

Cómo impartir una clase magistral según la neurociencia

Fermín Sánchez-Carracedo

Departament d'Arquitectura de Computadors

Universitat Politècnica de Catalunya
Barcelona
fermin@ac.upc.edu

Alejandra Barba Vargas

Departamento de estudios jurídicos, sociales
y de la cultura

Universidad de Guadalajara, CUAltos
Tepatitlán, México
alejandra.bvargas@cualtos.udg.mx

Resumen

Las clases magistrales han sido una de las técnicas fundamentales de enseñanza desde tiempos de la civilización griega, y probablemente incluso desde mucho antes. Una clase magistral es una actividad centrada en el profesor, en la que el estudiante es un agente pasivo que “recibe” las explicaciones del agente transmisor, que en teoría es un amplio conocedor del tema estudiado. Como agente pasivo que es, el estudiante aprende en una clase magistral en función del interés que tenga en el tema que se trata. En este artículo se aborda el aprendizaje desde la perspectiva de estudiar sus tres fases principales (motivación, atención, memorización), y cómo cada una de estas fases debe abordarse en una clase magistral. Para realizar este análisis se usan los conocimientos actuales desde la perspectiva de la neurociencia, de forma que en el artículo se proporcionan un conjunto de recomendaciones sobre cómo debe hacerse una clase magistral teniendo en cuenta el funcionamiento del cerebro humano.

Abstract

Master classes have been one of the fundamental teaching techniques since Greek civilization times, and probably even from much earlier. A master class is an activity focused on the teacher, in which the student is a passive agent who "receives" explanations from the transmitting agent, who in theory is a broad expert on the studied subject. As a passive agent, the student learns in a master class according to the interest he/she has in the subject. In this paper, learning is approached from the perspective of studying its three main phases (motivation, attention, and memorization) and how each of these phases should be addressed in a master class form neuroscience's perspective. The knowledge of current neuroscience is used to perform this analysis, so that the paper provides a set of recommendations on how a master class should be given considering the functioning of the human brain.

Palabras clave

Clases magistrales, neurociencia, fases del aprendizaje, motivación, atención, memoria, neuroeducación.

1. Introducción

La adopción del tradicional método expositivo como método predominante de enseñanza hace que el alumno sea un receptor pasivo de la información, lo que afecta negativamente a su aprendizaje. Es preciso mejorar los actuales sistemas de enseñanza-aprendizaje, adecuándolos a las necesidades de los tiempos actuales e incidiendo en un aprendizaje que permita a los alumnos capacitarse para la vida.

El presente artículo no pretende defender el uso de las clases magistrales, sino mostrar cómo deberían realizarse usando el paradigma educativo de la neurociencia. Hay muchas publicaciones que presentan listas de consejos sobre lo que debe y no debe hacerse en una clase magistral, y magníficos libros sobre lo que hacen los mejores profesores universitarios. Sin embargo, ninguna de esas publicaciones presenta justificaciones desde un punto de vista neurológico.

Si bien dentro de la tradicional práctica expositiva se identifican debilidades como el fomento a la pasividad del estudiante, la limitación en la participación y la desincentivación de la búsqueda de información, sus fortalezas también se han mostrado claramente: además de que las clases expositivas permiten realizar la enseñanza con grupos numerosos de una forma económicamente rentable, se puede controlar mejor el tiempo y el contenido que se va a trabajar en clase, así como la estructura de la clase y la dinámica utilizada [22]. Si bien las clases magistrales son apropiadas para la enseñanza, ¿lo son también para el aprendizaje? ¿Qué actividad realiza el cerebro durante una clase magistral?

En 2010, un equipo del MIT colocó un sensor electrodérmico a un universitario de 19 años para medir su actividad cerebral las veinticuatro horas del día durante una semana completa [24]. Los resultados

mostraron que la amplitud y frecuencia de las ondas cerebrales registradas en el estudiante decaían mucho cuando asistía a las clases magistrales de sus profesores, hasta el punto que el nivel de actividad cerebral en clase era similar al que se producía cuando estaba viendo la televisión o al que se daba en alguna de las fases de relajación durante el sueño. Por el contrario, las ondas cerebrales presentaban una gran actividad cuando el estudiante estaba trabajando en el laboratorio, estudiando o haciendo un examen. Este experimento proporciona una justificación neuronal de la ineficacia educativa del tradicional método expositivo en el aula tal como se aplica normalmente.

El cerebro tiene alrededor de 85000 millones de neuronas que están conectadas formando redes neuronales. Estas interconexiones son lo que define al individuo, y contienen el aprendizaje realizado a lo largo de su vida. La neurociencia basa sus resultados en autopsias, experimentos con personas que tienen alguna enfermedad o lesión en el cerebro y diferentes tipos de escáneres cerebrales (MRI, EEG, PET y CAT), además de los estudios más recientes sobre la estructura y funcionamiento del cerebro [12]. La neuroeducación es una ciencia que combina los resultados de la neurociencia, la pedagogía y la psicología, como se muestra en la Figura 1.

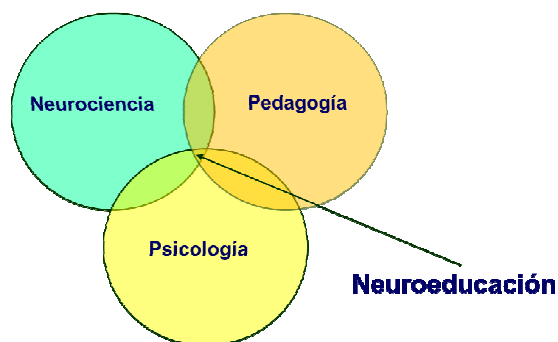


Figura 1. Neuroeducación

Lo que nos hace humanos y nos diferencia, por ejemplo, de los chimpancés, especie con la que compartimos un 99% del genoma [28], son las funciones ejecutivas. Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades cognitivas cuyo objetivo principal es facilitar la adaptación del individuo a las nuevas situaciones: capacidad de concentración, control de impulsos, memoria operativa, capacidad de planificación y organización, flexibilidad cognitiva, autorregulación emocional, capacidad de toma de decisiones, capacidad de autorrefuerzo, conciencia, etc. Las funciones ejecutivas están orientadas al futuro, y suponen una ventaja de adaptación al entorno frente a no disponer de ellas.

Las funciones ejecutivas son fundamentales para conseguir un aprendizaje académico apropiado desde la infancia. Se desarrollan durante diversos períodos

de la vida. Entre los 15 y 19 años se consolidan la planificación, la resolución de problemas y la autorregulación, con lo que se consigue un mayor control de los impulsos. No obstante, estas funciones siguen desarrollándose hasta los 27-29 años, e incluso más tarde en algunas personas, a diferencia del sistema límbico, que regula las emociones y recompensas, y que está ya casi completamente desarrollado a los 15 años de edad [23]. Un correcto desarrollo de las funciones ejecutivas es imprescindible para que un estudiante realice un buen aprendizaje en la universidad. Sin embargo, cuando los estudiantes entran en la universidad, con 17 o 18 años, muchos de ellos no han madurado suficiente su capacidad de planificación, organización y regulación del comportamiento.

2. Proceso de aprendizaje

A diferencia del resto de mamíferos, la evolución ha hecho que los humanos le demos más importancia a la emoción y menos importancia al olfato, nuestro sentido más primario. Para ello, se han producido cambios en el sistema límbico, responsable de la gestión de las emociones, que han aumentado el tamaño de las estructuras que gestionan el afecto y el placer. Necesitamos aprender para evolucionar (y sobrevivir), por eso somos curiosos. La curiosidad nos ha llevado a investigar el entorno y a nosotros mismos. El cerebro necesita comprender su entorno para adaptarse a él y aumentar la capacidad de sobrevivir. No hay aprendizaje si no hay memorización. De hecho, la práctica repetida ayuda a que se generen nuevas neuronas [6]. Existen dos tipos de aprendizaje, y ambos interactúan entre sí [23]:

- Explícito: Asociación de hechos y sucesos que podemos evocar y contar tras memorizarlos. Somos conscientes mientras aprendemos.
- Implícito: Es inconsciente, no requiere de los procesos cognitivos conscientes del aprendizaje explícito. El proceso es automático y requiere de tiempo y repetición.

El proceso de aprendizaje del cerebro tiene tres fases principales: Motivación, Atención y Memorización. La motivación y la atención están estrechamente relacionadas entre sí. Si se está motivado, es mucho más fácil prestar atención. Las siguientes secciones explican en detalle cómo funcionan estas fases.

2.1. Motivación

Cuando algo nos motiva experimentamos una sensación de placer que nos permite disfrutar de lo que hacemos. Las personas motivadas son capaces de trabajar durante mucho más tiempo y de forma más intensa, que las personas no motivadas. Cuando el cerebro está motivado trabaja de forma más eficiente. Esto tiene una explicación fisiológica. La motivación

produce un aporte de energía extra al cerebro en forma de glucosa y oxígeno. Las neuronas reciben energía (en forma de glucosa y oxígeno), que es procesada por sus mitocondrias. Esta energía extra permite al individuo trabajar durante más tiempo sin cansarse.

Para motivarse es necesario tener un objetivo que responda a una demanda concreta y que suponga un reto. Si no supone un reto, no puede haber motivación. Además, el objetivo debe contemplar aspectos emotivos. El reconocimiento social es uno de los objetivos que causa mayor motivación.

La curiosidad es el motor de la motivación porque activa las regiones de recompensa cerebral [23], por lo que una buena forma de conseguir motivación es despertando la curiosidad. Existen dos tipos de motivación: Intrínseca (“motu proprio”) y extrínseca (favorecida por el entorno). La motivación extrínseca puede transmitirse entre estudiantes (por ejemplo, mediante la realización de trabajo colaborativo) o del profesor al estudiante.

El mecanismo de transmisión de la motivación funciona gracias a las neuronas espejo [26]. Estas neuronas se activan cuando realizamos una acción o vemos a otra persona realizarla. Las neuronas espejo son necesarias para comprender las acciones de otras personas y para aprender nuevas habilidades gracias a la imitación y permiten explicar, por ejemplo, por qué sentimos empatía por otras personas cuando experimentan sentimientos fuertes, o por qué somos capaces de experimentar las emociones de los protagonistas de una película. Desde el punto de vista de la educación, lo más interesante de las neuronas espejo es que parecen ser el mecanismo por el cual se puede transmitir la motivación (motivación extrínseca). Un profesor motivado puede transmitir su motivación a sus estudiantes, y los estudiantes pueden transmitirse la motivación entre ellos cuando trabajan de forma colaborativa.

2.2. Atención

La atención es la capacidad que nos permite dirigir nuestros recursos mentales sobre algunos aspectos del medio y sobre la ejecución de nuestras acciones [3]. La atención implica la selección de estímulos y el control de la conducta [17, 20]. Para conseguir una buena atención, es necesario inhibir el resto de información, hasta el 99% según algunos estudios [23]. Existen cinco tipos de atención [11, 23]:

- Base. Es constante y no tiene foco preciso. Es la que nos permite reaccionar cuando estamos despiertos.
- De alerta. Es de foco fijo. Es absorbente y nos produce un estado constante de alerta. Se da en situaciones de peligro como, por ejemplo, si sufrimos el ataque de un perro.

- De orientación. El foco no es fijo, cambia constantemente. Es la que se produce, por ejemplo, cuando buscamos a alguien entre una multitud. Cambiamos de foco constantemente hasta que lo encontramos.
- Ejecutiva. Es una atención sostenida en el tiempo. Es la que necesitan los estudiantes en las clases magistrales o para estudiar. Requiere control arbitrario y flexibilidad cognitiva (funciones ejecutivas).
- Inconsciente. También llamada virtual, global u holista. Está relacionada con la creatividad. Permite resolver un problema determinado (altamente motivador) siguiendo un hilo específico de razonamiento. Parece que este tipo de atención reside en la red neuronal por defecto [15], que podría ser responsable de gran parte de la actividad desarrollada mientras la mente está en reposo. La red neuronal por defecto es la responsable del denominado factor Eureka o efecto *insigh* [16, 18]. Se denomina así al efecto de encontrar de repente la solución a un problema cuando no se está pensando en él. Lo que llamamos comúnmente inspiración.

La atención puede clasificarse también en términos de voluntaria e involuntaria. La atención involuntaria se consigue gracias al refuerzo proporcionado por estímulos externos que ayudan a mantenerla. La atención sigue a la curiosidad de forma involuntaria. Un ejemplo puede ser la interacción constante con los compañeros que se produce en el trabajo colaborativo. La atención voluntaria, por el contrario, requiere de esfuerzo personal, y la motivación es fundamental para mantenerla. Conseguir tener atención voluntaria requiere práctica, y por ello hay que hacer de forma reiterada actividades que requieran este tipo de atención. Las funciones ejecutivas tienen una influencia determinante en la capacidad de conseguir la atención voluntaria, ya que ésta requiere de control cognitivo.

Los actuales estudiantes, nacidos después de 1995, tienen un cerebro diferente de los nacidos en épocas anteriores. Las zonas que permiten interrelacionar datos están más conectadas en estos estudiantes que en los humanos de generaciones anteriores, porque se han acostumbrado desde pequeños a manejar en una pantalla muchas ventanas a la vez y a cambiar rápidamente de una a otra. Por el contrario, las zonas especializadas que permiten mantener la atención focalizada en un mismo punto durante mucho tiempo tienen menos conexiones en estos estudiantes que en los humanos de generaciones previas, y también hay menos conexiones en la zona que gestiona la memoria [23]. Eso hace que algunos estudiantes experimenten más dificultad para mantener la atención voluntaria, y por lo tanto requieren más entrenamiento para conseguir este tipo de atención.

2.3. Memorización

Herman Ebbinghaus fue el primer científico que demostró, a finales del siglo XIX, que las funciones mentales superiores pueden estudiarse en un laboratorio de manera científica. De sus experimentos extrajo conclusiones muy interesantes que siguen siendo válidas hoy en día:

- El material con sentido (como por ejemplo un poema o un texto breve) es recordado durante un tiempo diez veces mayor que el material carente de significado (aprendizaje contextualizado).
- Hace falta menos tiempo para reproducir la información que se ha estudiado con empeño.
- Las primeras y las últimas repeticiones de listas son las que más se recuerdan (los denominados efectos de primacía y recencia).
- La información que hemos pasado más tiempo memorizando tarda más tiempo en olvidarse.
- Inmediatamente después del aprendizaje, la información se reproduce de forma más fiel.
- Olvidamos muy rápidamente durante la primera hora tras el aprendizaje. La curva de olvido se va suavizando a medida que va pasando el tiempo. La Figura 2 muestra gráficamente esta curva para aprendizaje no contextualizado.

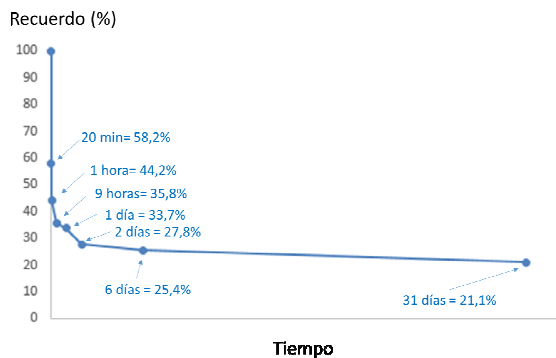


Figura 2: Curva del olvido

Ebbinghaus demostró que el mecanismo de la memoria requiere de repetición. Es decir, hay que repasar el material estudiado con una cierta frecuencia. Demostró también que el tiempo que hay que dedicar a cada repaso para conseguir el mismo nivel de memorización que la primera vez es cada vez menor. Estudios más recientes han demostrado que la práctica repetida ayuda a que se generen nuevas neuronas en el hipocampo [6].

Olvidar es un proceso imprescindible para sobrevivir. El cerebro necesita discriminar y decidir qué es lo que quiere recordar. El uso frecuente de la información fortalece su "trazo de memoria" y se hace resistente a la interferencia. Pero, ¿cómo sabe el cerebro qué es lo que tiene que olvidar? La respuesta es que el cerebro es capaz de reconocer la información

significativa, y lo hace usando el sistema límbico, que gestiona las emociones. La información que provoca una reacción emocional y/o motivacional tiene más posibilidades de recordarse que la información de tipo neutro [19]. Cualquier aprendizaje que no incorpore emociones es interpretado como irrelevante, y el cerebro lo olvida [5]. De lo anterior se deduce que es imprescindible que el aprendizaje involucre emoción si se pretende que sea recordado.

Una de las emociones más eficiente, en términos de aprendizaje, es la sorpresa. La sorpresa despierta la curiosidad y activa el tálamo, que es un órgano muy importante en la motivación y en la atención.

En la consolidación del aprendizaje intervienen de forma decisiva varios factores [27]: la emoción, la alimentación, las estrategias cognitivas y el sueño. Ya hemos comentado la importancia de la emoción en el aprendizaje. Con respecto a la alimentación, una alimentación adecuada puede favorecer la capacidad de concentración y de atención ejecutiva, fundamentales para el aprendizaje. Las estrategias cognitivas son las formas en que el estudiante organiza sus actos, usando su capacidad intelectual y en función de las demandas de la tarea, para guiar sus procesos de pensamiento hacia la solución del problema. Están muy relacionadas con las funciones ejecutivas. Algunos estudiantes no tienen desarrolladas estas estrategias o las utilizan inadecuadamente, lo que les impide procesar de forma apropiada la información. Potenciar las estrategias de aprendizaje de un estudiante le asegura mejor calidad en su aprendizaje.

El último de los factores clave en la consolidación de la memoria es el sueño. La formación de memorias a largo plazo requiere de una síntesis de proteínas en el cerebro, que se produce principalmente en la fase REM del sueño. La evolución nos ha permitido sobrevivir gracias a que las cuatro primeras horas de sueño, aproximadamente, se dedican a la recuperación física del individuo. Durante miles de años hemos sido cazadores y nuestra supervivencia y la del resto de la tribu dependía de nuestra capacidad para encontrar comida, nuestra capacidad para cazar. Por eso, la recuperación física era fundamental. Si no se estaba en buenas condiciones físicas, no había caza. El resto del tiempo de sueño, a partir de la cuarta hora, el cerebro lo dedica fundamentalmente al aprendizaje. Tal vez por ello, la fase REM de los últimos ciclos de sueño es mucho mayor que la de los primeros ciclos. Este es un hecho muy importante que debe ser considerado por los estudiantes para optimizar su aprendizaje. Muchos estudiantes estudian de forma intensiva el día o los días anteriores a un examen, reduciendo los periodos de sueño. Cuando estos periodos son inferiores a cuatro horas, el cerebro prácticamente no puede consolidar lo aprendido, por lo que estos estudiantes pueden que aprueben el exa-

men, pero no conseguirán aprender porque olvidarán pronto lo estudiado.

3. Recomendaciones para impartir una clase magistral

En esta sección se describen algunas ideas que los profesores pueden usar para conseguir mejores resultados de aprendizaje en sus clases magistrales, basándose en las ideas previamente presentadas en el artículo. Cuando sea posible, estas ideas se relacionarán con los principios básicos de la buena práctica docente definidos por Chiquering y Gamson [7], que en algunos entornos se han denominado “los siete principios de la docencia de calidad”:

- P1: Estimular el contacto entre profesores y alumnos.
- P2: Estimular la cooperación entre alumnos.
- P3: Estimular el aprendizaje activo.
- P4: Proporcionar *feedback* a tiempo.
- P5: Dedicar tiempo a las tareas más relevantes.
- P6: Comunicar expectativas elevadas a los alumnos.
- P7: Respetar los diferentes talentos y formas de aprendizaje.

3.1. Recomendaciones

Entrar en clase con una sonrisa y con energía (P1). El momento de entrar a clase es muy importante porque predispone al estudiante. Hay que crear un clima emocional adecuado en el aula desde el principio. Si entras en clase con una sonrisa y con energía, transmites motivación gracias a las neuronas espejo. Si, por el contrario, entras abatido, huraño, o triste, transmites malas sensaciones. Un buen clima emocional mejora el aprendizaje [2]. La actitud del profesor durante toda la clase es clave. Debe mantener una actitud positiva, emocionalmente cercana al estudiante. Esto genera asertividad y crea un vínculo con los estudiantes (P1).

Procurar que los estudiantes se conozcan e interactúen entre ellos desde el primer día (P2). El vínculo entre profesor y estudiante (P1) y entre estudiantes (P2) se ha de generar en los primeros días para facilitar el aprendizaje [23].

Provocar sorpresa en los estudiantes (P1). La sorpresa es una emoción primaria que generará en los estudiantes una curiosidad que despertará su atención. Conseguir sorprender es fundamental, aunque la sorpresa tenga poco que ver con el tema tratado en la clase. La sorpresa tiene que producirse al principio de la clase o durante la misma para que funcione. No sirve de nada que el estudiante se haya sorprendido hace varias horas.

El poder de las buenas historias (P1). El inicio de la clase es muy importante. Es necesario un cataliza-

dor que despierte la curiosidad y produzca sorpresa. La curiosidad activa las regiones de recompensa cerebral, lo que produce motivación y atención. Se puede empezar la clase contando una historia, aunque no tenga nada que ver con la clase. Al cerebro le gustan las buenas historias, Las historias se han de vivir, sentir, por eso funcionan muy bien las historias personales. Muchos buenos conferenciantes empiezan su charla explicando una historia personal, para implicar a la audiencia. Hay muchas formas de despertar e incentivar la curiosidad en clase [23]:

- Comenzar una clase con algo provocador.
- Presentar un problema cotidiano para “despertar” al estudiante.
- Crear una atmósfera relajada que invite al diálogo (P1, P2).
- Dar tiempo para que los estudiantes desarrollen un argumento o encuentren la solución a un problema (P1, P2, P3). En este caso, es importante ayudarles modulando la búsqueda (P4, P5).
- Tratar de que los estudiantes se anticipen a lo que se va a explicar (P1, P3, P4).
- Introducir en la clase elementos que impliquen incongruencia, contradicción, novedad, sorpresa, desconcierto, incertidumbre (P3).
- Reforzar el mérito de una buena pregunta o intervención (P1, P3, P4).

No desmotivar (P1). Tan importante como motivar es el no desmotivar. Si el estudiante no está motivado, hay que presentarle expectativas sugerentes, realistas y sensatas para que pueda realizar las actividades de aprendizaje propuestas, potenciando la autoestima.

Mantener la atención del estudiante (P1). Una vez conseguida la motivación y despertada la atención, hay que mantenerlas. No se ha determinado la existencia de un tiempo fijo para mantener el foco de la atención [23]. No obstante, se puede seguir como regla no hablar más de quince minutos sin cambiar de actividad. Hay que tener en cuenta que la información se almacena en la memoria de corto plazo durante unos pocos segundos, y hay que darle tiempo al estudiante para que esta información pase a la memoria de largo plazo. De lo contrario, la memoria de corto plazo se satura y la información se pierde.

¿Qué se puede hacer para fijarla? Muchos planes de estudios de las universidades tienen clases de problemas y teoría separadas. Esa es una buena organización desde el punto de vista de la optimización de recursos (clases de teoría con muchos alumnos y pocos profesores y clases de problemas con menos estudiantes y más requerimientos de profesorado), pero es una mala organización desde el punto de vista del aprendizaje debido a que las clases de teoría tienden a ser muy magistrales y es muy difícil mantener la atención del estudiante durante toda la clase. Una estrategia mejor es trabajar algunos pro-

blemas en clase justo después de haber visto la teoría (P3), aunque esta estrategia solo permita trabajar los niveles de conocimiento y comprensión, los más bajos en la taxonomía de Bloom [4]. Los problemas del nivel de aplicación es mejor que los estudiantes los preparen previamente en casa (P7) y sean trabajados en grupo posteriormente en clase (P2, P3, P5), con el profesor actuando como moderador (P1, P4, P6), tal como se propone en [1]. Una estrategia de intercalar problemas cortos en las clases magistrales cada 15 minutos mejora el aprendizaje del estudiante (P1, P3, P4). También es recomendable que los estudiantes realicen algún tipo de actividad que implique ejercicio físico (aunque esto es difícil de conseguir en las clases, se puede usar la imaginación). Se ha demostrado que intercalar intervalos cortos de ejercicio físico mejora el aprendizaje (se disminuye el número de errores cometidos en una prueba). Además, si el intervalo es corto (cuatro minutos) se mejora la atención. El volumen del hipocampo es mayor en la gente que realiza ejercicio periódicamente [10].

Las clases magistrales requieren atención voluntaria, mientras que el trabajo activo (P3) requiere de atención involuntaria. Algunos de los actuales estudiantes tienen problemas para mantener la atención voluntaria, lo que hace que las clases magistrales tradicionales sean menos eficientes que en anteriores generaciones. Se especula con que el tiempo atencional puede ser distinto en función de la materia tratada. En cualquier caso, es mejor realizar 50 actividades de 10 minutos que 10 actividades de 50 minutos [23]. En el caso de las clases magistrales, no se debe realizar una sesión de 50 minutos de exposición sin ninguna interrupción o cambio. Se puede conseguir mantener la atención, no obstante, “interrumpiendo” una actividad de 50 minutos cada 10-15 minutos, introduciendo la proyección de alguna imagen (en el caso de que se trate de una clase magistral tipo discurso), o contando una anécdota, un chiste, etc. El valor de los tiempos atencionales es muy complejo de decidir, ya que el foco atencional depende de la edad del alumno, la capacidad docente del profesor, el interés del tema y el entrenamiento previo, tanto del que aprende como del que enseña [23].

Contar lo más importante al principio y al final de la clase (P5). Esta estrategia está basada en los efectos de primacía y recencia descubiertos por Ebbinghaus. Hay que aprovechar estos efectos, y contar lo más importante al principio y al final. Al final, de hecho, deberían recapitularse los conceptos más importantes trabajados durante la clase. Esto se puede conseguir usando un índice al principio de la clase y un repaso al final.

Ayudar a la memorización de los conceptos (P1). La repetición es clave para que el estudiante memorice lo que se desea que aprenda, como hace más de un

siglo demostró Ebbinghaus. Se debe fomentar la práctica del recuerdo, ya que el intento de recordar tiene incidencia en el aprendizaje. Por ejemplo, se pueden hacer preguntas al final de la clase sobre los conceptos esenciales tratados durante la clase (P1). Esto funciona mejor que poner en la pizarra o proyectar mapas mentales o conceptuales [8]. Para ayudar a la memorización se debe dar *feedback* continuamente a los estudiantes (P4), ser capaz de repetir las cosas sin aburrir (usando diferentes puntos de vista), relacionar lo que se está explicando con otros conceptos (incluso con los que no tengan que ver con la asignatura, para despertar la curiosidad), fomentar que los estudiantes hagan mapas mentales y conceptuales, o usar un índice inicial y hacer un repaso final, como se ha comentado en la estrategia anterior.

El poder de las buenas preguntas (P1, P4). Hay que hacer preguntas esenciales a los estudiantes y darles suficiente tiempo para pensar y responderlas, incluso permitiendo que las discutan en grupo. Esto hay que hacerlo durante toda la clase. Es un buen método para generar interrupciones cada diez o quince minutos. Esta estrategia favorece la metacognición (capacidad de autorregular los procesos de aprendizaje, P7).

Usar ejemplos específicos para entender ideas complejas (P7). El cerebro aprende desde lo que entiende, de lo concreto a lo abstracto [23]. Muchos profesores explican primero las teorías desde un punto de vista abstracto y después tratan de poner ejemplos reales de aplicación. Para la mayoría de individuos es mejor aprender mediante el proceso contrario, es decir, entender cómo funciona un ejemplo real y tratar de abstraer la teoría subyacente a partir del ejemplo.

Tener un buen trato con los estudiantes (P1). El trato con los alumnos es muy importante. Muchos profesores tienden a catalogarlos (por ejemplo, distinguen entre los buenos y los malos) y los tratan según esa catalogación. Es muy habitual incluso que el propio estudiante se catalogue a sí mismo (‘se me dan mal las matemáticas’). Ese es un comportamiento peligroso. Un estudiante que asume que se le dan mal las matemáticas no hará un esfuerzo por entenderlas, y finalmente fracasará. Por el contrario, un estudiante que piense que se le dan bien, hará un esfuerzo para entender aquello que le resulta difícil. Esto es muy importante, porque lo que hace ese esfuerzo es generar mentalidad de crecimiento, y la mentalidad de crecimiento mejora el aprendizaje. Esa mentalidad es la misma que usan los deportistas cuando “visualizan” el reto que deben superar. Está demostrado que pensar en hacer algo tiene en el cerebro casi el mismo efecto que hacerlo [25]. Aprender a tocar el piano hace crecer las mismas zonas del cerebro, y de la misma forma, que imaginar que tocas las teclas. Como profesores, debemos transmitir esa mentalidad

de crecimiento a los estudiantes [9]. Hay que evitar las “creencias” sobre la capacidad del estudiante. No catalogar a los estudiantes implica aceptarlos como son y tratar de que saquen lo mejor de sí mismos y alcancen el máximo de sus posibilidades (P6). Implica respetar los diferentes talentos y formas de aprendizaje (P7) y entender que todos somos diferentes y llegamos a la meta por diferentes caminos y usando una cantidad de tiempo diferente.

Usar codificación dual en las transparencias [21]. Las transparencias deben combinar imágenes y textos para respetar los distintos estilos de aprendizaje (P7). Estos estilos se respetan también si se usa el Diseño Universal para el Aprendizaje (http://www.educadua.es/doc/dua/dua_pautas_intro_cv.pdf).

Practicar *mindfulness* (meditación). Parece que la meditación antes de realizar una actividad ayuda a realizarla mejor porque se consigue una capacidad de atención plena. En algunas clases, se puede plantear a los estudiantes que practiquen el *mindfulness* durante unos minutos al principio de la clase.

3.2. Factores que afectan al aprendizaje en las clases magistrales

John Hattie [13, 14] publicó un análisis de 800 metaestudios realizados sobre 300 millones de estudiantes para identificar qué influencia tienen programas, metodologías, técnicas e incluso situaciones o condiciones personales sobre el aprendizaje, y las clasificó según una medida estadística que denominó tamaño del efecto (d), que abarca puntuaciones con valor absoluto entre 0,0 y 2,0. El valor de d puede ser positivo o negativo, en cuyo caso indica un efecto perjudicial. A partir del valor $d=0,40$, la intervención es considerada efectiva, mientras que si supera $d=0,60$ se encuentra en el nivel de excelencia. Los factores más importantes relacionados con las clases magistrales son los siguientes:

Aburrimiento. Entre los factores que afectan negativamente al aprendizaje, Hattie identificó el aburrimiento con un valor $d = -0,49$, siendo el tercer factor negativo más importante, después del TDAH y la sordera. Claramente, hay que evitar que los estudiantes se aburran.

Expectativas del alumno (P6). Este es el factor positivo más importante encontrado por Hattie, con un valor $d=1,44$. Las creencias propias de los alumnos sobre su rendimiento académico, muchas veces basadas en experiencias previas negativas, influyen de forma extraordinaria sobre su aprendizaje. Esto está muy relacionado con la mentalidad de crecimiento mencionada anteriormente.

Credibilidad del profesor. Es el cuarto factor en importancia encontrado por Hattie, con un valor $d=0,90$. La credibilidad está relacionada con las creencias de los alumnos sobre si el profesor consti-

tuye una fuente válida de información que les permitirá aprender. Una forma de conseguir y mantener esa credibilidad es ayudar a los alumnos a aprender, recomendándoles por ejemplo material apropiado para complementar las clases de teoría (P1). También es muy importante saber reconocer cuándo el profesor se ha equivocado o no sabe algo. En este último supuesto, cuando se desconoce la respuesta a una pregunta, el profesor debe reconocerlo abiertamente y tratar de responderla en la siguiente clase, después de haberse documentado apropiadamente. La dificultad para reconocer los errores propios o el desconocimiento de algo relacionado con la materia que enseña, en el caso del profesor, está relacionado con la disonancia cognitiva (el mecanismo mental que usamos para protegernos cuando lo que pensamos y lo que hacemos es contradictorio) y el sesgo de confirmación.

Claridad del profesor. Noveno factor en importancia, con $d=0,75$. La capacidad del profesor para comunicarse con claridad es imprescindible para que los alumnos entiendan cuáles son los objetivos del aprendizaje y los criterios de éxito.

4. Conclusiones

En este artículo se han presentado algunos de los factores y estrategias que, según la neurociencia, deben ser considerados cuando se imparte una clase magistral. El artículo ha revisado los principios del aprendizaje según los últimos descubrimientos de la neurociencia, y desgana cómo funciona cada una de las tres fases principales del aprendizaje: motivación, atención y memorización. Se han relacionado estas estrategias y factores con los siete principios de calidad de la docencia.

Se concluye que las estrategias que deben aplicarse en una clase magistral son “entrar en clase con una sonrisa y con energía”, “procurar que los estudiantes se conozcan e interactúen entre ellos desde el primer día”, “provocar sorpresa en los estudiantes”, “contar historias durante la clase”, “no desmotivar”, “mantener la atención del estudiante”, “contar lo más importante al principio y al final de la clase”, “ayudar a la memorización de los conceptos”, “hacer preguntas esenciales a los estudiantes”, “usar ejemplos específicos para entender ideas complejas”, “tener un buen trato con los estudiantes”, “usar codificación dual en las transparencias” y “practicar *mindfulness*”. En cuanto a los factores más relevantes para el aprendizaje, se han identificado “el aburrimiento”, “las expectativas del estudiante”, “la credibilidad del profesor” y “la claridad de sus explicaciones”.

Este es solo un primer paso para que los profesores aprendan a mejorar su docencia usando lo que nos enseña la neurociencia. Porque, como enunció Leslie Hart, enseñar (educar) sin saber neurociencia es como

querer diseñar un guante sin haber visto nunca una mano.

Referencias

- [1] C. Álvarez, A. Fernández, J. Llosa y F. Sánchez. Aprendizaje Activo Basado en Problemas. *ReVisión*, 6(2): 60-70. 2013.
- [2] N. Ambady y R. Rosenthal. Half minute: Predicting teacher evaluations from thin slices of nonverbal behavior and physical attractiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1993.
- [3] J. Ballesteros y A. Reales. Atención y memoria implícita. *Revista anthropos: Huellas del conocimiento*, 189-190: 150-159. 2000.
- [4] B.S. Bloom, M.D. Engelhart, E.J. Furst, W.H. Hill y D.R. Krathwohl. Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I. The Cognitive Domain. New York: David McKay. 1956.
- [5] D. Bueno. Neurociencia para educadores. Ediciones Octaedro. Colección Rosa Sensat (71). 2017.
- [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*. 49: 2067-79. 2012.
- [7] A. Chickering y Z.F. Gamson. Seven principles for good practice in undergraduate education. *The Wingspread Journal*, 9(2): 1-15. 1987.
- [8] J. Dunlosky, K.A. Rawson, E.J. Marsh, M.J. Nathan y D.T. Willingham. Improving Students' Learning with effective learning techniques: promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1): 4-58. 2013.
- [9] C. Dweck. The power of believing that you can improve. TED talk, 2017. https://www.ted.com/talks/carol_dweck_the_power_of_believing_that_you_can_improve/discussion.
- [10] K.I. Erickson, M.W. Voss y R.S. Prakash. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *PNAS*, 3017-3022. 2011.
- [11] R. Geva, M. Zivan, a. Warsha y D. Olchik. Alerting, orienting or executive attention networks: differential patters of pupil dilations. *Front Behav Neurosci*; 7: 145. 2013.
- [12] V.K. Grover. Brain based teaching: Rethinking on teaching strategies. *Indian Streams Research Journal*, 5. 2015.
- [13] J. Hattie. Visible Learning. A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. The University of Melbourne, Australia: Corwin. 2009.
- [14] J. Hattie. Visible learning for teachers. Maximizing impact on learning. *Routledge*. 2012.
- [15] A. Horn, D. Ostwald, M. Reisert y F. Blankenburg. The structural-functional connectome and the default mode network of the human brain. *NeuroImage* 102: 142-151. 2013.
- [16] M. Jung-Beeman, E. Bowden, J. Haberman, J. Frymiare, S. Arambel-Liu, R. Greenblatt, P. Reber y J. Kounio. Neural activity when people solve problems with insight. *PLoS Biol* 2(4): e97. 2004.
- [17] D. Khaneman. Atención y esfuerzo. Madrid, Biblioteca Nueva. 1997.
- [18] J. Kounios y M. Beeman. The Eureka Factor: Aha Moments, Creative Insight, and the Brain. Ed. Random House. 2015.
- [19] J.E. LeDoux. Emotion, Memory and the Brain. *Scientific American* (Ed. especial), pp. 68-75. 1997.
- [20] A.R. Luria. Atención y memoria. Ed. Martínez Roca. 1985.
- [21] R.E. Mayer y R.B. Anderson. The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84(4): 444-452. 1992.
- [22] Ministerio de educación y ciencia, S. D. Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad. 2006.
- [23] F. Mora. Neuroeducación. Alianza Editorial. 2013, Edición revisada 2017.
- [24] M.Z. Poh, N.C. Swenson y R.W. Picard. A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 57 (5): 1243-1252. 2010.
- [25] R. Ptak, A. Schnider y J. Fellrath. The Dorsal Frontoparietal Network: A Core System for Emulated Action. *Trends in Cognitive Sciences*, 589-599. 2017.
- [26] G. Rizzolatti, L. Fadiga, V. Gallese y L. Fogassi. Premotor cortex and the recognition of motor actions, *Cognitive Brain Research*, 3: 131-141. 1996.
- [27] A. Tellez, La memoria humana: Revisión de los hallazgos recientes y propuesta de un modelo neuropsicológico. PhD. Universidad Autónoma de Nuevo León. 2003.
- [28] The Chimpanzee Sequencing and Analysis Consortium. Initial sequence of the chimpanzee genome and comparison with the human genome. *Nature*, 437: 69-87. 2005.