DAVID BUENO
ANNA FORÉS
(Coordinadores)

LA PRÁCTICA EDUCATIVA CON MIRADA NEUROCIENTÍFICA

HORSORI

PRÓLOGO

La neurociencia está de moda, y no es para menos. Desde hace un par de décadas, nuevos desarrollos tecnológicos han permitido empezar a visualizar la actividad del cerebro de forma no invasiva en cualquier situación vital, en personas de cualquier edad y condición, lo que ha permitido abrir una nueva puerta a la comprensión del funcionamiento y a la formación de nuestro órgano rector. Este hecho, combinado con una larga experiencia académica y de investigación en los campos de la pedagogía, la psicología y la sociología, ha permitido ampliar enormemente la visión del cerebro en situaciones cotidianas de la vida real. Ello incluye los escenarios de aprendizaje ante cualquier contexto o estrategia educativa, y también las consecuencias que los procesos educativos conllevan para la construcción y reconstrucción dinámica de las redes neuronales.

De la funcionalidad de estas redes neuronales surge la mente humana con todas sus facultades, incluidas las cognitivas, por lo que las estrategias educativas influyen claramente en el desarrollo de la mente de cada persona. Dicho de otro modo, no solo *qué* se enseña, sino también, y de forma muy especial, *cómo* se transmiten los conocimientos y las experiencias influye en la manera cómo una persona se percibe a sí misma y a los demás, en cómo percibe el entorno y se relaciona con él, a través de la construcción dinámica de sus redes neuronales. Las experiencias vitales, los aprendizajes realizados, tanto de forma consciente como preconsciente, y la educación recibida modifican físicamente las conexiones del cerebro, dejando una huella persistente que va a condicionar el futuro de cada persona a través de su vida mental.

Este hecho, hoy en día indiscutible, ha propiciado la aparición de una nueva disciplina académica, la neuroeducación, que ha surgido de la interacción sinérgica de los conocimientos y avances en neurociencia, pedagogía, psicología, sociología y medicina. Estos últimos años se ha producido un incremento exponencial de todo tipo de cursos, talleres, másteres y

posgrados, y también de libros, vídeos tutoriales y aplicaciones digitales, entre otra gran variedad de recursos, centrados en la neuroeducación, destinados tanto a profesionales de la educación como a alumnos y sus familias (y, de hecho, a la sociedad en general). Sin embargo, en muchos casos surge una pregunta clave: todos estos conocimientos, indispensables ahora que se dispone de ellos, ¿hasta qué punto se pueden aplicar al día a día de los procesos educativos? O, dicho de otro modo, ¿cómo podemos pasar de la teoría académica a la práctica dentro de las aulas?

No hay una respuesta directa ni única a estas preguntas, puesto que depende de cada contexto concreto: la edad de los alumnos y el nivel educativo, los currículos oficiales y las adaptaciones curriculares de cada comunidad o centro, las características socioeconómicas y culturales de las familias que acuden a cada centro educativo, la propia personalidad del docente y de cada uno de sus alumnos, las dinámicas que de forma natural se establecen entre los distintos miembros de la comunidad educativa, incluido cada grupo clase, el objetivo que se persiga con cada estrategia pedagógica, etcétera.

En este contexto, el objetivo de este libro es servir de puente y ejemplo entre la teoría y la práctica neuroeducativa, a través de casos concretos experimentados en primera persona por los autores. Este punto es importante y constituye uno de los dos elementos diferenciadores básicos de este texto en relación con otros diversos que se pueden encontrar en el mercado: todos los casos que se exponen han sido probados vivencialmente per lo autores. Son solo algunos de los muchísimos casos posibles, sin duda, pero sirven de referencia para que cualquier educador o persona interesada en la educación pueda ver de qué maneras es posible adaptar los conocimientos teóricos a sus necesidades prácticas. O, dicho de otro modo, permite visualizar de forma sencilla que en muchas ocasiones no es necesario revolucionar nuestras prácticas educativas, sino simplemente hacerlas evolucionar hacia este camino, con cambios que en muchas ocasiones son más sencillos de lo que *a priori* pueda parecer. Que sean sencillos, sin embargo, no significa que sean cosméticos, puesto que conllevan profundas implicaciones en la formación de los alumnos.

El segundo elemento diferenciador es que, a pesar de que la mayor parte de libros suelen centrarse en una etapa educativa concreta, en este caso hemos optado conscientemente por incluirlas todas, con ejemplos reales obtenidos desde la educación infantil hasta la formación de adultos, pasando por las etapas intermedias (primaria, secundaria, bachillerato, universidad y

otros ciclos formativos). El motivo de haber elegido esta transversalidad es simple, pero transcendental para la filosofía que nos inspira. Por un lado, todos los conceptos básicos que aparecerán en los distintos capítulos no son solo aplicables al nivel educativo del ejemplo que se discute, sino que en gran medida resultan igualmente válidos para todos los niveles, solo adaptándolos a las características de maduración de los alumnos. Cuando se hable del estrés, por ejemplo, se verá que este puede resultar igualmente perjudicial para afianzar aprendizajes eficientes a cualquier edad. Lo mismo cuando hablemos de la importancia de la motivación o de la atención, por citar otros dos casos. Demasiado parcelada tenemos ya la educación, puesto que a menudo el contacto que hay entre primaria y secundaria, y entre el bachillerato y los estudios superiores, es muy deficitario. En la universidad hay muchos profesores que no saben qué se está explicando y cómo se está educando en las etapas anteriores. Lo que es un tremendo error, puesto que lo que terminaran haciendo los jóvenes en los distintos estudios de educación superior se empieza a forjar ya desde la educación infantil. Del mismo modo, los profesionales de la educación que trabajan con niños y niñas en las etapas de infantil y primaria deben saber cómo van a continuar desarrollándose sus alumnos a medida que se vayan haciendo mayores, lo que sin duda va a contribuir a que les guíen de la manera más adecuada posible. Solo así se logrará una educación integrada e integradora.

Para satisfacer estos objetivos, el libro está estructurado en una serie de capítulos breves que siguen un mismo esquema narrativo. Primero, se describe la situación inicial y la estrategia educativa o pedagógica utilizada, convenientemente contextualizada con respecto a las características concretas en que se ha realizado. Segundo, a partir de cada experiencia se detallan los aspectos neurocientíficos que la avalan, lo que permite reflexionar sobre su influencia en la construcción y la reconstrucción de las redes neuronales de los alumnos, y las consecuencias que conllevan. De esta forma, el lector podrá percibir que la teoría neuroeducativa puede traspasarse con facilidad al aula. El único requisito es tener una menta abierta y un cerebro flexible. E incluso esto se puede potenciar cada día a través de la reflexión, como las reflexiones que se proponen en este libro. Cabe recordar que la mente individual de cada persona surge de la actividad de las redes neuronales que se forman en interacción con el ambiente, incluido el educativo, y, en consecuencia, también de él depende la vida mental, la percepción que los alumnos tienen y tendrán de sí mismos y del entorno y, por extensión, cómo se van a relacionar con él.

Son, como se ha dicho, ejemplos puntuales y concretos desarrollados y experimentados por los autores, que han sido seleccionados para que cubran todos los niveles educativos, desde educación infantil hasta la formación de adultos (infantil, primaria, secundaria, bachillerato, grados, másteres y posgrados universitarios y formación de adultos), y también para que permitan visualizar su relación con los principales conceptos neurocientíficos que los sustentan, lo que permite que puedan ser extrapolados por el lector a otras prácticas desde la comprensión neurocientífica. Estos son, como ya se ha comentado, los principales elementos distintivos de estos textos.

Hemos trabajado con la intención de que sea un libro que dé ideas claras y concisas soportadas por la neurociencia, extrapolables a cualquier situación, y que sirvan de ejemplo e inspiración reflexiva y razonada para fomentar una educación también basada en evidencias neurocientíficas, incluso a niveles distintos de los que se ha realizado cada experiencia concreta. Del mismo modo, algunos aspectos neuroeducativos que les dan soporte teórico se irán repitiendo en algunas o en muchas de las experiencias, puesto que son transversales, como por ejemplo el papel de las emociones, la motivación, el reto, etcétera. La neurociencia está aportando datos muy interesantes para comprender con más profundidad lo que implican las prácticas educativas, unos elementos complementarios que dan soporte y enfatizan la importancia de muchas estrategias pedagógicas actuales y que permiten el desarrollo de otras nuevas. Llevarlo a la práctica está en manos de todos los educadores.

David Bueno y Anna Forés
Directores de la Cátedra de Neuroeducación UB-EDU1ST
Barcelona, septiembre de 2020

PRIMERA PARTE
EDUCACIÓN INFANTIL Y PRIMARIA

CAPÍTULO 1

LA IMPORTANCIA DEL CONTEXTO EN EL DESARROLLO DEL CEREBRO Y LA MENTE EN LA INFANCIA TEMPRANA

Ana María Fernández
Gilberto Pinzón

Los primeros años son fundamentales en la vida de las personas. Hay suficientes investigaciones en los campos de la neurociencia, la psicología y la educación, que lo ratifican y dan información clave a las personas involucradas en la educación, el desarrollo y el bienestar de los niños y, por ende, de la sociedad.

El tipo y la calidad de las experiencias, así como el contexto en el que crecen los infantes son cruciales para el adecuado desarrollo del cerebro y la mente. La búsqueda de las respuestas a preguntas como: ¿Qué tipo de experiencias y contexto? ¿Cómo estos se ajustan para cada grupo o infante? Desde el punto de vista educativo: ¿Qué modelo provee las experiencias necesarias? ¿Qué otros elementos se requieren? ¿Cuáles son los roles de docentes, padres, directivos y niños? ¿Cómo se hace sustentable? propician la creación de la propuesta aquí compartida. Son más de 20 años de transformación educativa hacia la construcción de culturas de pensamiento y aprendizaje en más de 100 colegios en 7 países. Experiencia con diversidad cultural y socioeconómica, donde se implementa el pensamiento como estrategia pedagógica, educando y formando para la vida con

balance, propósito y sabiduría. La descripción estará centrada en la educación inicial. Sin embargo, todos los conceptos mencionados son transferibles a todas las edades y contextos de aprendizaje. La justificación neurocientífica se lleva a cabo desde los 6 principios de cerebro, mente y educación (CME) propuesto por el Panel Delphi, que será explicado posteriormente.

Descripción de la experiencia

Cada centro educativo tiene la libertad de definir su finalidad y trazar el camino para lograrlo. Esta experiencia parte de un propósito, construir un contexto de aprendizaje significativo, donde todos los niños, educadores, así como las familias y comunidad de cada centro, aprenden, crecen y aportan al entorno, enriqueciendo las experiencias de aprendizaje para todos. Se fundamenta en un modelo filosófico ecléctico que combina cuidadosamente múltiples enfoques educativos y que parte de la convicción de que todos somos aprendices, que construimos el aprendizaje desde las experiencias que vivimos y que, para lograr construir un contexto rico para los niños, es primordial que los adultos se formen y que, como dice el Dr. Ron Ritchhart, de manera consciente trabajen en la construcción de una cultura de aprendizaje que promueva y valore el pensamiento. Así pues, esta experiencia tiene como protagonistas no solo a los niños, sino a los educadores y familias que en ella intervienen. Es una experiencia que nace en 6 centros infantiles en el sur de la Florida y es replicada en colegios que adoptan el modelo pedagógico. Se transfiere a los hogares y durante la época de pandemia permitió la adaptación hacia los contextos virtuales y de educación a distancia rápidamente.

Mirando desde los lentes de las fuerzas culturales que Ron Ritchhart formula, los niños desde los 3 meses de edad, que forman parte de esta experiencia, encuentran tanto un espacio físico estimulante en recursos con propuestas de desarrollo sugeridas por los educadores como libertad para explorar y engancharse multi-sensorialmente durante el día. Son recursos desde lo reciclable y natural hasta medios pedagógicos más sofisticados. Lo importante es que la riqueza de la experiencia no viene dada por el recurso en sí mismo, sino por la variedad estimulante y el trabajo de exploración física y cognitiva que se promueve con esos recursos. Los niños encuentran una distribución de aula con pequeños espacios, provocadora y

asequible, que permite la exploración autónoma. También hay una estructura predeterminada intencionalmente en el tiempo y las didácticas, que respeta y promueve los momentos para explorar, compartir ideas, preguntar, pensar y registrarlo todo en documentaciones que enriquecen el espacio. Es un fluir en las estructuras, estrategias, espacios y elementos visuales para evidenciar el valor por los pensamientos, gustos, ritmos y aportaciones de todos. Cada persona que convive en ese espacio puede revisitar, evocar y proyectar la exploración que se va realizando, estableciendo conexiones y construyendo sobre las documentaciones previas. Esta dinámica de construcción activa de documentaciones a partir de proyectos variados se va convirtiendo en una historia de aprendizaje que visibiliza cómo cambian las ideas, cómo se va aprendiendo, cómo cada aporte de cada uno construye un todo colectivo que se valora ampliamente, se celebra y revisita.

En el día a día, el lenguaje juega un papel protagonista, y los adultos comprenden el impacto del modelo de lenguaje en el desarrollo cognitivo. El lenguaje es intencionado; como adultos se busca transformarlo incorporando nuevas formas de expresarse, nombrar, notar, modelar a través de cómo se habla y actúa. Los niños están expuestos permanentemente a rutinas y estrategias que promueven pensamiento, haciéndolo visible, como propone el enfoque de pensamiento visible del proyecto cero de la universidad de Harvard, construyendo hábitos de mente para la vida. Es una experiencia donde el modelo promueve el lenguaje de pensamiento no para aprender que pensar, sino para sistematizar la libertad de pensamiento. Todas las ideas, perspectivas y experiencias previas son valiosas y necesarias. Cuando Valentina, estando en el aula observando renacuajos, comenta que su abuela tiene una bicicleta roja, Silvana, su profesora, no le dice que se concentre en el tema y preste atención, por el contrario, valida su comentario y le pregunta qué la lleva a decir eso, descubriendo una conexión con la finca y los paseos a un lago que hacen en familia en el que han visto ranas. Todas las conexiones enriquecen el proceso de aprendizaje. Se aprende desde la construcción colectiva y se fortalecen los sistemas de memoria en la medida que se construye un andamiaje en la arquitectura cognitiva desde la memoria episódica con eventos significativos, pero a la vez, la memoria semántica con el trabajo de múltiples conceptos, que se exploran cognitivamente desde las variadas estrategias que promueven diferentes habilidades de pensamiento. Esto enriquece el lenguaje de los niños, sus interacciones se hacen más dinámicas, recuerdan y transfieran a casa lo que van aprendiendo. Los educadores manifiestan que la participación

en las actividades aumentó radicalmente desde que se inició esta experiencia y que se sorprenden de las aportaciones que se escuchan diariamente.

Se promueven múltiples interacciones en subgrupos pequeños dentro del aula. Es perfectamente habitual observar niños trabajando de manera colaborativa e independiente. Sí, a veces parece utópico, pero la realidad es que niños de 1, 2, 3 o más años, trabajan con libertad de manera colaborativa por objetivos comunes. Hay una convicción plena de que para crear autonomía hay que dar autonomía. Los niños toman decisiones, proponen, se escuchan activamente en este entorno; aprenden que las ideas de todos aportan diferentes perspectivas que enriquecen la conversación. Son charlas naturales como cuando Martin de dos años y medio, pregunta a su compañerita Sofía «¿Qué te hace pintar un sol rojo?» y Sofía le responde: «Lo vi con mi papa en la playa». Martin le replicará: «Interesante, yo nunca lo he visto…». O encontrar un grupo de 3 años, leyendo un cuento de manera espontánea y preguntándose entre sí: ¿qué te hace decir eso? o ¿tú qué piensas? o ¿qué pasaría si…? En este caso, las interacciones no las lidera el educador; su trabajo es ser arquitecto de contextos significativos para el aprendizaje, generar vínculos con todos y entre todos, facilitar y actuar como aprendiz que busca descubrir a cada niño y niña con quién interactúa. Es un rol docente que, aunque suena simple, es muy profundo. 1) Se ve como aprendiz; 2) Entiende que es arquitecto de contextos para cada uno de sus estudiantes y sabe que es agente de cambio social y, por lo tanto, no solo interactúa intencionalmente con los niños, sino con las familias que construyen los ambientes fuera del colegio.

Cada niño, educador y familiar es una persona totalmente singular, diferente a otra, con ideas, emociones, gustos y potenciales diversos. Cada uno aprende, nadie puede determinar su potencial, así que todos tienen infinitas posibilidades para crecer y desarrollarse. Esta mirada maravillosa del valor de la diferencia, de la posibilidad de descubrir forma parte de la conversación diaria en las aulas. No importa la edad, se valora saber cómo aprendemos, cómo funciona nuestro cerebro, un órgano maravilloso que, como la especialista en inteligencia emocional y neurobiología del comportamiento Marta Ligioiz –coautora de algunos de los capítulos de este libro– dice, procesa emociones que nos avisan o nos esclavizan; así que cada uno desde su singularidad debe aprender a reconocerse y gestionarse. Todos van aprendiendo a reconocer sus necesidades y a entender que no son necesariamente las mismas que las del otro, como cuando Verónica de 3 años pide a su mama ir al parque; su mamá responde que no puede porque

tiene que ir a trabajar. La niña entiende las diferentes posturas y le responde «Ma, tú necesitas trabajar y yo necesito divertirme, ¿qué hacemos?».

Los educadores expresan que se están redescubriendo desde su rol docente, generando oportunidades de aprendizaje desde el conocimiento de la neurociencia, viendo a sus alumnos de una manera única, encontrando cada día el potencial de cada uno al abrir sus expectativas y dejarse sorprender por lo que logran decir y hacer. Las familias también colaboran y aprenden a conocer a sus hijos, entendiendo el rol que tienen en su desarrollo. Día a día, los niños juegan, exploran, participan, se interesan, opinan y se descubren desde sus diferencias y sus gustos en un contexto fascinante preparado por sus docentes para asegurar que esta etapa de la vida sea absolutamente rica en posibilidades.

Niños de contextos vulnerables, de colegios privados o concertados, están viviendo la posibilidad de crecer en ambientes de aprendizaje que han entendido que la educación podía cambiar, que podía renovarse y actualizarse. La experiencia que viven respeta los principios fundamentales de la neurociencia del aprendizaje no solo de los menores, sino de los adultos que aprenden mientas construyen el contexto.

Justificación desde la neurociencia

El gran distintivo de la humanidad como especie estriba en su capacidad cognitiva y en la posibilidad de desarrollar el cerebro y la mente. La especie humana ha entendido que su fortaleza radica en la gran aptitud para aprender y en el desarrollo de la inteligencia para adaptarse. Para potenciar las facultades cognitivas y mentales ha generado el concepto "educación", que se transforma a través de los años, y que, recientemente, vive una transformación exponencial por los avances y las necesidades del mundo de hoy.

Los avances tecnológicos de los últimos 30 años han favorecido el conocimiento que actualmente tenemos del cerebro. En el año 2007, la doctora Tracey Tokuhama reunió a un grupo de expertos en neurociencia, psicología y educación para lograr un consenso con fundamento científico y enriquecer el conocimiento sobre los recientes avances en neurociencia y aprendizaje; a este grupo se le denomino el Panel Delphi. Como resultado de este trabajo, publicado por OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) en el mismo año, revisado y actualizado en el año

2017 y el 2020, el Panel Delphi determina 6 principios universales sobre el cerebro, la mente y el aprendizaje que se utilizarán en este capítulo como conectores entre la experiencia educativa compartida y la fundamentación neurocientífica que la avala.

1. Singularidad del cerebro

Hace unos años, asumir que el aprendizaje, el comportamiento y los rasgos de personalidad podían manejarse bajo estándares predeterminados tenía sentido. El doctor Todd Rose, en su libro *Se acabó el promedio*, explica cómo las personas se han dedicado a diseñar desde ropa hasta sistemas de educación para "la persona promedio" que en realidad no existe; incluso explica cómo nuestra personalidad varía según el contexto en el que estemos. Es cierto que todos los bebés nacen con la capacidad de aprender y sentir y que la influencia inicial más importante en el desarrollo cerebral es la genética; sin embargo, los cerebros humanos son únicos. Si bien su estructura básica es la misma, no hay dos cerebros idénticos. Las nuevas tecnologías permiten ver las singularidades entre cerebros. «Las diferencias entre una persona y otra se producen en los distintos niveles de la arquitectura del órgano, increíblemente compleja. Estas diferencias dan lugar a variaciones en la forma cómo pensamos, aprendemos y nos comportamos» Rose (2017).

Respetar estas distinciones permiten que el potencial de los estudiantes florezca. Este conocimiento es el propulsor de transformación educativa a nivel mundial. Estamos empezando la etapa de crear conciencia y lograr cambiar paradigmas. Se requiere darles permiso a los educadores para ser aprendices y reinventarse, así como para trabajar con las familias para que comprendan el valor de la singularidad en los procesos de aprendizaje. Niños pequeños logran apreciar los aportes de otros, participan con libertad y seguridad, evidenciando un contexto que respeta y valora la diversidad. El trabajo en subgrupos más pequeños donde el docente rota o trabaja con un grupo particular, enaltece esta singularidad. Docentes y estudiantes saben que su cerebro es tan único como su cara, no solo genéticamente, sino por la fusión de la biología y la experiencia.

CAPÍTULO 2

CROQUETA, ENTRE LA TRADICIÓN Y LA VANGUARDIA

Chema Lázaro

¿De verdad no te gustan las croquetas? Imposible; ¡es algo que a todo el mundo le gusta! Las preguntas que nos surgen son: de qué tipo, de qué origen, a qué hora, con qué melosidad… pero unas buenas croquetas son dignas de los grandes comensales. Y es así como surge uno de los grandes debates entorno a la etapa de educación infantil, contestar qué es lo importante en el desarrollo del menor frente a los contenidos suministrados por la ley; en qué momento es mejor hacerlo, qué intensidad debemos ejercer sobre aquellos aspectos elegidos o cuál es la mejor metodología para poder hacerlo. Pero quizás la pregunta que más nos atormenta es cómo romper con la inercia de la opinión para transitar por el camino de la evidencia, donde podamos recoger datos y analizarlos para, posteriormente, emitir juicios y tomar las mejores decisiones.

Para ello es fundamental hacer una selección y contextualización de las claves del neurodesarrollo en la etapa de educación infantil, del trabajo sobre el procesamiento del lenguaje, de la memoria, la atención, las praxias o el procesamiento matemático entre otros. Con toda esta información se puede llevar a cabo una priorización de acciones que nos permitirán decidir sobre los aspectos a desarrollar, graduándolos entre los tres, cuatro y cinco años; es decir, podremos tener objetivos globales de etapa, entendiendo el desarrollo del alumnado como un continuo. De esta manera, se podrá seleccionar el mejor marco metodológico que nos ayude a dar énfasis a nuestra propuesta, para finalizar con un maridaje de concreción curricular con actividades que nos ayuden a medir y a evaluar el desarrollo y la adquisición de los aspectos a desarrollar. Estamos ante una etapa global y globalizadora y las propuestas no pueden caminar por senderos diferentes.

Descripción de la experiencia

Nos encontramos ante un proyecto desarrollado íntegramente para el segundo ciclo de la etapa de educación infantil, tres, cuatro y cinco años, bajo el paraguas legislativo de la LOE 2/2006, diseñado y ejecutado por la editorial Edelvives a partir del curso 2019/2020. Un proyecto que abarca toda tipología de centros posibles (públicos, concertados y privados) y donde su público objetivo es alumnado heterogéneo de cualquier perfil socioeconómico; por ello, la contextualización por parte del profesorado en este tipo de proyectos es tremendamente relevante.

Croqueta trabaja a través de ocho áreas que le permiten asentar las bases conceptuales de la propuesta didáctica y enfatizar sobre los procesos cognitivos más relevantes que tienen lugar en la etapa de educación infantil y, por tanto, sobre los que debemos poner un mayor énfasis a la hora de diseñar las actividades: procesamiento de la información, praxias, atención, memoria, funciones ejecutivas, procesamiento matemático, inteligencia emocional y desarrollo del pensamiento creativo.

Figura 1. Procesos cognitivos en Educación Infantil Edelvives (2018).

Nos encontramos con un proyecto globalizado que pretende dar respuesta a la necesidad de generar un marco metodológico que integre la heterogeneidad del alumnado y ponga en el centro de la experiencia de aprendizaje los intereses de quienes las van a ejecutar, e integrarlo con las principales áreas del desarrollo.

La propuesta consta de cuatro materiales a través de los cuales el alumno viaja por su proceso de aprendizaje, donde la unidad de aprendizaje

y el diario de creatividad articulan la globalidad de la propuesta y dan concreción a los contenidos seleccionados. Por otro lado, el *libro rol* ayuda a los pequeños a poder buscar la información de las diferentes misiones y, por último, unos cuentos que permiten un trabajo explícito de las emociones con la ayuda de las mascotas del proyecto.

La unidad didáctica mantiene una estructura acorde a la construcción de las memorias significativas, además de ir acompañada de una estructura gamificada donde las misiones y los retos nos permiten mantener no solo la atención, sino conseguir una motivación de logro durante la ejecución trimestral para la que ha sido planificada. Las unidades comienzan con la llamada a la aventura, donde el alumnado es introducido al juego a través de un sobre sorpresa que le proporcionará las claves de la misión y los elementos necesarios para poder resolverla (lupas, mapas, carnés...). Hoy en día, sabemos la importancia de construir nuevos aprendizajes sobre los que ya se tienen; por este motivo, la segunda lámina va encaminada a la activación de los conocimientos ya adquiridos. En este momento, se les pregunta sobre ideas previas entorno a lo que ha podido ocurrir o posibles soluciones que se les plantean en caliente para poder resolver los casos. Cuando en las propuestas conseguimos factores de personalización, sin duda ganamos en el *engagement* del alumnado; así, la siguiente lámina busca la consolidación del rol en la misión, donde los pequeños personalizan su *avatar* para dar comienzo a una experiencia épica de aprendizaje. Después, la unidad se convierte en un ir y venir sobre los materiales, donde cualquier pequeño detalle es susceptible de contener altas dosis de información que les ayude a la resolución de las misiones, ya que cada unidad está compuesta por una misión que se completa en tres retos. Al dividir la misión, conseguimos mantener el *flow* del aprendizaje, ya que tenemos una constante renovación de estímulos y no hay nada mejor para la motivación intrínseca que conseguir resolver un reto previamente planteado.

Con la misión ya arrancada es tiempo de construir el aprendizaje. Para ello trabajamos todos y cada uno de los contenidos exigidos por la ley desde el contexto de la narrativa, es decir, las actividades estás íntimamente relacionadas con la misión y así no salir nunca del mundo mágico que hemos creado para la ocasión. Además siendo consciente de la importancia que tiene la implicación de todos los tipos de memorias en las construcciones de los aprendizaje, el método plantea desde el libro del profesor una construcción de los mismos a través de materiales manipulativos y actividades sensoriales; es decir, un sin fin de momentos donde a través de la asamblea

o cualquier otro tipo de cooperación se comparten los hallazgos de las misiones para, finalmente, con las certezas ya establecidas pasamos a dejar evidencia de lo aprendido en las láminas de consolidación. En estas láminas, a modo de porfolio de aprendizaje, se puede ver cómo cada pequeño aventurero ha conseguido destrizar las claves de los retos establecidos.

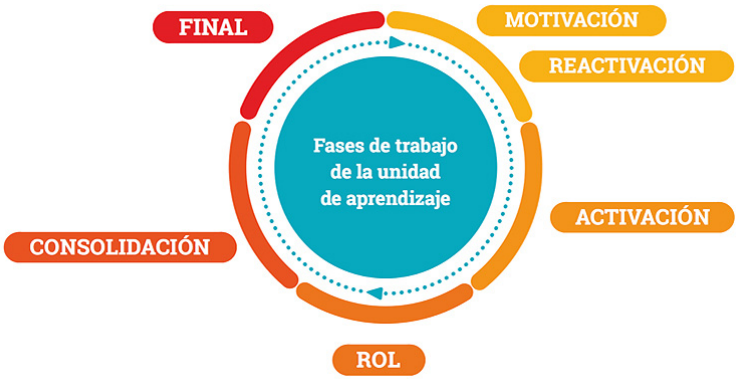

Figura 2. Fases de la unidad de aprendizaje Edelvives (2018).

Otra de las líneas estratégicas del material es desarrollar el pensamiento creativo, con la firme premisa que si conseguimos sistematizar en un material las diferentes fases de la creatividad, conseguiremos fomentar una cultura diferente en nuestros aventureros, donde no solo se expresen, sino que además consigan dar respuesta a los problemas planteados de una manera creativa. Al igual que la unidad, el diario se articula bajo una secuencia, donde a través de materiales muy coloridos y con variación de texturas, formas y olores, se le plantea al alumno un problema inicial en el que deben explorar las posibles ideas de modo individual y colectivo, como hacen los creativos. Posteriormente, trabajarán en una fase de convergencia donde desarrollarán diferentes láminas de producción que desencadenan en una última acción llamada reflexión, donde se busca compartir y verbalizar las fases del pensamiento por las que el alumnado ha pasado y mostrar los diferentes productos finales resultantes del trabajo realizado.

Figura 3. Fases del Diario de Creatividad Edelvives (2018).

CAPÍTULO 2

POR AMOR A LA FÍSICA: DE SECUNDARIA A LA VIDA

Jesús C. Guillén

Los dos grandes misterios de la naturaleza son el cerebro y el universo. El primero, el cerebro, protagonista activo de este libro al ser el órgano responsable del aprendizaje, nos permite analizar el segundo, el universo, vinculando nuestro mundo interno de los pensamientos con la realidad externa de los objetos físicos. Todo ello gracias a una cantidad enorme y compleja de conexiones entre neuronas, solo comparable al número de estrellas existentes en nuestra galaxia, que posibilitan la comprensión del complejo mundo que habitamos. Y es la física, la disciplina científica que nos ha permitido vincular los mundos microscópico y macroscópico, tan fascinantes como diferentes, generando la tecnología adecuada para observar el universo más lejano, pero también para analizar el comportamiento del cerebro humano en vivo cuando observamos, pensamos, sentimos, creamos, soñamos… ¿No es maravilloso conocer los fascinantes entresijos de nuestros universos internos y externos?

La física, en particular, y la ciencia, en general, lo impregnan todo por lo que, hoy, más que nunca, el conocimiento científico y tecnológico son imprescindibles para adaptarnos de forma adecuada a la realidad social que vivimos. Todo ello tiene múltiples implicaciones educativas que vale la pena vivir y disfrutar.

Descripción de la experiencia

En la siguiente experiencia analizaremos algunas tareas que se llevaron a cabo en proyectos de física en la ESO (Educación Secundaria Obligatoria)

en un centro de educación concertado de Barcelona en los años 2013 y 2014. Como todas las experiencias expuestas y discutidas en este libro, su aplicación va más allá de la ESO, puesto que convenientemente adaptada se puede usar en todos los niveles y materias, desde primaria hasta la formación de adultos, especialmente, pero no únicamente en lo que se refiere a las competencias sociales y emocionales.

Uno de los objetivos básicos que nos planteamos (siempre en plural porque en la planificación educativa participábamos varios docentes) era acercar la ciencia cotidiana a los estudiantes, poco interesados por estas cuestiones, y contagiarles nuestra pasión por la misma. O dicho de manera más formal, queríamos introducir la física desde una perspectiva ciencia-tecnología-sociedad, incidiendo especialmente en la importancia de trabajar competencias sociales y emocionales básicas en los tiempos actuales (trabajo cooperativo, empatía, pensamiento creativo, compromiso cívico, etc.) que van más allá del aprendizaje de contenidos conceptuales concretos y del exceso de formalismo. En general, todo ello requería, inicialmente, explicar muy bien a las familias el enfoque utilizado. Pero también a nuestro alumnado, por lo que era prioritario realizar dinámicas de grupo que facilitaran el vínculo entre los estudiantes y un entorno de aprendizaje emocionalmente positivo en los primeros días de curso.

En esta fase inicial también desarrollamos tareas sencillas sobre el funcionamiento del cerebro en las que utilizábamos simulaciones, vídeos, recreaciones teatrales y debates sobre casos reales con el objetivo principal de transmitir a nuestro alumnado la idea de cambio vinculada a la neuroplasticidad cerebral que nos hace aprender siempre según nuestras necesidades individuales. Porque era común encontramos con estudiantes desmotivados y con expectativas negativas sobre su capacidad. De ahí la importancia de utilizar un enfoque de enseñanza activo con estrategias diferentes según la secuencia o unidad didáctica trabajada.

Analicemos, brevemente, el procedimiento seguido en una secuencia didáctica concreta sobre fluidos en equilibrio en la que el principio de Arquímedes era el protagonista principal. En la fase inicial, planteamos a los estudiantes cuáles eran los objetivos de aprendizaje durante la secuencia didáctica y los criterios de éxito para alcanzarlos. Explicitamos la forma de trabajar durante los días o semanas siguientes, haciendo especial hincapié en un diario de clase que utilizarían para reflexionar sobre lo aprendido, planteándose en los últimos minutos de cada clase preguntas del tipo: ¿Qué he aprendido? ¿Cómo lo he aprendido? ¿Qué entendí bien? ¿Qué no acabo

de entender?, etcétera. En la plataforma *online* Moodle había un foro específico en el que se compartían y debatían estas cuestiones.

Creamos un vídeo corto que los estudiantes tenían que ver antes de comenzar la unidad propiamente dicha. En el vídeo se relataba la vida de Arquímedes, junto a su famoso *Eureka*, y luego se relacionaba esa información con el desplazamiento y la flotabilidad de barcos y submarinos en aguas abiertas con algún ejemplo concreto de hundimiento, como en el caso del famoso Titanic. En el mismo vídeo se integraban preguntas de opción múltiple (mediante la plataforma EduCanon; actualmente utilizamos Edpuzzle) vinculadas a conocimientos generales sobre fluidos, y las magnitudes físicas asociadas, del tipo: ¿Existen materiales más pesados que otros? ¿Por qué crees que te duelen los oídos cuanto más te sumerges en la playa? ¿Qué podrías hacer para flotar en el agua?, etc. Estas reflexiones las continuábamos en clase y nos permitían identificar los conocimientos previos del alumnado. Generábamos una lluvia de ideas y el debate inicial lo guiábamos a través del análisis de ejemplos concretos o de preguntas específicas que nos permitían introducir y diferenciar magnitudes físicas que iban a aparecer en el desarrollo de la unidad, como fuerza, presión o densidad. Por ejemplo, intentamos clavar en un mural una chincheta por un lado y, por otro, comparamos la flotabilidad de distintos materiales en el agua y experimentamos con distintos tipos de globos.

O planteamos preguntas del tipo: ¿Cómo podríamos usar una tabla de faquir sin hacernos daño? ¿Flotaría un barco en una piscina de grandes dimensiones? ¿Pesa el aire?, etc. Todo esto se trabajaba en grupos de cuatro estudiantes utilizando con frecuencia la estrategia cooperativa 1-2-4 que consiste en que el profesorado plantea un problema y dentro de cada equipo, al principio, cada estudiante reflexiona de forma individual y anota su respuesta. Luego se produce el intercambio con un compañero y ambos analizan sus respuestas conjuntamente. Finalmente, todo el equipo comparte las respuestas y analiza cuál de ellas es la óptima. Normalmente, los retos o preguntas suscitadas se repartían entre los diferentes grupos de trabajo y se hacía la correspondiente puesta en común que podía darse en el mismo contexto del aula o incluso de forma *online*.

Después de estos días iniciales, los estudiantes, por parejas, probaron un *applet* (simulación que utiliza el lenguaje de programación Java) sobre el principio de Arquímedes, que mostraba los valores numéricos de las variables que se pueden medir al sumergir un objeto en un líquido (empuje, peso aparente, etc.) pudiéndose modificar los mismos. Una vez analizada

la simulación, el reto consistía en realizar en el laboratorio una práctica similar con una serie de materiales suministrados (dinamómetros, probetas graduadas y otros) cuyo uso ya conocían. Les entregamos un guion orientativo que, además, les permitía reflexionar con su compañera o compañero sobre lo que estaban haciendo, para después hacer una puesta en común.

Después del trabajo en el laboratorio, les compartimos a los estudiantes un documento que debían leer en casa en el que se introducían de manera formal las diferentes magnitudes físicas y los principios físicos subyacentes (en nuestro caso, los principios de Pascal y el de Arquímedes, en especial), relacionándose los contenidos teóricos con la gran mayoría de situaciones y casos prácticos que habíamos estudiado los días anteriores. Tras la lectura del documento, en clase se analizó alguna cuestión de especial interés y formulamos una serie de preguntas específicamente elegidas, que primero respondían de forma individual y luego discutían con otro compañero o compañera que hubiera contestado de forma diferente. Había preguntas concretas de aplicación sencilla, pero también otras que requerían profundizar más en los contenidos trabajados. Por ejemplo, en lo referente al principio de Arquímedes:

> «Imagina que el hielo que flota en el polo norte se derrite como consecuencia del cambio climático. ¿Cómo será el nivel medio del mar mediterráneo en Barcelona con respecto al nivel original cuando el hielo no se había derretido? ¿Se elevará, decrecerá o se mantendrá igual?»

Tras la discusión en parejas, los propios estudiantes o el profesorado hacían las aclaraciones pertinentes y se pasaba a las siguientes preguntas, continuándose el proceso de aprendizaje.

Después de uno o dos días realizando este trabajo cooperativo, comenzamos una clase mostrando un montaje llamado "El diablillo de Descartes", que suele presentarse como un pequeño truco de magia. Se coloca un pequeño objeto (el diablillo) en una botella de plástico llena de agua y el *mago* da a entender que cuando le dice "baja", el diablillo bajará, y que cuando le diga "sube", el diablillo obedecerá. El truco consiste en coger la botella con una mano presionando sobre las paredes para alterar así el estado de flotabilidad (ver Figura 1). Tras esta sorpresa inicial, se les entregó a los estudiantes un documento con preguntas guía sobre las que tenían que reflexionar y se les pidió que crearan su propio diablillo de Descartes, en grupo, con el material presente en el laboratorio.

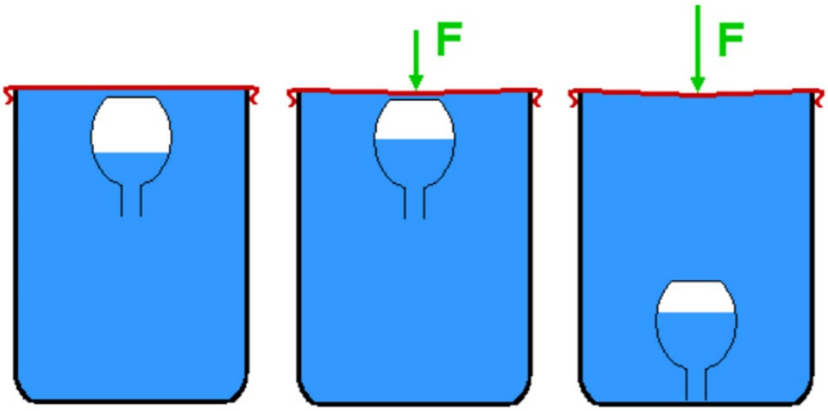

Figura 1. Representación esquemática del diablillo de Descartes: 1) El globo o diablillo se encuentra en la parte superior del recipiente con un nivel medio de agua. 2) Aplicamos una fuerza F en el recipiente, el aire se comprime y el nivel de agua sube en el globo. 3) Al haber más agua en el globo cae por su mayor peso. Cuando cesa la fuerza el globo vuelve su anterior nivel de agua y sube.

En la fase final de la unidad didáctica, los estudiantes tuvieron que compartir lo que habían estado trabajando, tanto de forma presencial, como *online*, a través de Moodle. Por un lado, a nivel individual, fueron desarrollando el diario de clase. Y, por otro, a nivel grupal, se les pidió que eligieran una forma de comunicar todo lo aprendido sobre el principio de Arquímedes. Esta presentación se hizo a estudiantes de primaria, los cuales dieron su *feedback* a través de vídeos cortos en los que manifestaban su grado de comprensión sobre el tema expuesto, identificando los aspectos positivos de la presentación y aquellos otros que, en su opinión, pudieran mejorarse. El formato de presentación que eligió nuestro alumnado fue diverso: presentación audiovisual, explicación teórica, montaje práctico…, hasta incluso una recreación teatral.

La evaluación del aprendizaje se basó, esencialmente, en la autoevaluación del estudiante y en el *feedback* suministrado por los compañeros de grupo y el resto de la clase. El grado de satisfacción por parte del alumnado y del profesorado tras la experiencia fue alto pudiendo alcanzarse gran parte de los objetivos de aprendizaje inicialmente identificados. Las valoraciones de los propios estudiantes nos sirvieron para mejorar algunos de los planteamientos utilizados en las sucesivas secuencias didácticas.

A diferencia de lo que se creía años atrás, nuestro cerebro está cambiando continuamente, tanto a nivel funcional como estructural. Esta gran plasticidad nos permite aprender durante toda la vida y ello constituye un elemento motivacional indispensable y una auténtica puerta abierta a la esperanza, en especial para aquellos estudiantes que presentan déficits de aprendizaje. Cuando enseñamos a nuestro alumnado que el cerebro es plástico, que somos capaces de generar nuevas neuronas o que la inteligencia es maleable, fomentamos una mentalidad de crecimiento en el aula que está muy alejada de pensamientos deterministas asociados a la genética. Las investigaciones demuestran que este tipo de creencias, en concreto las expectativas positivas sobre la propia capacidad, tienen una gran incidencia en el rendimiento académico del alumnado y se pueden promover generando entornos de aprendizaje en los que los estudiantes se sienten seguros, en donde se asume con naturalidad el error, elogiándolos por el esfuerzo y no por la capacidad, o generando expectativas positivas sobre su rendimiento. Y es que, efectivamente, el ingrediente fundamental de un proceso eficiente de enseñanza y aprendizaje es la emoción.

Los metaanálisis revelan, especialmente en etapas educativas superiores en las que está integrado el enfoque STEM (del inglés, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), que las metodologías que promueven un compromiso activo del estudiante tienen más éxito, independientemente de la disciplina en las que se utilicen. En la práctica, ello conlleva, por ejemplo, suscitar el interés del alumnado vinculando la enseñanza a la realidad, suministrar retos adecuados, generar estrategias en el aula que conviertan al estudiante en un protagonista activo del aprendizaje fomentando la reflexión, asumir un proceso constructivista del mismo que tenga en cuenta sus conocimientos previos, utilizar la evaluación formativa o fomentar la cooperación. Como dice el prestigioso neurocientífico Stanislas Dehaene (2019): «Todas las soluciones son buenas, siempre y cuando inciten a renunciar al apoltronamiento, a la cómoda e improductiva pasividad». Por eso es tan relevante un aprendizaje vivencial que permita al estudiante meterse de lleno en tareas desconocidas antes de que se las enseñemos. Todo lo que requiere esfuerzo cognitivo tiene un impacto positivo sobre el aprendizaje.

Analicemos más específicamente algunas de las cuestiones antes mencionadas. Identificar los conocimientos previos resulta muy importante

TERCERA PARTE
UNIVERSIDAD Y FORMACIÓN PROFESIONAL

CAPÍTULO 1

SACAR PROVECHO DEL ESTRÉS (PERO CON MUCHO CUIDADO)

David Bueno

El estrés es una reacción fisiológica del cuerpo y del cerebro que se desencadena ante una situación que se percibe como una amenaza. Se suele decir que el estrés es perjudicial para los aprendizajes, lo que suele ser cierto, pero es una afirmación que hay que matizar. En algunas ocasiones, parece ser que dosis moderadas y muy bien administradas de estrés pueden ayudar a activar la atención. Es algo que de forma intuitiva realizamos muchos profesionales de la educación, en cualquier nivel educativo. Cuando entramos en el aula, normalmente hacemos algunos gestos impostados o decimos algunas palabras en un tono de voz más alto de lo que es habitual para llamar la atención de nuestros alumnos. Por supuesto, si están distraídos y no realizamos alguna de estas acciones tardarán más en darse cuenta de que hemos entrado en el aula, pero, además, a través de estas operaciones activamos sus sistemas atencionales.

En este capítulo se presenta una experiencia llevada a cabo en estudiantes universitarios dentro de un proyecto de innovación educativa que incluye, entre otros factores, dosis concretas de estrés, pero las conclusiones son aplicables a cualquier nivel educativo, adaptándolas a cada edad. El hecho de que forme parte de un proyecto de innovación educativa implica que se dispone de resultados estadísticos al respecto, lo que permite comprobar hasta qué punto dosis moderadas y bien administradas de estrés

pueden ayudar a focalizar la atención y, por consiguiente, a fijar los aprendizajes. Uno de los focos principales lo vamos a situar en el papel que juegan los exámenes (o controles o pruebas, como prefiramos llamarlos), puesto que suelen provocar reacciones de estrés en algunos o en muchos estudiantes.

Descripción de la experiencia

Esta experiencia se realizó con los alumnos de la asignatura de Genética Molecular de los grados de Biología, Bioquímica, Biotecnología y Ciencias Biomédicas, en la Facultad de Biología de la Universitat de Barcelona, durante el curso académico 2012-2013. En ella participó todo el equipo de profesores de dicha asignatura, del que por aquel entonces formaba parte el autor de este capítulo. Esta asignatura se imparte durante el primer semestre del segundo curso de dichos grados, es obligatoria y cada año la cursan unos 250 estudiantes. Cuenta con una importante parte práctica, consistente en un trabajo intensivo en el laboratorio de 3 o 4 horas diarias durante cinco días consecutivos, entre los meses de octubre y diciembre. Los grupos clase constan de una veintena de alumnos que trabajan por parejas, con el asesoramiento, la guía y la ayuda de dos profesores. Durante este tiempo deben realizar el clonaje completo de un fragmento de ADN y proceder a su análisis.

Hasta el curso académico 2011-2012, la evaluación de las prácticas se realizaba atendiendo a dos factores complementarios: por un lado, la implicación de cada estudiante durante su realización, esto es, el interés y la dedicación mostrados; y por otro, una prueba tipo test con preguntas de respuesta múltiple (con cuatro posibles respuestas para cada pregunta) que se les pasaba con posterioridad, coincidiendo con el examen final (o prueba de síntesis, como se denomina actualmente) de la asignatura, a finales de enero o principios de febrero. A pesar de la gran implicación de los estudiantes durante las prácticas de laboratorio, los resultados de esta prueba no eran satisfactorios, puesto que el 50% del alumnado no la superaba. Ello no significaba en ningún caso suspender la asignatura, puesto que la mayoría sí aprobaba el examen final, pero implicaba una ligera disminución de la nota global de la asignatura que además no se correspondía con su interés e implicación activa. El principal motivo de estos resultados es que los alumnos dejaban muchas preguntas en blanco, sin respuesta.

Con la implementación del plan de Bolonia en los grados de la Facultad de Biología, que implicaba la necesidad de realizar una evaluación continuada, surgió el reto de cambiar el sistema de evaluación de las prácticas de esta asignatura. Para ello, aprovechando una convocatoria de innovación docente de la oficina de Investigación, innovación y mejora de la docencia y el aprendizaje de la Universitat de Barcelona (RIMDA, por *Recerca, innovación i millora de la docencia i l'aprenentatge*), se puso a punto un sistema de "Clickers" recientemente adquirido por la Facultad. Los Clicker, o Sistema Inalámbrico de Respuesta, son un método interactivo de votación en el cual la audiencia, en este caso los estudiantes, pueden responder a cuestiones planteadas por el ponente o el profesor, que las recoge de manera inmediata. Las respuestas pueden ser anónimas o alternativamente ir asignadas a cada participante, lo que permite su uso como sistema de evaluación. Se asemeja a un mando a distancia y funciona de la misma manera. Sería el equivalente de hace una década del Kahoot actual, una plataforma gratuita que permite la creación de cuestionarios de evaluación.

La idea de esta experiencia, cuyo objetivo principal era mejorar el aprendizaje de los conceptos y procedimientos abordados durante las prácticas y evaluarlos en tiempo real, era utilizar los Clickers durante la última sesión como sistema de evaluación. Para ello se diseñó una batería de preguntas tipo test, con cuatro opciones cada pregunta de las cuales solo una era correcta, que se iban proyectando sobre una pantalla durante un tiempo restringido, durante el cual los alumnos debían responder pulsando los botones adecuados del Clicker. En principio, la novedad resultaba estimulante tanto para los alumnos como para los profesores, al mismo tiempo que permitía mantener la tipología de las preguntas que tradicionalmente se habían venido usando. Y se ajustaba mejor al concepto de evaluación continuada, puesto que se realizaba justo al terminar el período de prácticas, no un par de meses después. Además, se consideró que el estrés que podía generar (cualquier prueba genera siempre un cierto estrés en la mayor parte de alumnos) sería estimulante y activador. Por otro lado, junto con este sistema de evaluación se mantuvo la valoración de la implicación, el interés y la dedicación mostrados por cada estudiante.

Los primeros grupos de prácticas con los que se realizó esta experiencia fueron los del grado de Bioquímica, que por aquel entonces impartía el autor de este capítulo (de hecho, fue el último curso en que los impartió, puesto que al siguiente inició una nueva asignatura). Tras la experiencia se pasó una encuesta a los alumnos, para ver cuál había sido su percepción.

Cabe decir que las calificaciones fueron claramente superiores a lo que tradicionalmente se venía observando, posiblemente por la inmediatez en que se había realizado la prueba. En las encuestas, los alumnos se mostraron muy satisfechos con las prácticas en sí y también con la labor de los docentes, como era ya habitual en esta asignatura. Sin embargo, las respuestas de los alumnos al uso de Clickers o, mejor dicho, a algunos aspectos de cómo se habían usado, no fueron especialmente buenas.

Muchos se quejaron del estrés que les había generado, especialmente el hecho de tener un tiempo de respuesta limitado para cada pregunta y de que este fuese, según su percepción, excesivamente escaso. Algunos de los comentarios que dejaron por escrito así lo reflejan. Mientras que las valoraciones más habituales que los estudiantes plasmaron en las encuestas sobre el contenido de las prácticas y la labor docente eran, en su mayoría, muy positivas: «Muy útiles y entretenidas»; «Divertidas e interesantes»; «Muy útiles e interesantes»; «Interesantes y muy instructivas»; «Muy buenos docentes»; «Motivadoras», etcétera, no lo fueron los relativos al uso de los Clickers: «Los clickers son un estrés»; «No al uso de Clickers»; «Los Clickers no molan, necesitamos más tiempo»; «Más tiempo para responder a las preguntas», etcétera.

A partir de estos comentarios, que fueron examinados rápidamente, se introdujeron algunas modificaciones en el resto de los grupos pertenecientes a los otros tres grados donde se imparte esta asignatura. Así, se mantuvo el uso de los Clickers con las mismas preguntas, pero se duplicó y en algunas preguntas que requerían de algún cálculo sencillo incluso se triplicó el tiempo asignado para las respuestas. Este cambio propició que las calificaciones mejoraran todavía más, lo que sin duda es un aspecto positivo, pero sin embargo los resultados cualitativos de las encuestas no fueron significativamente diferentes: «No examen con Clikers»; «Mejorar el uso de Clickers»; «Los Clickers son un horror»; etcétera. Todos estos comentarios son literales y se encuentran recogidos en el informe que se generó a partir de esta experiencia de innovación docente, únicamente han sido traducidos del catalán (http://mid.ub.edu/opid/content/implantació-d'un-sistema-d'avaluació-continuada-de-les-pràctiques-de-l'assignatura-genètica).

Aunque los resultados numéricos fueron buenos, la percepción de los estudiantes no fue satisfactoria. Así, parece ser que los principales factores de estrés que hicieron que la experiencia no fuese todo lo exitosa que se pretendía fueron el tiempo de respuesta asignado a cada pregunta y el hecho de que los resultados formasen parte de la evaluación, con una nota

CAPÍTULO 2

¿SE PUEDE TRANSFORMAR LA PERCEPCIÓN QUE TIENEN LOS ESTUDIANTES DE SÍ MISMOS A TRAVÉS DE LA NEUROCIENCIA?

Marcel Ruiz

Una de las potencialidades de la neurociencia aplicada a la educación es la posible capacidad de transformar creencias acerca de cómo aprendemos. Las creencias, también llamadas teorías implícitas, son constructos de nuestra psique que determinan cómo entendemos el mundo. Provienen de la experiencia que acumulamos a lo largo de nuestras vidas, es decir, de los estímulos externos –ambientales– a los cuales nos vemos sometidos en nuestro entorno. El aprendizaje, como otras cosas, también lleva asociado en las personas toda una serie de creencias, y esto determina la forma que tenemos de percibirnos a nosotros mismos –lo que se conoce como autoconcepto–, en este caso frente a cómo aprendemos. Una de estas teorías implícitas, que está arraigada en gran medida en muchas sociedades, es el hecho de que la inteligencia –vamos a llamarle así de modo genérico– es invariable, y viene determinada por las capacidades heredadas que tenemos al nacer. A esto se lo conoce como *mentalidad fija*, en contraposición a la *mentalidad de crecimiento*, donde una persona cree que sus capacidades cognitivas –su inteligencia– pueden mejorar. En neuroeducación, muchas veces llamamos *neuromitos* a este conjunto de "falsas" creencias acerca del aprendizaje y de cómo funciona el cerebro.

Carol Dweck, en Stanford, ha estudiado en profundidad la existencia y la transformación de esta mentalidad fija en mentalidad de crecimiento. Ella asegura que en las personas los dos tipos de pensamiento se dan a la vez, en unas ocasiones uno y en otras otro, y que, si los alumnos permanecen más tiempo con una mentalidad de crecimiento, cosechan mejores resultados académicos. Y lo más importante: esto se puede enseñar. A pesar de ello,

muchas veces se ha tratado de replicar sus resultados sin éxito, quedando la duda de si generar una mentalidad de crecimiento realmente mejora el aprendizaje, o al menos los resultados académicos de los estudiantes. Para transformar la mentalidad fija en mentalidad de crecimiento, Dweck –y otros investigadores en otros grupos de investigación– utilizan intervenciones didácticas en la que se argumenta a través de la neurociencia y otras evidencias la falsedad de que la inteligencia no puede mejorar, sino todo lo contrario.

Lo cierto es que efectivamente la "inteligencia" puede mejorar. Existen múltiples evidencias, por ejemplo, de que el coeficiente intelectual (CI), una manera muy consolidada, aunque reduccionista, de medir las capacidades cognitivas, se puede incrementar, y además de manera significativa, a lo largo de la vida de una persona. No es inusual que muchas personas, en algún momento de sus vidas, sientan que se han vuelto más inteligentes con el tiempo, y se comparen con épocas pasadas pensando "realmente antes no era capaces y ahora sí", porque la inteligencia tiene muchas dimensiones, y además tiene un fuerte componente de "habilidad".

En la experiencia presentada en este capítulo –el proyecto NeurAula–, se realizó una intervención durante la Semana de Concienciación del Cerebro, en marzo de 2018 –la *Brain Awareness Week*, como se conoce internacionalmente– con estudiantes de Formación Profesional, donde a través de ponencias de expertos, talleres y otras actividades basadas en neurociencia y aprendizaje se quería transformar la percepción que tenían los estudiantes de sí mismos, es decir, su autoconcepto, intentando proporcionar una alternativa a las creencias "falsas" acerca del aprendizaje que lleva asociado basadas en la evidencia.

Descripción de la experiencia

La intervención que se llevó a cabo contenía 4 charlas de expertos sobre distintos temas de Neurociencia y aprendizaje –desde una introducción a la neuroeducación a los niveles de organización funcional del cerebro, la neurobiología del aprendizaje, hasta los aspectos éticos de la experimentación en este campo o los trucos perceptivos de la Realidad Virtual (ver capítulo 3 de la Segunda parte)–, dos talleres de metacognición y estrategias de aprendizaje y otras actividades, como un juego de rol sobre aspectos éticos del *neuroenhancement* –mejora cognitiva y afectiva de las capacidades mentales en personas sanas (Figura 1)–.

Figura 1. Cartel del proyecto NeurAula (en catalán) durante la Semana de Concienciación del Cerebro. Los talleres de metacognición y estrategias de aprendizaje tuvieron lugar al finalizar esta semana.

El diseño experimental que se realizó fue la comparación de una clase del grado de laboratorio biomédico donde se llevó a cabo la intervención, con

un grupo control de nutrición deportiva. Para medir del impacto de la intervención, se usó un instrumento de pre- y post-validado (MSLQ) que mide variables de motivación y estrategias de aprendizaje, además de un cuestionario *ad-hoc* pasado *a posteriori* con una medida cuantitativa –escalas Likert– y cualitativa –preguntas abiertas, ítems de respuesta binaria– para que los alumnos evaluaran la propuesta. Además, en el grupo de la intervención se pasó otro cuestionario creado *ad-hoc*, 10 meses después del primero.

Un aspecto importante del proyecto fue también la creación de un blog donde se recogían las impresiones de grupos de alumnos tras cada charla, taller o actividad, para que dieran su opinión, lo evaluaran y expresaran cómo se habían sentido en estas actividades y qué habían significado para su aprendizaje, en el caso de que hubiera significado algo, claro.

Todo ello se analizó, y se espera que los resultados sean publicados próximamente en una revista especializada de investigación educativa. Lo cierto es que hubo resultados poco clasificadores en cuanto al instrumento de medida validado, pero los alumnos ciertamente se sintieron muy estimulados y motivados por el proyecto, y se espera llevar a cabo un estudio más completo en un futuro próximo con lo que se aprendió en esta experiencia.

JUSTIFICACIÓN DESDE LA NEUROCIENCIA

Como se comentaba, las creencias pertenecen a la psique, pero aún está por determinar el "lugar" que ocupan en el cerebro. Un ejemplo del interés que despierta la neurociencia que hay detrás este tipo de constructos mentales derivados de las actividades del ser humano en sociedad –neurociencia social– es un estudio que determinó que las creencias religiosas –estudiadas en este caso en una población de mormones– activaban un área cerebral concreta, el núcleo accumbens, que es un área con un gran contenido de neuronas dopaminérgicas, implicadas en el sistema de recompensa del cerebro, y la corteza prefrontal. Por lo tanto, las creencias en el aprendizaje deberían también estar "alojadas" en alguna parte del cerebro, en tanto que el cerebro sería el órgano del pensamiento y constructor de la psique.

El rol de corteza prefrontal y de la corteza parietal posterior en la evaluación de uno mismo han sido bien estudiadas en adolescentes y adultos. El campo de la neurociencia social describe claramente el concepto y la

CUARTA PARTE
FORMACIÓN DE FORMADORES, DE ADULTOS Y DE FAMILIA

CAPÍTULO 1

HERRAMIENTAS PARA LA ACCIÓN TUTORIAL EN EQUIPO Y GRUPOS IMPULSORES DE ACCIÓN TUTORIAL

David Bueno, Marta Portero y Anna Forés

Uno de los principios que rigen la actividad docente en todos los niveles educativos es la necesidad de personalizar los aprendizajes y las estrategias educativas en función de cada alumno, de la tipología de centro y del ambiente sociocultural donde se encuentra. Ello exige que todos los centros educativos y sus distintos equipos de trabajo, desde educación infantil hasta los estudios superiores y de formación de adultos, deban elaborar su propio plan de acción tutorial a partir del análisis de la realidad del entorno al que deben dar respuesta. La acción tutorial se puede definir como el conjunto de acciones educativas que contribuyen al desarrollo integral de los alumnos, potenciando sus capacidades básicas y orientándolos para conseguir una maduración y autonomía acordes con su edad y capacidades, ayudándolos a reflexionar para que puedan tomar sus propias decisiones con vistas a opciones posteriores, de acuerdo con sus necesidades, intereses y capacidades. En la experiencia que se expone en este capítulo se profundizó en la acción tutorial en equipo dentro del modelo competencial orientador impulsado por el Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya a partir del curso 2011-2012, uno de cuyos objetivos era favorecer las prácticas educativas de orientación como eje vertebrador de los proyectos educativos de centro. Dentro de este contexto general, los autores

de este capítulo trabajaron la integración de los equipos tutoriales de centros de educación secundaria a través de las aportaciones de la neurociencia al campo de la educación durante la adolescencia.

Descripción de la experiencia

Esta experiencia se realizó durante los cursos 2017-2018 y 2018-2019 por petición del *Servei d'Èxit Educatiu i Noves Oportunitats* de la *Subdirecció General de Transformació Educativa*, que depende de la *Direcció General d'Innovació, Recerca i Cultura Digital* del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya. Esta colaboración se enmarcó en un proyecto mucho más amplio de dicho servicio que se inició durante el curso 2011-2012, denominado modelo competencial orientador. El objetivo de este modelo era favorecer las prácticas educativas de orientación como eje vertebrador de los proyectos educativos de centro, e iba dirigido a equipos impulsores de centros de educación secundaria y bachillerato; es decir, a docentes de estos niveles académicos cuya función era trabajar, exportar e integrar este modelo a sus respectivos centros educativos. Consistió en la generación de diversas dinámicas que permitiesen integrar los principios de este modelo de acción tutorial con los conocimientos en neurociencia cognitiva relativos a la idiosincrasia general de los adolescentes.

A modo de resumen, el objetivo del modelo competencial orientador es facilitar recursos y herramientas a los centros para la mejora educativa, la personalización del aprendizaje, la igualdad y el acompañamiento al estudiante a través del plan de acción tutorial, para que dé respuesta a las necesidades del alumnado y a las demandadas de la sociedad actual y del mercado de trabajo, garantizando al máximo el éxito de dicho alumnado, respetando y favoreciendo el principio de igualdad de oportunidades. Puesto que la educación debe propiciar la adquisición de competencias básicas para la vida, la acción tutorial debe incluir todos los aspectos de orientación personal, entendida como la acción docente dirigida al desarrollo y a la maduración de la persona dentro de su entorno y en interacción con otras personas. Ello incluye la capacidad de autoconocimiento, el establecimiento de interacciones sociales sanas manteniendo relaciones positivas y respetuosas con otras personas, la capacidad para solucionar situaciones vitales de manera autónoma, saber trabajar en equipo, saber tomar decisiones, saber planificarse, aceptar la crítica y utilizarla de manera positiva, saber

CAPÍTULO 2

FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN EN NEUROEDUCACIÓN PARA PROFESORES UNIVERSITARIOS

David Bueno, Anna Forés y Marta Portero

Como se ha ido viendo a lo largo del libro, la neuroeducación es clave a cualquier edad. Ello incluye a los profesores universitarios y, todavía con más propiedad, a los formadores de formadores, a los profesionales implicados en la formación del profesorado, en cualquiera de sus niveles y vertientes profesionales. Si estos comprenden bien el funcionamiento básico del cerebro durante la adquisición de conocimientos, harán que sus enseñanzas puedan basarse en la evidencia científica, fomentando aprendizajes más adecuados y óptimos, lo que generará un efecto racimo en sus estudiantes. Muchas son las universidades que han empezado a apostar por dotar de conocimientos neurocientíficos a sus docentes en relación con la educación y los aprendizajes, con el objetivo de mejorar la enseñanza universitaria partiendo de estas premisas y principios básicos.

Cada propuesta formativa debe ser diferente y específica en base al número de horas, que en la experiencia que se describe en este capítulo ha ido de las 4 a las 80 horas de dedicación; de la modalidad de formación, desde el formato totalmente presencial hasta el online, pasando por el semipresencial; del hecho de ser un curso intensivo o con un diseño más repartido en el tiempo, con una aplicación práctica en el aula para su transferencia; y en la formación previa de los profesores a quienes va dedicado. En este capítulo vamos a hablar de la experiencia de formación en la Universitat de Barcelona para los profesores universitarios que han querido conocer los principios de la neuroeducación para implementarlos en sus aulas.

Descripción de la experiencia

Esta experiencia se inició el curso 2016-2017 en la Universitat de Barcelona, a partir de una petición expresa del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE, actualmente IDP-ICE, por Instituto de Desarrollo Profesional) para aportar a los docentes universitarios que lo deseen nociones básicas sobre las bases neurobiológicas de los procesos de aprendizaje. Desde entonces se ha ido repitiendo un par de veces cada curso, a grupos de unos 50 docentes de cualquier especialidad y rama del conocimiento, lo que ha generado una diversidad extremadamente enriquecedora durante las sesiones de discusión. Y, al mismo tiempo, ha supuesto una exigencia extra al profesorado, los autores de este capítulo, para generar un discurso y unos talleres que resultasen de nivel adecuado para todos los participantes.

Esta formación se ha utilizado, con las adaptaciones convenientes, en otras muchas Universidades, siempre a petición de estas, como por ejemplo en la Universitat Autónoma de Barcelona, la Universitat Pompeu Fabra, la Universitat Rovira y Virgili, la Universitat Politècnica de València, la Universitat Ramon Llull, la Universitat de Girona, etcétera, e incluso en universidades latinoamericanas, como la Universidad Ibero de México y la Villa María de Argentina, entre otras. Además de en otras instituciones académicas, como colegios profesionales de psicología, de psicomotricistas, etcétera. Más de 3000 profesionales ya han realizado esta formación en los últimos 3 años.

Dada la gran heterogeneidad de formatos, en este capítulo nos centraremos en la formación que se ofrece en la Universitat de Barcelona, para profesores de cualquier Facultad. Este curso brinda una triple mirada, tres visiones de un mismo proceso que se complementan de forma sinérgica para generar una comprensión global de los procesos de aprendizaje: la genética y la biológica (incluyendo la neurocientífica), la psicológica y la pedagógica. Desde las tres miradas se lleva a cabo un acercamiento a los estudios recientes en neurociencia cognitiva, pedagogía y neuroeducación sobre los factores que modulan los procesos de aprendizaje, con el objetivo de que el profesorado pueda incorporar este conocimiento en el diseño práctico y diario de sus metodologías docentes. Estos tres bloques, que se abordan en tres sesiones distintas consecutivas de cinco horas cada sesión, que en algunas ocasiones se imparten durante tres días seguidos y en otras en un día cada semana durante tres semanas consecutivas, corresponden a los tres bloques principales de contenido.

Bloque 1.
Bases biológicas y genéticas del cerebro como órgano que sustenta el aprendizaje. Se abordan temas como el desarrollo embrionario y fetal del cerebro, y los cambios que se producen durante toda la vida; su origen evolutivo, especialmente en lo referido a las regiones con mayor implicación en los procesos de aprendizaje como pueden ser el sistema límbico y la corteza prefrontal, entre otras; la plasticidad cerebral, que constituye la base celular de los aprendizajes; la genética y la heredabilidad de las capacidades cognitivas, las funciones mentales y los aspectos básicos del comportamiento; y la epigenética, esto es, la interacción de los genes y el ambiente en los procesos cognitivos.

Bloque 2.
Psicología fisiológica de los aprendizajes. Se tratan las bases biológicas de los principales factores que modulan los procesos de aprendizaje. En primer lugar, los factores cognitivos como son los procesos atencionales, la memoria de trabajo y la formación de la memoria a largo plazo. En segundo lugar, los factores socioemocionales, concretamente las bases neurobiológicas de las emociones y su relación con la memoria, los estados motivaciones y los factores sociales, es decir, la influencia de las relaciones interpersonales en el aprendizaje. Finalmente, se abordan los factores de regulación, centrándose en la regulación del aprendizaje, el autocontrol, la influencia de las creencias y cómo el docente puede regular el aprendizaje mediante sus metodologías de trabajo, la evaluación y el diseño del espacio.

Bloque 3.
Aplicaciones en pedagogía con sustento neurocientífico. Recoge los principios ya trabajados con anterioridad y se fundamenta en el diseño de prácticas neuroeducativas, esto es, de la neuroeducación llevada a las aulas universitarias. El objetivo de este tercer bloque es profundizar en los elementos a tener presentes para diseñar una práctica pedagógica basada desde la neuroeducación.

El curso termina con el diseño, por parte de cada uno de los participantes, de una propuesta neuroeducativa enmarcada en su ámbito académica, especialmente en alguna asignatura que ya esté impartiendo, que le permita visualizar la aplicación de todo lo tratado a su especialidad y que lo pueda llevar con facilidad a las aulas universitarias. Las valoraciones de