilmente podrá detallarlo con sus palabras. Evidentemente debe ser con sus palabras, incorporando los conceptos técnicos importantes, el modo en el que desarrolle su exposición oral, a fin de cerciorarnos de que no está repitiendo palabra por palabra lo dicho por el docente, pues si ese fuera el caso, no tendría ningún sentido. Indudablemente, sugerir una evaluación oral lleva de suyo dificultades organizativas insoslayables, pues resulta complicado contestar a la pregunta: ¿de qué modo evaluaríamos a los alumnos en una misma sesión? ¿Serían evaluaciones cortas de tiempo o necesitaríamos varias sesiones? ¿En el caso de usar varias sesiones, no comportaría ello una rebaja en los contenidos a fin de poder disponer del tiempo requerido? Todas estas preguntas son certeras y por esa razón la cuestión queda abierta. No pretendemos de ningún modo ofrecer dinámicas, estrategias pautadas y concretas coherentes con el currículo actual, pues excedería por mucho el sentido de este trabajo, sino más bien invitarles a reparar, deliberar y reflexionar sobre cuáles han de ser los cursos, los rumbos que debiera tomar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los años que están por llegar. Palabra, lectura, escritura y oralidad. Reflexionemos. La cuestión queda abierta.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia EFE. (5 DE marzo de 2023). La inteligencia artificial de ChatGPT obtiene un 8,36 en la EVAU. *20 Minutos*.
<https://www.20minutos.es/tecnologia/aplicaciones/la-inteligencia-artificial-de-chatgpt-obtiene-un-8-36-en-la-evau-5106781/>
- Aguilar-Chuquipoma, S. G. (2020). La Neuroeducación y el aprendizaje. *Polo del conocimiento*, 5(9), 557-578.
- Anson, R., Monserrat, J., Lombo, J. A., Gimeno, J. M., García, M., Núñez, J. P., Anson, F., Barret, N., Güel, F., Murillo, J. I., Béjar, M., Yubero, R., Echarte, L. E. (2015). La neurociencia y la idea del hombre. *Cuenta y razón*. 34.
- Aristóteles (1978). *Acerca del alma* (Trad. T. Calvo). Biblioteca clásica Gredos. (Trabajo original publicado alrededor del 350 a. C)
- Asenjo, J. T., Esteban, R. M., Prieto, L. (2021). *Procesos y Contextos educativos*. Síntesis
- Baddeley, A., Eysenck, M. W., Anderson, M. C. (2020). *Memoria*. Alianza editorial. (Trabajo original publicado en 2015).
- Baudry, M. (2020). Did Proust predict the existence of episodic memory?. *Neurobiology of Learning and Memory*, 171, 107191.
- Binder, J. R., & Desai, R. H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in cognitive sciences*, 15(11), 527-536.
- Blakemore, S. J., Frith, U., & Soler, J. (2005). *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Ariel.
- Blanco, C. (2014). *Historia de la neurociencia: El conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva*. Biblioteca nueva.
- Brod, G., Lindenberger, U., Wagner, A. D., & Shing, Y. L. (2016). Knowledge acquisition during exam preparation improves memory and modulates memory formation. *Journal of Neuroscience*, 36(31), 8103-8111.
- Caballero, M., García-Cabrera, M. D. M., Llorent, V. J. (2021). *Hacer de la neuroeducación el arte de enseñar: pensar y sentir para desarrollar las competencias clave*. Pirámide.

- Calvin Palomares, J. (2022). *Unamuno y la crítica a la pedagogía*. Repositorio de la Universidad Pontificia de Comillas.
- Chalmers, D. J. (1996). *The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory*. Oxford University Press.
- Chen, B. K., Murawski, N. J., Cincotta, C., McKissick, O., Finkelstein, A., Hamidi, A. B., ... & Ramirez, S. (2019). Artificially enhancing and suppressing hippocampus-mediated memories. *Current Biology*, 29(11), 1885-1894.
- Cialdini, R. (2016). *Pre-suasión. Un método revolucionario para influir y convencer*. Conecta.
- Clinton, V. (2019). Reading from paper compared to screens: A systematic review and meta-analysis. *Journal of research in reading*, 42(2), 288-325.
- Colunga-Rodríguez, C., Ángel-González, M., Vázquez-Colunga, J. C., Vázquez-Juárez, C. L., & Colunga-Rodríguez, B. A. (2021). Relación entre ansiedad y rendimiento académico en alumnado de secundaria. *Revista de estudios e investigación en psicología y educación*, 8(2), 229-241.
- Costa, M., Lozano-Soldevilla, D., Gil-Nagel, A., Toledano, R., Oehr, C. R., Kunz, L., ... & Strange, B. A. (2022). Aversive memory formation in humans involves an amygdala-hippocampus phase code. *Nature Communications*, 13(1), 6403.
- Crane, T. (2008). *La mente mecánica. Introducción filosófica a mentes, máquinas y representación mental*. Fondo de cultura económica. (Trabajo original publicado en 1995)
- Cromley, J. G., & Kunze, A. J. (2020). Metacognition in education: Translational research. *Translational Issues in Psychological Science*, 6(1), 15.
- Cueva, M. R. T., Guano, G. D. P. J., León, A. E. S., Gualotuña, S. T., & Sánchez, L. D. R. S. (2023). Neuroeducación en los ambientes escolares. Un despertar desde el binomio: emoción-aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 313-328.
- Damasio, A. (2011). *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*. Destino. (Trabajo original publicado en 1994)
- Damasio, A. (2014). *Y el cerebro creó al hombre. ¿Cómo pudo el cerebro generar emociones, sentimientos, ideas y el yo?* Booket. (Trabajo original publicado en 2010)
- De Biasi, P. M. (2022). *El tercer cerebro*. Ampersand.

- Delors, J., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., ... & Nanzhao, Z. (1997). La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno. *UNESCO*.
- Descartes, R. (2005) *Discurso del método y Meditaciones metafísicas* (Trad. M. García). Tecnos. (Trabajo original publicado en 1641).
- Diamond, D. M., Campbell, A. M., Park, C. R., Halonen, J., & Zoladz, P. R. (2007). The temporal dynamics model of emotional memory processing: a synthesis on the neurobiological basis of stress-induced amnesia, flashbulb and traumatic memories, and the Yerkes-Dodson law. *Neural plasticity*.
- Dudai, Y., & Eisenberg, M. (2004). Rites of passage of the engram: reconsolidation and the lingering consolidation hypothesis. *Neuron*, 44(1), 93-100.
- Eagleman, D. (2014). *Incógnito. Las vidas secretas del cerebro*. Anagrama. (Trabajo original publicado en 2011).
- Echevarría, L. M. (2022). *Neurociencias*. Fondo editorial.
- Ellis, J. A., Semb, G. B., & Cole, B. (1998). Very long-term memory for information taught in school. *Contemporary educational psychology*, 23(4), 419-433.
- Enkvist, I. (2022). *Conocimiento en crisis. Las ideologías en la educación actual con ejemplos de Suecia*. Tecnos.
- Esteban, R. M., Asenjo, J. T., Prieto, L. (2021). *Procesos y contextos educativos*. Síntesis.
- Fernández, G., & Morris, R. G. (2018). Memory, novelty and prior knowledge. *Trends in Neurosciences*, 41(10), 654-659.
- Fernández, M. S. (2016). ¿Por qué es necesario innovar? *In Innovación educativa: más allá de la ficción* (pp. 41-52). Pirámide.
- Fonseca, L., Migliardo, G., Simiana, M., Olmos, R., & León, J. A. (2019). Estrategias para mejorar la comprensión lectora: impacto de un programa de intervención en español. *Psicología educativa: revista de los psicólogos de la educación*.
- Forés, A., Gamo, J. R., Guillén, J. C., Hernández, T., Ligoiz, M., Pardo, F., & Trinidad, C. (2015). *Neuromitos en educación. El aprendizaje desde la neurociencia*. Barcelona: Plataforma Editorial.

- Fuster, J. M. (2014). *Libertad y cerebro. Los cimientos cerebrales de nuestra capacidad para elegir*. Booket.
- Ganivet, Á. (1897). *Idearium español*. Vda. E Hijos de Paulino V. Sabatel.
- García Llamas, J. L. (2005). Educación intercultural: Análisis y propuestas. *Revista de educación*.
- García-Albea, J. E. (1993). *Mente y conducta*. Trotta.
- Gaudreau, P., Miranda, D., & Gareau, A. (2014). Canadian university students in wireless classrooms: What do they do on their laptops and does it really matter?. *Computers & Education*, 70, 245-255.
- Gazzaniga, M. S. (2010). *Qué nos hace humanos. La explicación científica de nuestra singularidad como especie*. Paidós. (Trabajo original publicado en 2008)
- Gazzaniga, M. S. (2015). *Relatos desde los dos lados del cerebro. Una vida dedicada a la neurociencia*. Paidós.
- Gazzaniga, M. S. (2019). *El instinto de la conciencia. Cómo el cerebro creó la mente*. Paidós.
- Gignac, G. E. (2015). The magical numbers 7 and 4 are resistant to the Flynn effect: No evidence for increases in forward or backward recall across 85 years of data. *Intelligence*, 48, 85-95.
- Gobierno de España. (2021). *Conquistando la Vanguardia educativa. Estrategia España 2050*.
- Gómez, F. A., Pérez, F. B. D., Ortiz, B. L. Q., Vera, T. S., Herrera, J. C., & Díazq, G. G. (2022). Memoria: revisión conceptual. *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 9(17), 45-52.
- Iacoboni, M. (2009). Imitation, empathy, and mirror neurons. *Annual review of psychology*, 60, 653-670.
- Jeong, S. H., & Hwang, Y. (2016). Media multitasking effects on cognitive vs. attitudinal outcomes: A meta-analysis. *Human Communication Research*, 42(4), 599-618.
- Kahneman, D. (2016). *Pensar rápido, pensar despacio*. Debolsillo. (Trabajo original publicado en 2012).
- Kaku, M. (2017). *El futuro de nuestra mente*. Debolsillo. (Trabajo original publicado en 2014).

- Kennedy, G. E., Judd, T. S., Churchward, A., Gray, K., & Krause, K. L. (2008). First year students' experiences with technology: Are they really digital natives?. *Australasian journal of educational technology*, 24(1).
- Kleemans, M., Schaap, G., & Suijkerbuijk, M. (2018). Getting youngsters hooked on news: The effects of narrative news on information processing and appreciation in different age groups. *Journalism Studies*, 19(14), 2108-2125.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2015). *Neuropsicología humana*. Ed. Médica Panamericana.
- Kolb, B., Whishaw, I. Q. (2015). *Neuropsicología humana*. Editorial médica panamericana.
- Komatsubara, T., Shiomi, M., Kaczmarek, T., Kanda, T., & Ishiguro, H. (2019). Estimating children's social status through their interaction activities in classrooms with a social robot. *International Journal of Social Robotics*, 11, 35-48.
- Laney, C., Heuer, F., & Reisberg, D. (2003). Thematically-induced arousal in naturally-occurring emotional memories. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 17(8), 995-1004.
- Langarita-Llorente, R., & Gracia-García, P. (2019). Neuropsicología del trastorno de ansiedad generalizada: revisión sistemática. *Revista de Neurología*, 69(2), 59-67.
- Llera, L., Calvin, J. (2023). La crisis del sujeto digital. Próxima publicación en la revista *Pensamientos*. Universidad Pontificia de Comillas.
- Lluch, L., Nieves, I. (2020). *El ágora de la neuroeducación. La neurociencia explicada y aplicada*. Universidad de Barcelona.
- Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410.
- LOMLOE, U., & DE LA DEMOCRACIA, L. E. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE, 340, 122868-122953.
- Luri, G. (2020). *La escuela no es un parque de atracciones. Una defensa del conocimiento poderoso*. Ariel.
- Malavasi, P. (2019). *¿Educar a un robot? Pedagogía de la inteligencia artificial*. Editorial CCS.

- Márquez, M. D. (2019). Neuroeducación: elemento para potenciar el aprendizaje en las aulas del siglo XXI. *Educación y ciencia*, 8(52), 66-76.
- Martínez Bonafé, J. (1999). Materiales curriculares y cambio educativo. Siete cuestiones abiertas y una propuesta de urgencia. *Web Universitat de València*, 1-17.
- Mayer, R. E. (2020). *Aplicando la ciencia del aprendizaje*. Grao.
- Meirieu, P. (2022). El futuro de la Pedagogía. *El futuro de la pedagogía*, 69-81.
- Melo Herrera, M. P., & Hernández Barbosa, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación educativa* (México, DF), 14(66), 41-63.
- Meneses, N. (30 de marzo de 2023). ChatGPT y educación: ¿un nuevo enemigo o aliado de los profesores? *El País*. <https://elpais.com/economia/formacion/2023-03-30/chatgpt-y-educacion-un-nuevo-enemigo-o-aliado-de-los-profesores.html>
- Mora, F. (2001). *El reloj de la sabiduría*. Alianza ensayos.
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial.
- Muehlroth, B. E., Rasch, B., & Werkle-Bergner, M. (2020). Episodic memory consolidation during sleep in healthy aging. *Sleep medicine reviews*, 52, 101304.
- Muñoz, M. (2007). De la neurpsicología a la neuroanatomía de la memoria declarativa. *EduPsykhé: Revista de psicología y psicopedagogía*, 6(2), 223-244.
- Navarra, A. (2019). *Devaluación continua. Informe urgente sobre alumnos y profesores de secundaria*. Tusquets.
- Nieto Alcaide, V. (1978). *Luz, símbolo y sistema visual*. Fondo editorial.
- Palacios, L. (2021). Paul Broca y sus aportes a la neurociencia. *Med 43*, (3) 445-449.
- Peiffer-Smadja, N., & Cohen, L. (2019). The cerebral bases of the bouba-kiki effect. *NeuroImage*, 186, 679-689.
- Pérez, A. I. (2012). *Educarse en la era digital*. Morata.
- Pérez-Villalobos, M. V., Cobo-Rendón, R. C., Sáez, F. M., & Díaz-Mujica, A. E. (2018). Revisión sistemática de la habilidad de autocontrol del estudiante y su rendimiento académico en la vida universitaria. *Formación universitaria*, 11(3), 49-62.
- Ponce, G. V., Klaus, J., & Schutter, D. J. (2022). A brief history of cerebellar neurostimulation. *The Cerebellum*, 21(4), 715-730.

- Pons, A. (2013). *El desorden digital*. Siglo XXI.
- Prensky, M. (2001). Nativos digitales, inmigrantes digitales. *On the horizon*, 9(5), 1-7.
- Ramachandran, V. S. (2014). *Lo que el cerebro nos dice. Los misterios de la mente humana al descubierto*. Paidós. (Trabajo original publicado en 2011)
- Rawls, J. (2016) *El liberalismo político*. Booket. (Trabajo original publicado en 1993)
- Reber, P. J. (2013) The neural basis of implicit learning and memory: A review of neuropsychological and neuroimaging research. *Neuropsychologia*, (51) 2026-2042.
- Ricoeur, P. (2003). *Tiempo y narración: Configuración del tiempo en el relato histórico* (Vol. 1). Siglo XXI.
- Robinson, K. (2019). *Escuelas creativas. La revolución que está transformando la educación*. DeBolsillo Clave.
- Roca Cobo, E., & Schleicher, A. (2019). Entrevista al Director del Departamento de Educación de la OCDE, Andreas Schleicher, realizada por el Presidente del Consejo Escolar del Estado, Enrique Roca. *Participación educativa*.
- Romero y Huesca, A., Soto-Miranda, M. A., Ponce-Landín, F. J., & Moreno-Rojas, J. C. (2006). Fundación y organización de la Universidad de Bolonia, desde el siglo XII al Renacimiento. *Cirugía y Cirujanos*, 74(5), 397-404.
- Rosa, M. (1999). *Don Quijote inmortal. Nuevas andanzas de Don Quijote y Sancho Panza*. Emerecé editores.
- Rosselli, M. (2003). Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 1(1), 125-144.
- RTVE. (13 de abril de 2023). La Agencia Española de protección de Datos investiga a ChatGPT por un "posible incumplimiento de la normativa". *RTVE Agencias*. <https://www.rtve.es/noticias/20230413/espana-investigacion-incumplimiento-normativa-proteccion-datos-chatgpt/2438711.shtml>
- Ruiz, H. (2020). *¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. Grao.
- Ruiz, H. (2022). *Los secretos de la memoria. Las historias humanas que revelaron qué es y cómo funciona la memoria*. Sine qua non.

- Sacks, O. (2009). *El hombre que confundió a su mujer con un sombrero*. Anagrama. (Trabajo original publicado en 1985).
- Santana, R. C. (2018). Viabilidad del modelo del cerebro triuno en educación. *Areté: Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 4(8), 11-35.
- Sarmiento Vela, L. C. (2019). *Interfaces cerebro-computador para el reconocimiento automático del habla silenciosa*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Selwyn, N. (2020). *¿Deberían los robots sustituir al profesorado? La IA y el futuro de la educación*. Morata.
- Shuman, V., & Scherer, K. (2015). Psychological structure of emotions. *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*, 7, 526-533.
- Smith, C. U. M. (1982). *El cerebro*. Alianza. (Trabajo original publicado en 1972)
- Smith, R., Snow, P., Serry, T., & Hammond, L. (2021). The role of background knowledge in reading comprehension: A critical review. *Reading Psychology*, 42(3), 214-240.
- Smith, S. M., & Vela, E. (2001). Environmental context-dependent memory: A review and meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 8, 203-220.
- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiology of learning and memory*, 82(3), 171-177.
- Stevens, L. A. (1974). *Exploradores del cerebro*. Barral editores. (Trabajo original publicado en 1971)
- Suddendorf, T., Addis, D. R., & Corballis, M. C. (2011). Mental time travel and shaping of the human mind. *M. Bar*, 344-354.
- Tangney, J. P., Stuewig, J., & Mashek, D. J. (2007). Moral emotions and moral behavior. *Annu. Rev. Psychol.*, 58, 345-372.
- Ten Oever, S., Sack, A. T., Oehr, C. R., & Axmacher, N. (2021). An engram of intentionally forgotten information. *Nature Communications*, 12(1), 6443.
- Tokuhami Espinosa, T. (2016). Despertando la curiosidad: Metodologías de la enseñanza. Trabajo presentado en el 3er curso internacional Corpeducar. Neurociencias y educación, Quito, Ecuador. <https://es.slideshare.net>

- net/Lascienciasdelaprendizaje/despertando-la-curiosidadmetodologas-de-enseñanzapor-tracey-tokuhamaspinosa-2016.
- Tokuhamaspinosa, T. (2013). ¿Qué puede hacer la ciencia de Mente, Cerebro y Educación (MCE) por la enseñanza y el aprendizaje? Recuperado en: https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/para_el_aula/Documents/para_el_aula_05/010_para_el_aula_05.pdf.
 - Toni, R., & Bellantone, R. (2015). Ruggero da Parma, Rolando da Parma e la chirurgia del gozzo nel medioevo. *L'Endocrinologo*, 16(4), 173-176.
 - Tulving, E. (1987). Multiple memory systems and consciousness. *Human neurobiology*, 6(2), 67-80.
 - Twenge, J. M. (2017). iGen: Why today's super-connected kids are growing up less rebellious, more tolerant, less happy--and completely unprepared for adulthood--and what that means for the rest of us. *Simon and Schuster*.
 - Uncapher, M. R., & Wagner, A. D. (2018). Minds and brains of media multitaskers: Current findings and future directions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(40), 9889-9896.
 - Vega, J. L. (1985). Desarrollo de los procesos atencionales. Mayor, J (Ed), *Actividad humana y procesos cognitivos. (Homenaje a J. L. Pinillos)*. Alhambra Universidad.
 - Von Neumann, J. (2022). *El ordenador y el cerebro*. Antoni Bosch editor. (Obra original publicada en 1958)
 - Williamson, B. (2018). *Big data en educación. El futuro digital del aprendizaje, la política y la práctica*. Morata.
 - Willingham, D. T. (2023). *¿Por qué a los estudiantes no les gusta la escuela?* Graó.
 - Wiradhany, W., & Nieuwenstein, M. R. (2017). Cognitive control in media multitaskers: Two replication studies and a meta-analysis. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 79, 2620-2641.
 - World Economic Forum. (3 de mayo de 2023). Así es como la IA puede acelerar el desarrollo integral de los estudiantes y transformar la enseñanza. *GROWTH2023*. <https://es.weforum.org/agenda/2023/05/como-la-ia-puede-acelerar-el-desarrollo-integral-de-los-estudiantes-y-mejorar-la-ensenanza/>
 - Wrangham, R. (2019). *En llamas*. CAPITÁN SWING LIBROS.

- Zeithamova, D., & Bowman, C. R. (2020). Generalization and the hippocampus: More than one story? *Neurobiology of Learning and Memory*, 175, 107317.

