

Todo lo que siempre quiso saber sobre cómo se debe estudiar (pero nunca se atrevió a preguntar)

Fermín Sánchez-Carracedo
 Departament d'Arquitectura de Computadors
 Universitat Politècnica de Catalunya
 Barcelona
 fermin@ac.upc.edu

Francisco J. Gallego-Durán
 Departamento de Ciencia de la Computación e IA
 Universidad de Alicante
 Alicante
 fgallego@dccia.ua.es

Resumen

Los estudiantes que entran en la universidad llevan toda su vida estudiando, pero a la mayoría de ellos nadie le ha enseñado cómo hacerlo. Para estudiar bien es conveniente conocer el funcionamiento del cerebro; sin embargo, muchos profesores y estudiantes desconocen los mecanismos que el cerebro usa para aprender. En este artículo se describen los principales mecanismos de aprendizaje del cerebro, y se proporcionan algunos consejos que los estudiantes deberían seguir para aprovechar bien estos mecanismos. Estos consejos incluyen tener hábitos saludables (alimentación adecuada, respeto del periodo de sueño y de los ritmos circadianos, y ejercicio), técnicas para mejorar el aprendizaje (*Pomodoro*, planificación semanal, entrenamiento para la evaluación) y técnicas para potenciar las capacidades mentales (*Mindfulness*, mentalidad de crecimiento y técnicas estoicas).

Abstract

Students who enter university have been studying all their lives, but most of them have not been taught how to do it. To study well, it is convenient to know how the human brain works. However, most teachers and students are unaware of the mechanisms used by the human brain to learn. This paper describes the main human brain learning-mechanisms, and provides some advice that students should follow to take advantage of these mechanisms. These tips include having healthy habits (appropriate eating, respecting sleep and circadian rhythms, and exercise), techniques to improve learning (*Pomodoro*, weekly planning, assessment training) and techniques to enhance mental abilities (*Mindfulness*, growth mindset and stoic techniques).

Palabras clave

Estudiar, aprender, cerebro, neuroeducación, neurociencia, costumbres sanas, técnicas para mejorar el aprendizaje, potenciar capacidades mentales.

1. Motivación

Aprender es una función natural del cerebro. Podemos recordar, asociar, detectar patrones y predecir. Esto nos ha permitido no sólo sobrevivir, sino crecer como especie, descubrir y transformar el entorno a nuestro favor. Todas estas maravillas nos las ha dado la evolución sin nuestra intervención directa.

Los estudiantes no tienen necesidades estrictas de supervivencia, sino de participación en un entorno de alto requerimiento intelectual. Hemos construido un complejo sistema educativo para transmitirles conocimientos y habilidades. Sin embargo, el aprendizaje natural no parece funcionar de forma óptima en este sistema. Muchos estudiantes exhiben falta de motivación, dificultad de entendimiento, falta de interés por los detalles, lagunas y malos modelos mentales provocados por un aprendizaje deficitario, además del síndrome “¿esto para qué sirve?”.

Los profesores luchamos contra todos estos efectos de varias formas. Utilizamos técnicas para motivar (ej. Gamificación), para que trabajen y experimenten (ej. Clase invertida), para que aprendan haciendo (ej. ABP), para evitar sus lagunas (ej. aprendizaje *bottom-up*), para que perciban la importancia del conocimiento, etc. Sin embargo, no solemos tener en cuenta el funcionamiento del cerebro. El cerebro humano está compuesto por células que tienen requerimientos energéticos y de micronutrientes. Si nuestra alimentación es deficiente, la falta de sustrato vital produce un funcionamiento, como mínimo, subóptimo. Una mala higiene de sueño o ritmos circadianos irregulares tienen consecuencias biológicas negativas que afectan al rendimiento cerebral. Además, la evolución nos ha diseñado para desenvolvernos en un entorno donde el ejercicio físico era hasta hace muy poco imprescindible para obtener alimento y sobrevivir. Actualmente, el ejercicio físico es opcional, e incluso tendemos a movernos lo menos posible. En todos estos casos el cuerpo se ve biológicamente penalizado y, consecuentemente, esto afecta el cerebro y al aprendizaje.

El cuerpo humano está diseñado para moverse mucho, seguir el ritmo solar de luz/oscuridad y alimentarse con lo que se encuentra en la naturaleza, no con comida procesada. En palabras de Marcos Vázquez [34]: “esta divergencia entre nuestro entorno y lo que nuestra genética espera se denomina en biología ‘discordancia evolutiva’, y es la causa principal de las enfermedades crónicas que nos afectan”. El clásico dicho “*mens sana in corpore sano*” lo resume perfectamente: nuestro cerebro funcionará lejos del óptimo si no respetamos sus reglas biológicas. Si los cerebros de los estudiantes están en un estado biológico deficitario, es esperable que las metodologías de aprendizaje influyan limitadamente en su rendimiento académico. Haciendo un símil deportivo, sería el equivalente a cambiar la táctica a un equipo de baloncesto cuyos jugadores se cansen en los 5 primeros minutos. La táctica es relevante para ganar, pero no puede suplir la ausencia de condición física.

El presente artículo pretende introducir al lector en conocimientos, hábitos y técnicas relevantes para optimizar el estado corporal y cerebral. No se pretende la exhaustividad, sino dar una visión general de los aspectos que los autores consideran más relevantes. El Apartado 2 explica de forma general el proceso de aprendizaje del cerebro e introduce los conceptos del síndrome general de adaptación y homeostasis. El Apartado 3 resume los consejos prácticos agrupados en 3 bloques: (1) hábitos saludables, (2) técnicas de mejora del aprendizaje y (3) técnicas de potenciación de capacidades mentales. El primer bloque es el más importante, puesto que afecta a la base fisiológica del estudiante. Los bloques 2 y 3 presentan técnicas para continuar mejorando las habilidades personales, pero es preciso tener un cuerpo y una mente sanos para poder sacar el máximo provecho de estas técnicas.

Todos los hábitos y técnicas presentadas en este artículo están respaldados por evidencias científicas.

2. Proceso de aprendizaje

La principal función del cerebro es facilitar nuestra adaptación al medio. Esto incluye una increíble capacidad de adaptación a cualquier sistema de aprendizaje (aunque sea malo). A diferencia de otros mamíferos, la evolución ha favorecido nuestro sistema límbico a costa del sentido del olfato. Por eso, para aprender el cerebro necesita la emoción.

Existen tres formas básicas de aprendizaje:

- Por imitación. Desde pequeños hemos imitado lo que hacían otros. Este mecanismo funciona gracias a las neuronas espejo [30].
- Por ensayo y error. Este es el mecanismo básico que utilizamos cuando jugamos. Jugar es la forma básica de experimentar [21]. Hace cientos de miles de años, nuestros ancestros ya utilizaban este método como principal forma de aprendizaje dadas las condiciones de su entorno.
- Por reconocimiento de patrones. El cerebro es capaz de reconocer patrones, lo que le permite predecir acontecimientos futuros y responder a tiempo ante eventos externos [21].

Todo aprendizaje sigue un ciclo de homeostasis (equilibrio), como se muestra en la Figura 1 [8, 31]. El cuerpo humano tiende a mantener la homeostasis. Los estresores (fuerzas externas que cambian la homeostasis, como el ejercicio, el ayuno, el frío, el estudio, etc.) producen cambios en el cuerpo. El cuerpo detecta estos cambios (fase de alarma-A) y reacciona para recuperarse (fase de resistencia-B). La reacción suele ser de intensidad superior al estresor (fase de supercompensación-C), y produce adaptaciones (aprendizaje, desarrollo muscular, resistencia al frío, etc.) que nos preparan para enfrentarnos a estresores similares en el futuro si el estresor se detiene en este punto. Si el estresor no desaparece, el cuerpo agota sus recursos y sucumbe, perdiendo las gan-

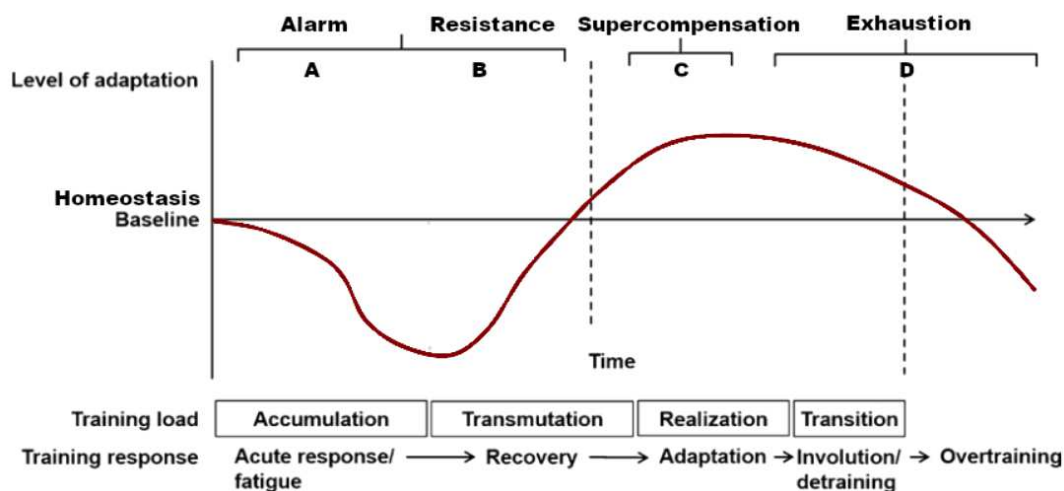


Figura 1: Ciclo de Homeostasis. Síndrome General de Adaptación [31], adaptada de [8].

cias conseguidas y entrando en un estado negativo (fase de agotamiento-D). Esto implica, por ejemplo, pérdida de masa muscular, enfermedad, fallo calórico, crisis en sistemas con desequilibrio o fallo de aprendizaje/fijación en memoria, dependiendo del caso.

La Figura 1 ilustra claramente que el aprendizaje debe producirse por ciclos. Estudiar/practicar produce estrés, y el cuerpo se resiste procurando mantener su homeostasis anterior. Si el esfuerzo de estudio/práctica es suficientemente intenso, el cuerpo reacciona y alcanza la fase de supercompensación. En este punto se necesita dar descanso al cuerpo (y al cerebro) para no llevarlo a la fase de agotamiento y anular todo el aprendizaje conseguido. En el Apartado 3 se explican algunas estrategias que permiten aprender teniendo en cuenta la homeostasis.

El aprendizaje tiene tres fases principales:

- Motivación
- Atención
- Memorización

Existen dos tipos de motivación: intrínseca y extrínseca. La motivación supone una aportación extra de energía al cerebro en forma de glucosa y oxígeno, por eso una persona motivada puede trabajar durante mucho más tiempo sin cansarse que una persona no motivada. La motivación puede transmitirse (motivación extrínseca) gracias a las neuronas espejo [30].

La atención es la capacidad que nos permite dirigir nuestros recursos sobre algunos aspectos del medio o sobre la ejecución de nuestras acciones. Para conseguir atención plena es necesario inhibir hasta el 99% de estímulos exteriores [25]. La atención implica la selección de estímulos y el control de la conducta [23], y por ello requiere entrenamiento. Existen dos tipos de atención: voluntaria e involuntaria. La atención voluntaria requiere esfuerzo, y por lo tanto se necesita mantener la motivación. Por el contrario, la atención involuntaria está precedida por la curiosidad y reforzada por estímulos externos, y se despierta de forma automática y sin esfuerzo.

No hay aprendizaje si no hay memorización. El proceso de aprendizaje permite relacionar conceptos, pero estos conceptos a menudo deben haber sido memorizados previamente. Ebbinghaus [11] demostró que, para que el cerebro almacene correctamente la información, ésta debe estudiarse dentro de un contexto. También demostró que el aprendizaje mejora si se ensaya en voz alta frente a leer en silencio, y que el mecanismo de la memoria requiere de repetición para que los datos se asocien entre sí. La práctica repetida ayuda a que se generen nuevas neuronas y conexiones en el hipocampo [6]. Una de las mayores aportaciones de Ebbinghaus fue la curva del olvido [11]. Demostró que olvidamos muy rápidamente durante la primera hora, y que el olvido va disminuyendo a medida que pasa el tiempo. A partir del segundo día se olvida ya muy poco de lo aprendido, pero se puede

haber olvidado ya el 75%. También demostró que el repaso permite recuperar lo olvidado, siendo necesario menos tiempo en cada repaso para conseguir los mismos resultados de aprendizaje que la primera vez.

Pero, ¿cómo decide el cerebro lo que debe olvidar? El cerebro reconoce la información significativa a través del sistema límbico, responsable de la gestión de las emociones. La información que provoca una reacción emocional y/o motivacional tiene más posibilidades de recordarse que la información de tipo neutro [22]. Por eso, cualquier aprendizaje que no incorpore emociones es interpretado como irrelevante, y el cerebro lo olvida.

Las emociones primarias son un mecanismo que el cerebro pone en marcha cuando detecta un cambio en nuestro entorno. Son patrones de conducta que se manifiestan de forma inconsciente. Una vez originadas, se pueden reconducir (aprendizaje emocional). Existen dos tipos de emociones primarias: personales (Asco, Ira y Miedo) y socialmente compartidas (Tristeza, Alegría y Sorpresa). Cualquiera de estas emociones es útil para conseguir aprendizaje, pero algunas pueden ser contraproducentes. Por ejemplo, si la emoción asociada al aprendizaje es el miedo (“la letra con sangre entra”) el cerebro asociará ambos conceptos, y sentirá aversión por aprender. Por el contrario, si el aprendizaje se asocia con alegría y sorpresa, el cerebro siempre estará dispuesto a aprender.

Finalmente, para el proceso de consolidación de conocimientos se requiere que la información pase de la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo [32]. Existen cinco factores que intervienen decisivamente en esta consolidación: las emociones, la alimentación, el sueño, el ejercicio y las estrategias cognitivas. La importancia de las emociones ya se ha mencionado en este apartado. Sueño, alimentación y ejercicio se detallan en el Apartado 3.1, y las estrategias cognitivas en los apartados 3.2 y 3.3.

3. Consejos prácticos para estudiar

3.1. Hábitos saludables

Alimentación: *Mens sana in corpore sano*

El aprendizaje está íntimamente ligado a la calidad de la alimentación. El sustrato energético es un punto clave en un cerebro optimizado para el aprendizaje. El cerebro funcionará lejos de su nivel óptimo si el cuerpo no puede aportar la energía y materia prima que sus procesos celulares requieren. Una buena alimentación favorecerá un estado fisiológico óptimo que, a su vez, favorecerá los procesos de aprendizaje.

Existe una enorme desinformación respecto a la alimentación y una banalización de su importancia. La desinformación proviene de las fuentes principales de información: medios generalistas y el boca a oreja. Ambas fuentes producen enorme confusión al no

transmitir un discurso coherente basado en la evidencia. Esto lleva a dichos populares como “hay que comer de todo con moderación”, que no tienen utilidad informativa y cuya ambigüedad incluye cualquier conducta posible según la interpretación personal.

Un aspecto fundamental a considerar, según la evidencia científica, es evitar comer alimentos ultraprocesados [35]. Algunos estudios [29] muestran como un acceso libre a ultraprocesados induce una ingesta media del 60% más calorías, y ganancias semanales de hasta 2 Kg. de grasa. La causa fundamental son las harinas, azúcares, sales, aditivos y los procesos industriales [27]. La industria alimentaria usa estos ingredientes porque son baratos y sabrosos. Sin embargo, nuestro cuerpo no está bien adaptado a ellos. Nuestra especie lleva miles de años comiendo lo que la naturaleza le ofrece, y menos de 100 años comiendo ultraprocesados. Los alimentos naturales no tienen los componentes, proporciones, ni mezclas de los ultraprocesados. Esto produce que nuestros sistemas de recompensa, hambre/saciedad y crecimiento/almacenaje sufran alteraciones [1], y las alteraciones hormonales modifican nuestro comportamiento. Por ejemplo, la alteración de la Leptina, conocida como hormona del hambre, produce atracones e incluso aumenta la ingesta de alcohol y el consumo de tabaco [1]. El resultado es que comemos en exceso, estamos menos saciados y tenemos desajustes hormonales. Todo esto afecta negativamente al cerebro y, por tanto, al aprendizaje.

Para optimizar cuerpo y la mente hay que (1) evitar comer alimentos ultraprocesados; (2) comer verduras en todas las comidas para garantizar suficientes micronutrientes [9]; (3) comer suficiente proteína para sentir mayor saciedad [28], favorecer la conservación de la masa muscular y mejorar el equilibrio músculo/grasa; y (4) evitar aperitivos y no picar entre horas [2], para favorecer la regulación de la insulina y tener un nivel de glucosa estable. Seguir estos consejos mejora el ciclo natural hambre/saciedad y favorece el uso de la grasa como combustible principal.

Dormir suficiente y seguir un buen ritmo circadiano

El período de sueño de un ser humano se organiza en una serie de ciclos (generalmente 5 ciclos) compuestos por las mismas fases. Cada ciclo dura típicamente entre 90 y 110 minutos. Hacia el final de cada ciclo hay una fase denominada REM, como se muestra en la Figura 2, en la que se produce un proceso de consolidación mnésica en el cerebro humano adulto [17]. Si existe privación del sueño REM la noche posterior a la tarea de aprendizaje, la memorización de la tarea previamente adquirida se reduce significativamente. El primer período REM suele durar 10 minutos. A medida que avanzan las horas de sueño las etapas REM se alargan, y la última etapa REM puede durar hasta una hora.



Figura 2: Distribución de las fases REM durante 5 ciclos de sueño típicos. Fuente: <https://www.lifeder.com/fases-del-sueno/>.

En consecuencia, dedicar muchas horas al estudio pero no dormir lo suficiente, hábito que muchos estudiantes tienen en período de exámenes, es una pérdida de tiempo. A algunas personas les basta con dormir 7 horas, mientras que otras necesitan 9 para recuperarse. La fase REM es mucho más intensa y larga a partir de las 4-5 horas de sueño (ver Figura 2). El cuerpo humano usa las primeras 4-5 horas de sueño para recuperarse físicamente, y el resto para fijar el aprendizaje. Consecuentemente, dormir menos de 4-5 horas seguidas afecta muy negativamente al aprendizaje. Cada persona es diferente y sabe cuántas horas necesita dormir como mínimo. Además, el descanso es más eficiente si está sincronizado con el ciclo natural luz-oscuridad (ritmo circadiano) [12]. Marta Garaulet y otros muestran en el estudio HELENA [12] como los adolescentes con mejor ritmo circadiano tienen tasas de obesidad y síndrome metabólico hasta 3 veces menores, y presentan mejores resultados en atención y concentración, incluso con el mismo número de horas totales de sueño. Un buen ritmo circadiano requiere exponerse a luz solar durante el día (a ser posible, un mínimo de 2 a 3 horas), no exponerse a luces artificiales por la noche, especialmente de espectro azul, y dormir la mayor parte de horas durante la noche, en total oscuridad.

Movimiento y ejercicio de fuerza

El tercer punto clave para optimizar la fisiología para favorecer el aprendizaje es el ejercicio físico. Nuestros cuerpos optimizan la cantidad de células y su estado operativo a través de procesos de adaptación (ver Figura 1). El ejercicio actúa como estresor, obligando al cuerpo a reaccionar y supercompensar, produciendo más y mejores células. Esto aumenta las capacidades mitocondrial y cardiorrespiratoria y, con ello, la rapidez, volumen y calidad de aporte energético al cerebro, potenciando así el aprendizaje [33].

Según el tipo de ejercicio realizado se puede construir o destruir músculo, quemar más grasa o más glucógeno, o provocar distintos cambios hormonales (testosterona, catecolaminas, cortisol, etc.). Para optimizar cuerpo y mente interesa, a grandes rasgos, construir y mantener masa muscular, quemar más

grasa y propiciar un entorno hormonal favorable. Según la evidencia científica reciente, los dos tipos de ejercicio más eficientes son el ejercicio de fuerza y el entrenamiento por intervalos de alta intensidad (*High-Intensity Interval Training*, HIIT) [4]. Por el contrario, el clásico ejercicio de cardio moderado resulta ineficiente para el desarrollo hormonal y cardiovascular, e incluso contraproducente para el mantenimiento y mejora de la masa muscular [5].

Según Marcos Vázquez [33], algunos hábitos saludables son (1) moverse todos los días (aparcar lejos, caminar, subir escaleras, etc.); (2) practicar 30 a 60 minutos de ejercicio de fuerza 3 a 5 veces por semana y (3) realizar sesiones HIIT 2 o 3 veces por semana.

3.2. Técnicas para mejorar el aprendizaje

Técnica Pomodoro

La técnica Pomodoro es un método de gestión de tiempo orientado a aumentar la productividad [7]. Se basa en mejorar la administración del tiempo a través de su división en fragmentos. El método Pomodoro divide el tiempo en periodos de 25 minutos - denominados *pomodoros*-, separados por pausas de 5 minutos que deben ser dedicadas al descanso. La pausa final es más larga, de 15-30 minutos. Las pausas frecuentes permiten mantener la atención de forma más sostenida en el tiempo durante los *pomodoros*. También facilitan el paso de información de la memoria de corto plazo hacia la memoria de largo plazo. La Figura 3 muestra un ciclo de 4 *pomodoros*.

La técnica *Pomodoro* está formada por cinco etapas: planificación, anotación, registro, proceso y visualización. En las etapas de planificación y anotación se elabora una lista con las tareas que se deben completar en un periodo de tiempo, habitualmente un día. Los distintos *pomodoros* se registran cuando son completados, lo que permite analizar cómo se lleva a cabo el estudio y tomar medidas para mejorarlo.

Hacer (y respetar) una estricta planificación semanal de estudio

Un buen método para organizar el estudio consiste en realizar una planificación semanal. Esto incluye planificar también las comidas y los periodos de



Figura 3: Ciclo de 4 *pomodoros*. Fuente: lasolutionestenvous.com/wp-content/uploads/2014/04/ThePomodoroTechnique_v1-3.pdf.

sueño, que como se ha visto en apartados anteriores son imprescindibles para conseguir un buen aprendizaje. Los siguientes consejos tratan de orientar sobre cómo debe realizarse esta planificación:

- Aprendizaje contextualizado. El cerebro humano tiene, en media, 85000 millones de neuronas. Cada neurona puede conectarse con otras 10000 (más de 1 billón de conexiones en total). La memoria está formada por patrones de conexiones neuronales. Cuando se activa el patrón, se produce “el recuerdo”. Cada nuevo recuerdo altera las conexiones existentes y puede añadir conexiones nuevas. Cuánto más amplias son las conexiones, más fácil es acceder a los recuerdos. Por eso, si el aprendizaje es contextualizado activa diferentes recuerdos y se fija mejor.
- Práctica espaciada. El proceso de consolidación de la memoria requiere tiempo, como demostró Ebbinghaus. Por eso, el estudio espaciado favorece el aprendizaje. Es preferible dividir el estudio de una misma materia en días diferentes, en lugar de trabajarla un único día de la semana.
- Práctica intercalada. Es conveniente alternar la resolución de diferentes tipos de ejercicios cuando se estudia una misma asignatura. Esto requiere un esfuerzo cognitivo que mejora la habilidad para el aprendizaje, al sacar al cuerpo de la homeostasis. También se deben alternar diferentes asignaturas en períodos largos de estudio (favoreciendo así también la práctica espaciada).
- Práctica del recuerdo. Cuando se resuelven problemas, se prepara una práctica de laboratorio, o se resuelve un examen en casa, es conveniente tratar de recordar los conceptos involucrados antes de buscarlos en la documentación de la asignatura, ya que el intento de recordar tiene incidencia en el aprendizaje. La práctica del recuerdo debe también hacerse cuando se repasa una asignatura, ya que refuerza las conexiones neuronales del material aprendido y facilita su acceso cuando se necesita. La curva del olvido de Ebbinghaus puede amortiguarse con la práctica del recuerdo, como se muestra en la Figura 4.

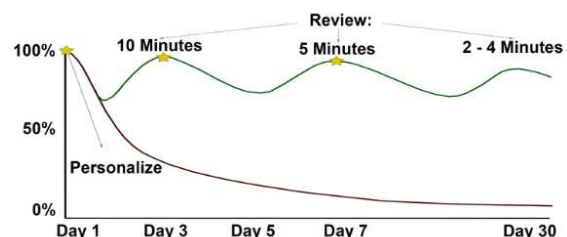


Figura 4: Práctica del recuerdo/repaso vs curva del olvido de Ebbinghaus. Fuente: <https://www.studyandsucceed.com/top-ten-time-management-tips/ebb/>.

- Empaquetado de Tentaciones (*Temptation Building*, TB [24]). Esta técnica consiste en hacer paquetes temporales de cosas que nos gustan hacer junto con temas que no nos apetecen estudiar. De esta forma, sabemos que después de un tiempo de realizar una actividad “no apetecible” viene un tiempo dedicado a algo que nos gusta. Esta técnica permite mantener la motivación durante el estudio de algo que no nos gusta gracias a la recompensa posterior.
- Descansar si se está bloqueado. De la misma forma que la técnica *Pomodoro* intercala descansos entre períodos de actividad, debe realizarse un descanso en caso de que uno se encuentre bloqueado. Durante este descanso puede realizarse cualquier actividad diferente del estudio, como por ejemplo jugar a algo. El juego activa la red neuronal por defecto [16], lo que relaja el cerebro y ayuda a la creatividad. El cerebro sigue trabajando en el problema que nos ha bloqueado, pero “en *background*”.

Entrenamiento para aprobar

Los deportistas entrenan continuamente para superarse en su disciplina y conseguir mejores resultados cada día. Un estudiante debe hacer lo mismo. Además de estudiar para aprender, debe entrenarse para aprobar. Por ello, cuando estudia debe también entrenarse con los instrumentos de evaluación que usa cada asignatura. Si una asignatura usa exámenes de un determinado tipo y de una cierta duración, el estudiante debe resolver exámenes de cursos anteriores en las mismas condiciones que encontrará cuando tenga que enfrentarse a su examen (mismo tiempo, disponibilidad o no de documentación, misma hora, etc.). Si la evaluación se hace mediante una práctica frente a un ordenador, el estudiante debe simular las condiciones de la práctica y resolver prácticas de cursos anteriores. No es necesario hacer el entrenamiento completo desde el primer día (tampoco lo hace ningún deportista). Se puede ir aproximando poco a poco a las condiciones de evaluación de forma que al final se simulen las condiciones de evaluación al menos dos o tres veces. El cerebro es un órgano con gran capacidad de adaptación. Este entrenamiento le permitirá estar mejor adaptado a las condiciones que se encontrará el día de la evaluación.

3.3. Técnicas para potenciar las capacidades mentales

Mindfulness

Cualquier experiencia, desde un dolor a un enfado, es moldeada e interpretada por nuestra mente. La calidad de estas experiencias depende directamente de nuestro estado mental. El *Mindfulness* o atención plena, con más de 2500 años de antigüedad, estudia la mente y sus contenidos, prestando atención completa a las emociones y a los pensamientos, sin juzgarlos.

Su meta es obtener una comprensión objetiva para poder dominar y focalizar la atención en el presente. Así se evita la divagación, potenciando la experiencia presente, lo que produce múltiples beneficios:

- Mejora de la capacidad de atención [3], aumento de la memoria de trabajo, concentración y calidad del sueño [3].
- Mejora del metabolismo, telómeros, inflamación, presión arterial, estrés, sistema inmune y otros parámetros fisiológicos [19].
- Acorta el tiempo de recuperación tras un entrenamiento y reduce el dolor [26].
- Se asocia con una percepción de mayor calidad de vida [19].

Se necesitan 20 minutos diarios durante 5-8 semanas para obtener resultados significativos. El libro de Harris [13] es un buen punto de partida para empezar.

Tener mentalidad de crecimiento

La mentalidad de crecimiento (*Growth Mindset*) es un término acuñado por Carol Dweck [10]. Los estudiantes que tienen una mentalidad fija creen que su inteligencia y su talento son rasgos que no cambian a lo largo del tiempo. Consideran que su éxito o fracaso se debe a su capacidad innata y no hacen esfuerzos para mejorarla. Por el contrario, los estudiantes que tienen una mentalidad de crecimiento entienden que sus talentos y habilidades pueden desarrollarse mediante el esfuerzo, la formación y la persistencia, y tratan de mejorar continuamente.

La mentalidad de crecimiento está relacionada con el ciclo de homeostasis. El esfuerzo que realizan las personas con esta mentalidad saca al cuerpo de su zona de confort y lo obliga a mejorar. Para que esta mejora sea efectiva, las personas con mentalidad de crecimiento deben tener cuidado de no llegar a la fase de agotamiento (ver Figura 1).

Técnicas estoicas

En 2008, Ralph Keeney sugirió que la principal causa de muerte son las malas decisiones [18]. Aunque pueda parecer exagerado, cuando se consideran las decisiones económicas, sociales y personales (fumar, beber, hacer ejercicio o comer bien, por ejemplo) se entiende mejor esta afirmación. La filosofía estoica se ocupa de mejorar la toma de decisiones para vivir una vida virtuosa. Muchos líderes actuales usan esta filosofía como forma de conseguir sus objetivos [15]. Los estudiantes pueden beneficiarse de usar algunas técnicas estoicas como:

- Foco de control. Las situaciones pueden clasificarse según nuestra capacidad de actuar sobre ellas en: (1) directamente dependientes (ej. decidir si estudiar o descansar), (2) indirectamente dependientes (ej. ganar un partido) y (3) independientes (ej. que llueva hoy). La filosofía estoica concentra su esfuerzo en las situaciones de

tipo (1), las únicas que dependen directamente de nosotros. Eliminar la preocupación sobre lo que no se controla mejora el locus de control, elimina estrés, aumenta la satisfacción personal y mejora los resultados académicos [14].

- Visualización Negativa. Es habitual considerar como negativas situaciones habituales, como por ejemplo suspender un examen. Sin embargo, imaginarse por unos minutos una situación peor, como perder el trabajo, puede ayudar a relativizar la situación presente.
- Gratitud. Dedicar tiempo diariamente de forma consciente a agradecer aquello que se tiene en el presente mejora el estado de ánimo, la concentración y el rendimiento académico [20]. Además, evita la actitud común de quejarse por lo que no se consigue, ignorando lo que se tiene.

4. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado algunos de los factores que influyen en el aprendizaje, previos a la intervención del profesorado y a la aplicación de metodologías docentes. Hemos explicado a grandes rasgos cómo funciona el cerebro, haciendo énfasis en cómo aprende. Esto nos ha llevado a considerar los factores que determinan el estado fisiológico, motivacional y mental de los estudiantes, y que influyen directamente en su capacidad y disposición para el aprendizaje. Todos estos factores son obviados de manera general por profesores y estudiantes, desvinculando el aprendizaje de la fisiología o de las costumbres personales, asumiendo una independencia entre ellas que no existe. De hecho, las argumentaciones y evidencias presentadas en este trabajo muestran que un estado fisiológico disminuido y/o unas malas costumbres de pensamiento/comportamiento pueden hacer inútiles los esfuerzos de enseñanza-aprendizaje de profesores y estudiantes.

Tras explicar la importancia de estos factores, hemos presentado una recopilación de consejos basados en evidencias científicas. Para optimizar la fisiología hemos descrito cómo tener unos hábitos saludables básicos en alimentación, sueño y ritmos circadianos y ejercicio físico. Hemos presentado los mecanismos de actuación de estos hábitos, basándonos en la evidencia científica actual. A continuación, hemos descrito algunas técnicas para conseguir mejoras organizativas, motivacionales y personales: la técnica *Pomodoro*, planificación semanal, entrenamiento para la evaluación, *Mindfulness*, mentalidad de crecimiento y técnicas estoicas como el foco de control, la visualización negativa y la gratitud. Aunque no es una recopilación exhaustiva, todas las técnicas presentadas cuentan con amplias evidencias científicas.

Creemos que es muy relevante realizar experimentos de aplicación de estas técnicas. Principalmente,

para determinar hasta qué punto pueden influenciar en los resultados de aplicación de metodologías docentes. Al tratarse de estados a priori del estudiante, sería razonable que su mejora potenciase los efectos de los estilos de enseñanza-aprendizaje. Se necesitan, por tanto, evidencias al respecto para determinar este potencial.

Referencias

- [1] Aline S. Aguiar-Nemer, Mayla C. F. Toffolo, Claudio Jeronimo da Silva, Ronaldo Laranjeira y Vilma A. Silva-Fonseca. Leptin Influence in Craving and Relapse of Alcoholics and Smokers. *J. of Clinical Medicine Research*, 2013.
- [2] B.A. Alhamdan, A. Garcia-Alvarez, A.H. Alzahrnai, J. Karanxha, D.R. Stretchberry, K.J. Contrera, A.F. Utria y L.J. Cheskin. Alternate-day versus daily energy restriction diets: which is more effective for weight loss? A systematic review and meta-analysis. *Obesity Science and Practice*, Wiley, 2016, 2, 293-302.
- [3] D.S. Black, G.A. O'Reilly, R. Olmstead, E.C. Breen y M.R. Irwin. Mindfulness Meditation and Improvement in Sleep Quality and Day-time Impairment Among Older Adults With Sleep Disturbances. *JAMA Internal Medicine*, 2015, 175, 494.
- [4] S.H. Boutcher. High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *Journal of Obesity*, Hindawi Limited, 2011, 1-10.
- [5] R.W. Bryner, I.H. Ullrich, J. Sauers, D. Donley, G. Hornsby, M. Kolar y R. Yeater. Effects of Resistance vs. Aerobic Training Combined With an 800 Calorie Liquid Diet on Lean Body Mass and Resting Metabolic Rate. *Journal of the American College of Nutrition*, Informa UK Limited, 1999, 18, 115-121.
- [6] M.J. Chadwick S.L. Mullally y E.A. Maguire. The hippocampus extrapolates beyond the view in scenes: an fMRI study of boundary extension. *Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*. 2012, 49: 2067-79. PMID 23276398
- [7] Francesco Cirillo, "The Pomodoro Technique". Ed. Lulu.com. 2009. ISBN 1445219948
- [8] A.J. Cunanan, B.H. DeWeese, J.P. Wagle, K.M. Carroll, R. Sausaman, W.G. Hornsby, G.G. Haff, N.T. Triplett, K.C. Pierce y M.H. Stone. The General Adaptation Syndrome: A Foundation for the Concept of Periodization. *Sports Medicine*, Springer Science and Business Media LLC, 2018, 48, 787-797.
- [9] A. Drewnowski. Concept of a nutritious food: toward a nutrient density score. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Oxford University Press (OUP), 2005, 82, 721-732.

- [10] C.S. Dweck. *Mindset: The new psychology of success*. New York: Random House, 2006.
- [11] H. Ebbinghaus. *Memory: A contribution to experimental psychology*. New York: Dover, 1885.
- [12] M. Garaulet, A. Martínez-Nicolas, J.R. Ruiz, K. Konstabel, I. Labayen, M. González-Gross, A. Marcos, D. Molnar, K. Widhalm, J.A. Casajús, S.D. Henauw, A. Kafatos, C. Breidenassel, M. Sjöström, M.J. Castillo, L.A. Moreno, J.A. Madrid y F.B. Ortega. Fragmentation of daily rhythms associates with obesity and cardiorespiratory fitness in adolescents: The HEL-ENA study. *Clinical Nutrition*, Elsevier BV, 2017, 36, 1558-1566.
- [13] D. Harris. *10% más feliz*. Grupo Anaya Publicaciones Generales, 2014. ISBN: 8441536260
- [14] S.M. Helmer, A. Krämer, y R.T. Mikolajczyk. Health-related locus of control and health behaviour among university students in North Rhine Westphalia, Germany. *BMC Research Notes*, Springer Science and Business Media LLC, 2012, 5, 703.
- [15] W.B. Irvine. *A Guide to the Good Life: The Ancient Art of Stoic Joy*. OUP USA. First Printing 2009. ISBN: 0195374614
- [16] M. Jung-Beeman, E. Bowden, J. Haberman, J. Frymiare, S. Arambel-Liu, R. Greenblatt, P. Reber y J. Kounios. Neural activity when people solve problems with insight. *PLoS Biol* 2004, 2(4): e97
- [17] A. Kami, D. Tanne, S. Barton, J. Rubenstein, J.M. Askenasy, y D. Sagi. Dependence on REM Sleep of Overnight Improvement of a Perceptual Skill. *Science*, 1994, 265, 679-682.
- [18] R.L. Keeney. Personal Decisions Are the Leading Cause of Death. *Operations Research*, Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), 2008, 56, 1335-1347.
- [19] S.-L. Keng, M.J. Smoski, y C.J. Robins. Effects of mindfulness on psychological health: A review of empirical studies. *Clinical Psychology Review*, Elsevier BV, 2011, 31, 1041-1056.
- [20] R.B. King y J.A.D. Datu. Grateful students are motivated, engaged, and successful in school: Cross-sectional, longitudinal, and experimental evidence. *Journal of School Psychology*, Elsevier BV, 2018, 70, 105-122.
- [21] R.A. Koster. *Theory of Fun for Game Design*. Paraglyph Press, 2004.
- [22] J.E. LeDoux. *Emotion, Memory and the Brain*. *Scientific American* (Ed. especial). Sept. 1997, 68-75.
- [23] A.R. Luria. *Atención y memoria*. Ed. Martínez Roca, 1985.
- [24] K.L. Milkman, J.A. Minson, y K.G.M. Volpp. Holding the Hunger Games Hostage at the Gym: An Evaluation of Temptation Bundling. *Management Science*, Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), 2014, 60, 283-299.
- [25] Francisco Mora. *Neuroeducación*. Alianza Editorial, 2013. Rev. 2017. España.
- [26] A. Nesvold, M.W. Fagerland, S. Davanger, Ø Ellingsen, E.E. Solberg, A. Holen, K. Sevre, y D. Atar. Increased heart rate variability during nondirective meditation. *European Journal of Preventive Cardiology*, SAGE Publications, 2011, 19, 773-780.
- [27] H. Ono, A. Pocaí, Y. Wang, H. Sakoda, T. Asano, J.M. Backer, G.J. Schwartz y L. Rossetti. Activation of hypothalamic S6 kinase mediates diet-induced hepatic insulin resistance in rats. *Journal of Clinical Investigation*, American Society for Clinical Investigation, 2008.
- [28] D. Paddon-Jones, E. Westman, R.D. Mattes, R.R. Wolfe, A. Astrup y M. Westerterp-Plantenga. Protein, weight management, and satiety. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Oxford University Press (OUP), 2008, 87, 1558S-1561S.
- [29] R. Rising, S. Alger, V. Boyce, H. Seagle, R. Ferraro, A.M. Fontvieille y E. Ravussin. Food intake measured by an automated food-selection system: relationship to energy expenditure. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Oxford University Press (OUP), 1992, 55, 343-349.
- [30] G. Rizzolatti y L. Craighero. The mirror-neuron system, *Annual Review of Neuroscience*. 2004, 27, 169-92
- [31] H. Selye. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *Journal of Allergy*, Elsevier BV, 1946, 17, 231-247.
- [32] A. Tellez. *La memoria humana*. PhD, 2003
- [33] M. Vázquez-García. *Desencadenado: Tu cuerpo es tu gimnasio*. Fitness Revolucionario. Publicación digital, 2016. <https://fitnessrevolucionario.lpages.co/desenadenadonuevo/>. Accedido 07/02/2020.
- [34] M. Vázquez-García. *Fitness revolucionario. Lecciones ancestrales para una salud salvaje*. Grupo Anaya Publicaciones Generales. 2018. ISBN 8441540195
- [35] J.A. Wolfson y S.N. Bleich. Is cooking at home associated with better diet quality or weight-loss intention? *Public Health Nutrition*, Cambridge University Press (CUP), 2014, 18, 1397-1406.