

Los exámenes como fuente de estrés. Cómo las evaluaciones pueden afectar el aprendizaje a través del estrés

Las situaciones estresantes como los exámenes pueden afectar el proceso de aprendizaje y la memoria de diferentes maneras. Sin embargo, cuando se requiere que los estudiantes analicen información nueva relevante para el examen y apliquen conocimientos a una situación nueva, tales evaluaciones pueden contribuir a reforzar las habilidades y consolidar la memoria.

Series:
IBRO/IBE-UNESCO Science of Learning Briefings

Author/s:

David Bueno

Chair of Neuroeducation UB-EDU1ST Section of Biomedical, Evolutionary and Developmental Genetics, Faculty of Biology, University of Barcelona, Spain

Theme/s:

Emociones y aprendizaje / Aprendizaje permanente eficaz / Calidad, equidad y relevancia de la educación y el aprendizaje

Este artículo forma parte de una serie de informes realizados por el autor para la International Bureau of Education de la UNESCO mediante una "Senior fellowship" concedida por la International Brain Research Organisation (IBRO). Este programa tiene como objetivo apoyar y acercar la investigación neurocientífica clave sobre el aprendizaje y el cerebro a educadores, responsables políticos y gobiernos. Traducido y publicado con permiso.

Resumen ejecutivo

- Los métodos de evaluación y examen tienen un impacto profundo en la forma en que los estudiantes estudian, lo que aprenden y la forma en que posteriormente usan los nuevos conocimientos, que van desde conocimientos principalmente conceptuales hasta las habilidades y destrezas, y desde el aprendizaje superficial hasta el aprendizaje profundo.
- Los exámenes y evaluaciones tradicionales pueden ejercer una presión estresante sobre los estudiantes que puede afectar tanto el proceso de aprendizaje como la formación de la memoria de diferentes maneras. Sin embargo, las respuestas al estrés dependen del temperamento de cada individuo, entre otros factores.
- Los efectos del estrés sobre la memoria dependen de la fase concreta del proceso de memoria, por ejemplo, la codificación, la consolidación o la recuperación, así como de la temporalidad del estrés con respecto a la actividad de aprendizaje o etapa del proceso de memoria.
- Habitualmente, la temporalidad de los exámenes con respecto a la fase de memoria o actividad de aprendizaje, hace que el estrés que tales evaluaciones pueden generar perjudique la consolidación de la memoria, haciendo menos efectivo el proceso de aprendizaje en general.
- Cuando el examen se combina con la adquisición de nuevos aprendizajes y conocimientos que se perciben como relevantes para la situación, o cuando el aprendizaje y las pruebas tienen lugar en el mismo contexto, la memoria no sufre los efectos dañinos del estrés. Estos métodos pueden contribuir a consolidar la memoria, haciendo que el proceso de aprendizaje sea más eficiente.

Introducción

Una de las principales cuestiones que se plantean en la educación es el papel de los exámenes, es decir, para qué sirven. Las evaluaciones se utilizan para verificar si un estudiante está calificado, aunque también se pueden usar por otras razones, por ejemplo, para monitorear el progreso y como una herramienta educativa para influir en el proceso de aprendizaje, incluida la consolidación de la memoria, por ejemplo, a través de la retroalimentación con los estudiantes. Las calificaciones de los exámenes se pueden utilizar como criterio de selección para determinar el acceso de los estudiantes a determinadas escuelas de formación profesional o estudios universitarios mediante una clasificación numérica que algunos pueden interpretar como un "punto final" educativo, si no se logra una calificación suficiente, aunque para otros puede servir de estímulo para seguir avanzando. La disposición temperamental hacia el estrés y la ansiedad puede contribuir a estas diferentes respuestas^[1], pero el método de examen utilizado, así como el llamado efecto de prueba, también pueden desempeñar un papel importante^[2,3].

El método de examen y la tipología de preguntas que se utilizan para evaluar los conocimientos de los estudiantes sobre un tema determinado también pueden tener un impacto considerable en cómo y cuándo los estudiantes estudian, qué aprenden y cómo utilizan posteriormente los nuevos conocimientos^[4]. Además, los exámenes oficiales, que dependen de la política educativa y la legislación de cada país o región, como los que permiten el acceso a estudios superiores (como las pruebas de ingreso a la universidad), pueden influir en la forma en que los profesores enseñan^[5] y, en consecuencia, en la forma en que los estudiantes estudian y aprenden. En pocas palabras, si una evaluación es principalmente una prueba de conocimientos conceptuales, se espera que los estudiantes aprendan, memoricen y recuerden hechos y detalles. En cambio, si una evaluación requiere la capacidad de interpretar, dar ejemplos, resumir, comparar, explicar, aplicar, analizar, evaluar o sintetizar, los estudiantes deberán centrarse más en las habilidades. Por supuesto, incluso si la evaluación es principalmente de conocimientos conceptuales, los estudiantes aún pueden aprender a interpretar, comparar, aplicar, analizar, etc., pero la tendencia será centrarse más en hechos y detalles para obtener la mejor calificación. Por el contrario, si la evaluación es principalmente de habilidades y destrezas, los estudiantes todavía tienen que aprender hechos y detalles (de lo contrario, no tendrán suficiente material para aplicar sus habilidades), pero tenderán a enfocarse más en estas habilidades. Lo mismo puede decirse de otros tipos de evaluación, incluidas las que combinan diferentes sistemas de examen. El uso de cualquier método específico o la combinación de diferentes métodos, es decir, exámenes basados en hechos o basados en habilidades, así como la forma precisa en la que están diseñados (ensayo, prueba de opción múltiple, examen de libros abiertos, etc.; véase a continuación una discusión sobre los métodos de examen) depende de diversos factores, como las políticas educativas, los centros educativos y los sistemas de enseñanza, y varía en todo el mundo.

Junto a estas consideraciones, los exámenes y evaluaciones pueden ejercer una presión estresante sobre los estudiantes. De

hecho, los eventos estresantes son bastante comunes en entornos educativos, tanto para estudiantes como para profesores. Sin embargo, el estrés puede tener un impacto adverso crítico en los procesos de aprendizaje y memoria^[6,7] y, llevado a un extremo en el que se vuelve crónico, también puede contribuir a algunos trastornos cerebrales como depresión mayor y trastorno por estrés postraumático^[8]. Se han realizado muchos estudios para aclarar los efectos del estrés en el aprendizaje y la memoria, tanto en humanos como animales modelo. Los efectos del estrés son complejos, produciendo tanto mejoras como deterioros en la memoria y el aprendizaje, así como en el control de las funciones ejecutivas, como son los sistemas atencionales, la memoria de trabajo, la inhibición (gestión emocional) y la flexibilidad cognitiva, entre otros^[9,10], en función del proceso cognitivo específico, la etapa de desarrollo del estudiante (desde la niñez hasta la edad adulta), el temperamento, etcétera^[6,11] (ver más adelante la discusión sobre estos temas).

Por lo tanto, aunque la evaluación es crucial para monitorear la efectividad tanto de la enseñanza como del aprendizaje y para verificar si un estudiante está calificado, al mismo tiempo, los métodos de evaluación dan forma a cómo los estudiantes enfocan el aprendizaje, cuánto aprenden y qué aprenden (es decir, el contenido)^[12,13]. En este contexto, el estrés generado por los exámenes y las evaluaciones puede afectar el proceso de aprendizaje desde "dentro", es decir, desde los mecanismos neuronales que vinculan las respuestas al estrés y el aprendizaje. En consecuencia, tanto los profesores como los estudiantes, los evaluadores, los diseñadores de planes de estudio, los responsables políticos, las instituciones y las administraciones se ven afectados, de alguna manera, por los métodos de evaluación y examen.

En este informe se discuten los efectos de los exámenes y las evaluaciones sobre las respuestas al estrés y, en consecuencia, sobre el proceso de aprendizaje. No pretende ser una revisión de los sistemas de evaluación actuales o de las políticas educativas en todo el mundo, que difieren sustancialmente según las políticas nacionales y regionales^[14], las tradiciones educativas, los recursos técnicos disponibles, etcétera, sino proporcionar ideas e hipótesis que puedan ayudar a repensar el papel que pueden desempeñar los exámenes y qué tipo de exámenes pueden cumplir mejor esta función, para informar a los gestores de políticas educativas y a los docentes, y para orientar la investigación futura en neurociencia educativa hacia el desarrollo y progreso en esta área. Para alcanzar este objetivo, este artículo resumirá, primero, cómo la tipología de exámenes puede influir en el aprendizaje y, a partir de ahí, considerará los efectos del estrés en la consolidación de la memoria y en las funciones ejecutivas en diferentes escenarios.

Cómo la tipología de exámenes puede influir en el aprendizaje: una descripción general

La evocación de la memoria, que es una actividad cognitiva crucial durante los exámenes, es un proceso activo que puede alterar el contenido y la accesibilidad de los recuerdos almacenados. Aunque este *efecto de prueba* a menudo se vuelve visible solo con el tiempo^[2,3], es de relevancia para la práctica educativa, ya que se ha demostrado que la recuperación de la memoria fomenta una mejor retención que el mero estudio^[3] (p. ej., el uso de tarjetas para estudiar, que dependen de la recuperación). Sin embargo, el estrés, que es una respuesta fisiológica ante una amenaza potencial y que es bastante común durante los exámenes y también durante el proceso de preparación de los mismo, también puede afectar el proceso de aprendizaje y la formación de la memoria de diferentes maneras^[6,7], lo que, a su vez, puede significar que las evaluaciones pueden producir efectos contradictorios en estos procesos.

Tradicionalmente se utilizan diversas formas de examen y evaluación, cada una de las cuales tiene características específicas que pueden influir en la enseñanza y el aprendizaje de diferentes maneras^[15]:

- Exámenes escritos, que pueden incluir preguntas de respuesta corta y de redacción más larga o de ensayo. Las preguntas de respuesta corta se utilizan principalmente para probar cómo los estudiantes recuerdan hechos específicos (aunque no es necesario, ya que, por ejemplo, es bastante fácil generar preguntas de respuesta corta que pidan a los estudiantes que comparen y contrasten dos cosas). Por el contrario, las preguntas de redacción o ensayo pueden dar una mejor evaluación de cómo los estudiantes han entendido un tema y de sus capacidades para aplicar sus conocimientos y realizar análisis y para comparar, evaluar y sintetizar (véase el anexo para un ejemplo).
- Pruebas de opción múltiple, que se utilizan principalmente para centrarse en el conocimiento detallado de los hechos y conceptos.
- Exámenes a libro abierto, en los que los estudiantes pueden utilizar libros de texto y otros materiales. Estos pueden ser útiles para evaluar la comprensión y la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos y seleccionar información relevante.

- Evaluación por computadora, que puede incluir preguntas de opción múltiple pero también problemas interactivos que los estudiantes deban desarrollar sobre el uso del software, combinando así conocimientos y habilidades.
- Exámenes para llevar a casa, en los que las tareas se utilizan para evaluar la comprensión y la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos y seleccionar y sintetizar información relevante, posiblemente disminuyendo la presión de tener un tiempo muy limitado para resolverlos.
- Exámenes orales, que son útiles para poner a prueba el conocimiento y la comprensión de un tema por parte de los estudiantes de forma dinámica e interactiva, incluyendo sus habilidades de aplicación, análisis, integración, argumentación y síntesis de información. Además, la retroalimentación directa en el examen oral brinda oportunidades para que los estudiantes aprendan inmediatamente del examen, y también se ha demostrado que presentar los conocimientos en voz alta contribuye a su consolidación^[16]. Sin embargo, el desempeño de algunos estudiantes cuando se enfrentan a un examen oral se puede ver afectado por su temperamento.
- Redacción de informes y presentaciones orales o póster de las tareas realizadas, en las que se pone a prueba la capacidad del alumno para realizar tareas y aplicar conocimientos a situaciones desconocidas, incluyendo análisis y síntesis, así como para redactar y presentar los resultados.

El primer trabajo sobre el efecto de los exámenes escritos en el aprendizaje y en la retención de los conocimientos se remonta a 1938^[17]. Una de las principales conclusiones de este trabajo fundacional es que "el uso de exámenes estimula el logro en un grado significativo, [...] pero aún no hay evidencias que demuestren que este mayor logro [...] persista después de seis semanas o de tres meses". Mucho más recientemente, varios trabajos han analizado los efectos de la tipología de exámenes sobre cómo y qué aprenden los estudiantes. Por ejemplo, al comparar un trabajo de fin de curso de tipo ensayístico realizado por estudiantes de segundo año de educación de la Universidad de Sídney con otro de opción múltiple^[4], se vio que los estudiantes tenían más probabilidades de emplear enfoques de aprendizaje superficial en el contexto del examen de opción múltiple y de percibir estos exámenes como una evaluación del procesamiento intelectual basado en los conocimientos. Por el contrario, los estudiantes eran más propensos a emplear enfoques de aprendizaje profundo al preparar sus tareas de ensayo, que percibían como una evaluación de niveles más altos de procesamiento cognitivo. Sí mismo, un desempeño deficiente en la tarea de ensayo se asoció con el empleo de estrategias de aprendizaje superficial, y un desempeño deficiente en la tarea de opción múltiple se asoció con el empleo de estrategias de aprendizaje profundo. Las estrategias de aprendizaje superficial se pueden definir de manera simple como memorizar únicamente lo que se necesita para un examen^[18]. Se dice que los estudiantes que utilizan el aprendizaje superficial tienden a ser más pasivos y a ver el aprendizaje como una forma de afrontar las tareas para poder aprobar la evaluación^[18]. Por el contrario, los estudiantes que adoptan un enfoque de aprendizaje profundo buscan comprender el significado, y es más probable que tengan una curiosidad genuina sobre el tema de estudio y de sus conexiones con otros temas^[18]. Se dice que estos estudiantes pueden disfrutar del aprendizaje social, incluyendo la discusión de diferentes puntos de vista^[19]. También se ha demostrado que el aprendizaje activo aumenta el rendimiento de los estudiantes en ciencias, ingeniería y matemáticas^[20], y que el aprendizaje basado en problemas mejora el aprendizaje profundo^[21].

En otro trabajo, centrado en estudios de idiomas^[22], los efectos o influencias positivos de los exámenes se resumieron en los siguientes puntos: (1) inducen a los profesores a cubrir sus materias más a fondo; (2) motivan a los estudiantes a trabajar más duro para obtener un sentido de logro y así mejorar el aprendizaje [aunque principalmente el aprendizaje de conceptos], y (3), si son buenos, se pueden utilizar y diseñar como actividades beneficiosas de enseñanza-aprendizaje para fomentar la enseñanza positiva. De la misma manera, se reportaron los siguientes efectos negativos de los exámenes: (1) alientan a los maestros a reducir el plan de estudios y perder tiempo de instrucción, lo que lleva a "enseñar para la prueba"; (2) inducen ansiedad tanto en los profesores como en los estudiantes y distorsionan su rendimiento [véase la discusión sobre estrés y aprendizaje, más adelante]; (3) es posible que los estudiantes no aprendan conocimientos de la vida real, sino aspectos puntuales relacionados con el examen, y (4) puede hacer que los estudiantes hagan una asociación negativa con las pruebas lo que, en consecuencia, puede alterar su motivación de aprendizaje.

Una forma de aprovechar los efectos positivos de los diferentes métodos de examen y disminuir la incidencia de los negativos es utilizar una combinación de los diferentes métodos para realizar evaluaciones. Aunque, en la actualidad, la mayoría de las estrategias pedagógicas y de las políticas educativas utilizan esta idea, el autor considera que es importante enfatizar estos aspectos, ya que este trabajo está pensado para que pueda ser utilizado en todo el mundo. También vale la pena señalar que los métodos de examen centrados en probar la capacidad de aplicar los conocimientos a situaciones particulares y realizar análisis, comparaciones y evaluaciones se pueden aplicar no solo de forma individual sino también a

grupos de estudiantes, probando así su capacidad para trabajar en colaboración^[23-25]. Esto también puede ser útil para evaluar la práctica docente cuando se ha utilizado esta estrategia (el trabajo colaborativo) durante la docencia. Sin embargo, el denominador común de todos los exámenes es que para algunos o incluso para muchos estudiantes generan estrés, lo que puede tener efectos contradictorios.

Por último, es importante señalar que el uso de la variedad de métodos de examen mencionados anteriormente depende no solo de las políticas y tradiciones educativas, sino también de la disponibilidad de los materiales e instrumentos necesarios, como libros de texto para exámenes a libro abierto, computadoras y conectividad a Internet para evaluaciones por computadora, espacios apropiados y apoyo adecuado de los padres o cuidadores para los exámenes en casa, etcétera. Estos factores, a su vez, también, están influenciados por las diferencias regionales y el nivel socioeconómico, aunque no de forma exclusiva^[26].

Recuperación y consolidación de la memoria

Como se indicó anteriormente, la recuperación de la memoria, que es una actividad cognitiva crucial durante los exámenes, contribuye a la consolidación de la misma. La consolidación de la memoria se refiere al proceso mediante el cual una memoria lábil temporal se transforma en una forma más estable y duradera (Figura 1). Se propuso por primera vez en 1900^[27] para explicar el fenómeno por el cual el material aprendido sigue siendo vulnerable a la interferencia durante un período de tiempo después del aprendizaje. Durante la consolidación de la memoria, es decir, durante la reorganización gradual de los sistemas cerebrales que sustentan la memoria^[28,29], el hipocampo guía la reorganización de la información almacenada en el neocórtex^[30]. El hipocampo es parte del sistema límbico y juega un papel importante en la consolidación de la información de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo, y también en la memoria espacial que permite la navegación. A su vez, el neocórtex es parte de la corteza cerebral del cerebro humano, de donde se origina el funcionamiento cognitivo superior, incluidas las funciones ejecutivas. Además, en algunas condiciones, la memoria a largo plazo puede volver transitoriamente a un estado lábil y luego estabilizarse gradualmente de nuevo, un fenómeno denominado reconsolidación^[31-33]. Cabe señalar que la naturaleza dinámica de la memoria a largo plazo^[34] hace que se reconstruya cada vez que se evoca o se utiliza, pero también la hace vulnerable al error, como en, por ejemplo, los falsos recuerdos^[35]. Aunque gran parte de este efecto no se debe al grado de recuerdos falsos, lo importante es que el acto mismo de recordar el recuerdo cambia el recuerdo.

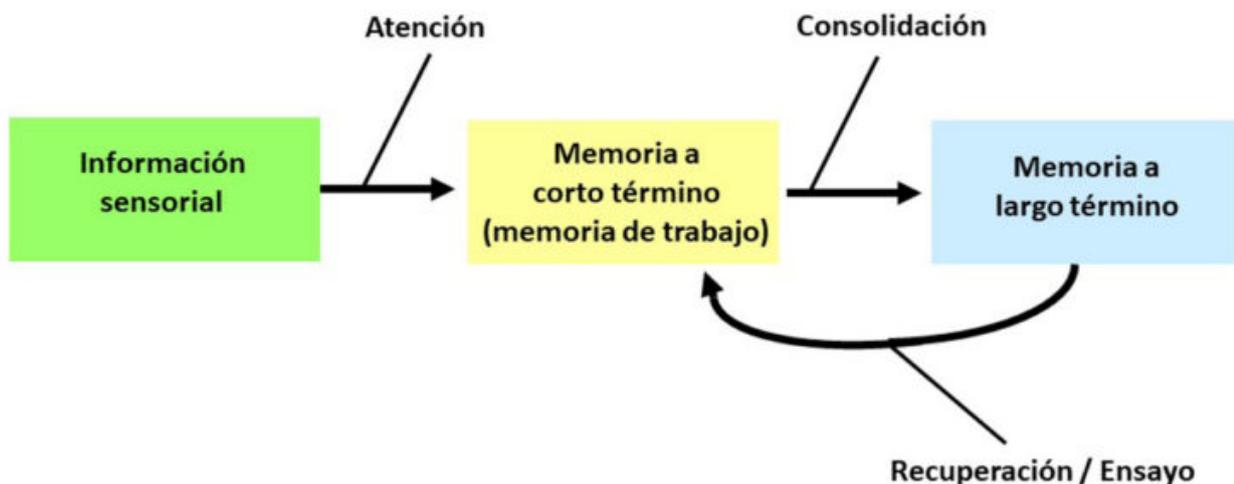


Figura 1. De la memoria sensorial a la memoria a largo plazo: el papel de la recuperación de la memoria en la consolidación de la memoria.

Este punto resalta la importancia de usar métodos de evaluación que no perjudiquen el aprendizaje previo, sino que contribuyan a su crecimiento y consolidación, como ocurre, por ejemplo, cuando los estudiantes deben analizar información nueva relevante para el examen y aplicar los conocimientos a una situación novedosa. Sin embargo, vale la pena señalar

que el supuesto efecto de interrupción también puede usarse para inducir cambios conceptuales cuando sea necesario.

Dentro de este esquema, recuperar información recién aprendida de la memoria es un proceso activo que consolida la información y, por lo tanto, disminuye la incidencia de olvido^[36,37]. Este efecto es especialmente relevante cuando se combina con el espaciamiento entre el aprendizaje y las recuperaciones sucesivas^[38,39]. La cuestión de las curvas de olvido se examinó por primera vez a finales del siglo XIX^[40]. Desde entonces, diversos trabajos han demostrado que la recuperación espaciada de lo aprendido tiene efectos poderosos sobre la retención durante períodos de tiempo sustanciales, mejorando el aprendizaje inicial y ralentizando el olvido en varias situaciones diferentes^[41-44] (Figura 2). Como resumen de los resultados principales, se ha demostrado que ensayar repetidamente un mismo material en la misma sesión de estudio no tendrá efectos duraderos e incluso puede afectar negativamente el aprendizaje. Por el contrario, recuperar el material de estudio en diferentes días y de diferentes formas producirá resultados positivos a largo plazo. Además, a medida que aumenta la práctica, la información seguirá siendo accesible a través de espacios de tiempo más largos y las repeticiones posteriores requerirán mucho menos esfuerzo. Por lo tanto, una vez que se adquiere la información, debe revisarse en intervalos crecientes de tiempo, comenzando con días y semanas para luego extenderse a meses e, idealmente, años^[45] (que es la idea que inspira los currículos en espiral).

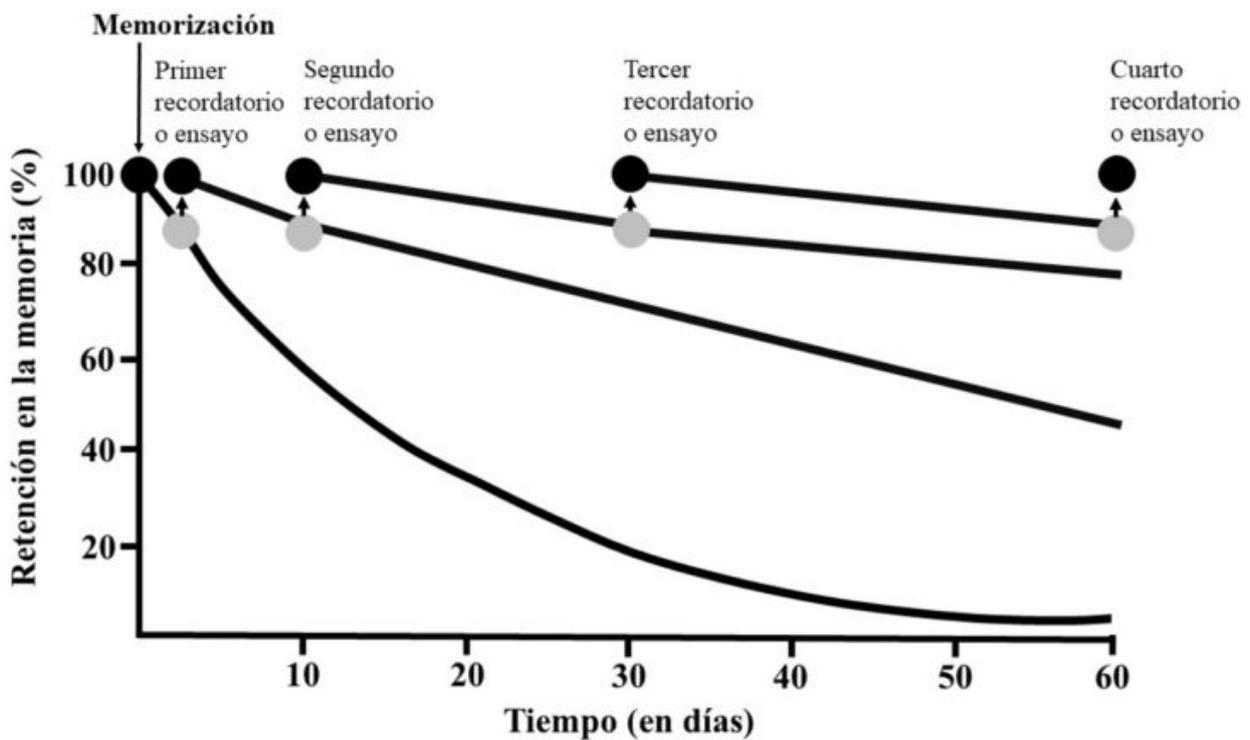


Figura 2. Idealización del efecto de espaciar la recuperación de conocimientos para ralentizar y disminuir el olvido. Modificado de [40].

No es el objetivo de este trabajo discutir en profundidad los diferentes mecanismos propuestos para la práctica de consolidación y recuperación de la memoria^[46], sino los efectos del estrés en el aprendizaje debido a los diferentes métodos de examen. Sin embargo, todos los datos proporcionados pueden ser útiles para comprender los efectos del estrés debido a los exámenes, dando un contexto más amplio a este artículo. Como se mencionó anteriormente, los eventos estresantes son comunes en los entornos educativos, lo que incluye los exámenes, las evaluaciones y los plazos de entrega de trabajos, entre otros aspectos.

Si una situación se percibe como estresante, se pone en marcha una cascada bien descrita de cambios fisiológicos y endocrinos para restablecer la homeostasis y promover el bienestar a largo plazo^[47]. Aunque la respuesta al estrés es muy compleja, con numerosos mediadores involucrados, existen dos sistemas de estrés principales que son críticos para la modulación de los procesos de aprendizaje y memoria: el sistema nervioso autónomo, de activación rápida, y el eje hipotálamo-pituitario-adrenal, más lento. En segundos, se activa el sistema nervioso autónomo, lo que lleva a la liberación de catecolaminas como la noradrenalina, tanto de la médula suprarrenal como del locus coeruleus en el cerebro^[47]. Las catecolaminas preparan al cuerpo para respuestas de "lucha o huida" y afectan rápidamente el funcionamiento neuronal en varias regiones del cerebro que son cruciales para el aprendizaje y la memoria, como el hipocampo, la amígdala y la corteza prefrontal^[48,49].

Un segundo sistema también se activa en respuesta al estrés, el eje hipotálamo-pituitario-suprarrenal, unos 10 segundos más tarde que el sistema nervioso autónomo, lo que resulta en la liberación de corticosteroides como el cortisol de la corteza suprarrenal^[47] (la corteza suprarrenal comprende la capa externa de las glándulas suprarrenales, que se encuentran por encima de los riñones). En este contexto, se ha demostrado que los glucocorticoides como el cortisol pueden inducir la mejora de la memoria o, por el contrario, perjudicarla, dependiendo en gran medida de la proximidad temporal entre el evento estresante y el proceso de memoria investigado^[50,51]. Por ejemplo, el estrés experimentado justo antes de la recuperación de la memoria, cuando los niveles de catecolaminas aún son altos y los niveles de cortisol aún no son elevados, puede tener efectos muy diferentes a los del estrés experimentado 90 minutos antes de la recuperación, cuando los niveles de catecolaminas han vuelto a los valores iniciales y las acciones del cortisol están en funcionamiento^[51-54]. En este sentido, la memoria declarativa, es decir, la memoria de hechos, sucesos y significado de palabras, que es el tipo de memoria más estudiado sobre el que influyen los glucocorticoides, puede verse afectada tanto positivamente consolidándose como negativamente, por la alteración del cortisol. Estos efectos contradictorios pueden depender del tipo de receptor de cortisol, la dosis, el tiempo de exposición, el componente de memoria y la prominencia de los estímulos, siendo generalmente la recuperación la más afectada y el almacenamiento facilitado, especialmente para eventos emocionalmente relevantes. Curiosamente, los glucocorticoides también inducen atrofia del hipocampo, especialmente en condiciones de estrés crónico agudo, que pueden afectar el almacenamiento de la memoria a largo plazo.

De manera similar, las distintas etapas de la memoria, como la codificación, la consolidación o la recuperación, pueden verse afectadas de manera diferente por estos cambios fisiológicos en función del tiempo que haya transcurrido después de un encuentro estresante, y también en anticipación de un encuentro estresante^[51,55]. En este sentido, se ha demostrado que la exposición a un estrés puntual leve o moderado (véase la discusión a continuación sobre la ambigüedad de la palabra *estrés*) puede resultar en un mejor desempeño de la memoria durante la fase de consolidación, pero contrariamente, reduce el desempeño de la memoria durante la recuperación, lo cual es importante a tener en cuenta puesto que es el caso de la mayoría de los exámenes. Los factores estresantes agudos perjudican tanto la consolidación como la recuperación. Estos efectos de mejora y deterioro de la memoria están estrechamente relacionados con el cortisol inducido por el estrés y la actividad del sistema nervioso autónomo simpático^[55].

La palabra *estrés* puede ser, en cierto modo, ambigua. Una forma de reducir la ambigüedad es clasificar el estrés en tres categorías, a saber: estrés bueno, estrés tolerable y estrés tóxico^[56]. El "estrés bueno" se refiere a la experiencia de afrontar un desafío, asumir un riesgo y sentirse recompensado por un resultado a menudo positivo. Incluso los resultados adversos pueden funcionar como experiencias de crecimiento para las personas con una autoestima saludable y un buen control de los impulsos y capacidad de toma de decisiones, unas funciones cognitivas que forman parte de las llamadas funciones ejecutivas. El "estrés tolerable", a su vez, se refiere a situaciones en las que ocurren eventos negativos, pero la persona con una arquitectura cerebral saludable es capaz de afrontarlos, a menudo con la ayuda de familiares, amigos u otras personas que le brindan apoyo. Finalmente, el "estrés tóxico" se refiere a situaciones en las que los eventos negativos, las adversidades o los traumas son experimentados por un individuo que generalmente tiene un apoyo limitado, y que también puede tener una arquitectura cerebral que refleja los efectos de sucesos adversos en edades tempranas que han afectado el desarrollo del control de los impulsos y la adquisición de una autoestima adecuada^[57]. En otras palabras, los factores estresantes buenos o incluso tolerables que generan un estrés puntual de leve a moderado pueden contribuir a la consolidación de la memoria durante la fase de consolidación, pero pueden reducir el rendimiento de la memoria durante la recuperación, mientras que el estrés tóxico (agudo) deteriora ambos procesos, lo que se puede producir en la mayoría de los exámenes.

Además de esta información general, cabe señalar la existencia de diferencias individuales en características de temperamento que son relevantes para la aparición del estrés en la primera infancia y la adolescencia^[1,58,59]. Así, por ejemplo, la manifestación de comportamientos de tipo inhibitorio como el retraimiento temeroso ante personas desconocidas, las manifestaciones de timidez, etcétera, y las inhibiciones conductuales asociadas, como retraimiento y miedo en situaciones nuevas o desconocidas, se relacionan consistentemente con más ansiedad severa en la niñez tardía, particularmente en lo

relativo a ansiedad social^[60,61]. También se han establecido asociaciones entre el temperamento de tipo inhibido por la timidez y las conductas de internalización posterior^[59,62]. De manera similar, se ha sugerido que las características de reactividad negativa como la ira, la angustia por las limitaciones, el mal humor o la irritabilidad durante la infancia están fuertemente asociadas con el desarrollo posterior de conductas internalizantes más amplias y con síntomas de ansiedad posteriores^[63,64]. Además, la capacidad de resiliencia individual para manejar tanto la ansiedad como el estrés también es crucial para las diferencias interindividuales, por lo que los exámenes también pueden usarse para reforzar este proceso permitiendo una adaptación positiva en un contexto de adversidad significativa.

Más allá de los aspectos neuronales, fisiológicos y moleculares específicos de los efectos del estrés en el aprendizaje y la memoria, lo más significativo de este informe es el efecto de las situaciones estresantes que pueden ocurrir durante los exámenes sobre el rendimiento del aprendizaje y la memoria. Se ha demostrado que el estrés en el momento del aprendizaje mejora la memoria, pero el estrés producido mucho antes del aprendizaje o en un contexto claramente diferente no solo no promueve un nuevo aprendizaje, sino que incluso puede dificultar la codificación exitosa de nueva información^[65] (Figura 3). Por ejemplo, mientras que el estrés moderado inmediatamente antes del aprendizaje mejora la consolidación posterior de la memoria, esta se deteriora si el estrés se experimenta entre 1 hora y 30 minutos antes del aprendizaje^[66-68]. A nivel molecular y celular, este deterioro del aprendizaje se ha asociado con una disminución de la excitabilidad neuronal en el hipocampo mucho después de la liberación de cortisol, como se ha demostrado en modelos animales^[69]. Asimismo, el estrés poco después del aprendizaje también mejora la consolidación de la memoria, un efecto que es más marcado cuando la emocionalidad es concomitante, lo que destaca la importante influencia de las emociones en el aprendizaje^[55,70,71].

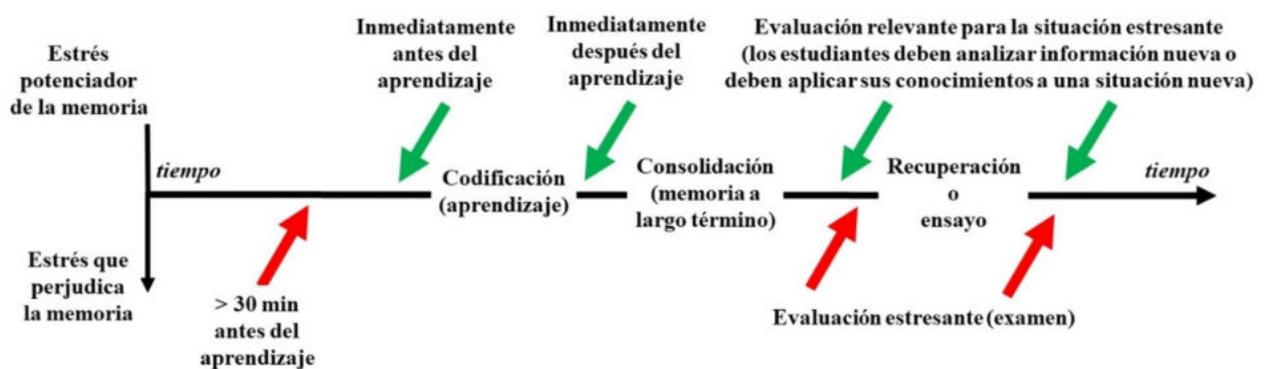


Figura 3. Los efectos del estrés en la memoria, según la proximidad temporal y el proceso de memoria específico. Modificado de [51].

Como se indicó anteriormente, los efectos del estrés en la memoria se extienden a la recuperación de lo aprendido, lo que incluye exámenes. Muchos estudios han demostrado que el estrés agudo (o estrés tóxico según la clasificación anterior) afecta la recuperación de la memoria después de una situación estresante^[72-76]. Curiosamente para el enfoque de este informe, este déficit de recuperación después del estrés se ha encontrado tanto en adultos como en niños, lo que destaca la relevancia de estos hallazgos para los entornos educativos^[73]. Además, los efectos disruptivos del estrés en la recuperación de la memoria son más fuertes en contextos emocionales, como por ejemplo después de experimentar estrés psicosocial^[77,78]. El estrés psicosocial es el resultado de una valoración cognitiva que compara lo que está en juego y lo que se puede hacer al respecto, y puede definirse como un desequilibrio entre las demandas que se nos imponen y nuestra capacidad para gestionarlas. Sin embargo, de forma crucial para el tema que se aborda en este trabajo, si la prueba que precisa la recuperación de memorias, es decir, el examen o la evaluación, es relevante para la situación estresante o bien si se utiliza un

contexto para la recuperación de la memoria, esto es, hay un contexto que sirve como una señal de recuperación, los recuerdos de lo aprendido se salvan de los efectos dañinos del estrés^[53,79]. Cabe señalar que, en este sentido, el "contexto" no se refiere al aprendizaje dependiente del contexto, sino a transferir conocimientos a una nueva situación contextual. Este punto enfatiza la importancia de los métodos de evaluación que no interrumpan el aprendizaje previo sino que contribuyan a su crecimiento y consolidación, como cuando los estudiantes deben analizar información novedosa relevante para el examen y aplicar el conocimiento previo a esta situación novedosa (Figura 3; ver el anexo para un ejemplo). Desde un punto de vista educativo, esto se puede lograr más fácilmente con algunas formas de examen que con otras, por ejemplo, mediante la redacción de ensayos en exámenes escritos, o con exámenes a libro abierto, para llevar a casa, orales, redacción de informes, etc.

La integración de nueva información en los recuerdos existentes es un proceso clave en la educación, que a menudo implica cierta interrupción. Además, existen evidencias de que los recuerdos consolidados vuelven a un estado lábil cuando se reactivan, como ocurre durante un examen, lo que requiere de una reestabilización posterior de esos recuerdos en un proceso llamado reconsolidación^[52,80,81]. Durante la reconsolidación, un proceso que involucra al hipocampo^[52] y la corteza prefrontal^[82], la memoria reactivada puede debilitarse, fortalecerse o alterarse^[52]. Diversos estudios apoyan la hipótesis de que el estrés puede afectar la reconsolidación y la actualización de la memoria, pero las condiciones específicas que conducen a los efectos de deterioro o alternativamente de mejora del estrés en la reconsolidación aún están bajo investigación^[83-85].

En cuanto a la calidad del aprendizaje, los experimentos, realizados en su mayoría con roedores, indican que bajo estrés se aprenden asociaciones más rígidas de estímulo-respuesta, en lugar de representaciones complejas del entorno^[86-88]. De esta manera, se ha sugerido que el estrés puede afectar no solo la cantidad de información que se aprende, sino que también puede tener consecuencias considerables para la naturaleza y la flexibilidad de los recuerdos y los comportamientos dirigidos a objetivos^[51], que son el núcleo de las funciones ejecutivas. Las funciones ejecutivas son un conjunto de procesos cognitivos necesarios para el control cognitivo de la conducta, es decir, para seleccionar y monitorear con éxito conductas que faciliten la consecución de las metas elegidas, lo que a su vez debería ser un componente esencial en los sistemas educativos.

Las funciones ejecutivas básicas, como la memoria de trabajo, la inhibición y la flexibilidad cognitiva, son parte integral de la vida diaria y de las conductas dirigidas a objetivos. Un creciente número de investigaciones ha sugerido que el estrés también puede afectar las funciones ejecutivas básicas, que son cruciales para el aprendizaje en general, así como para el aprendizaje dirigido a objetivos. Por ejemplo, se ha descrito que el estrés deteriora la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva^[9,51], que son fundamentales para algunas otras habilidades y destrezas que son cruciales en educación, como la toma de decisiones, la planificación y la imaginación^[89], dependiendo de cómo maduren durante la niñez y la adolescencia^[10]. En este sentido, se puede plantear la hipótesis de que el tipo de exámenes y la forma en que son percibidos por los estudiantes pueden jugar un papel fundamental para contribuir al desarrollo de estas funciones tan relevantes.

Conclusiones

La evaluación es inseparable de la práctica docente y afecta tanto la forma en que aprenden los estudiantes como la manera en que enseñan los profesores. En consecuencia, se ha considerado que, para mejorar el aprendizaje, los exámenes y las evaluaciones deben ser analizados críticamente^[90]. Más allá de los conocimientos conceptuales, para favorecer procesos cognitivos como los que intervienen en las funciones ejecutivas, los exámenes deben permitir la movilización de procesos cognitivos como comprensión, la descripción, la representación, la resolución, el razonamiento, la reflexión y la comunicación^[91]. Esto incluye fortalecer el carácter de retroalimentación de los exámenes^[92]. Además, las situaciones estresantes, que son bastante comunes tanto durante la realización de los exámenes como durante su preparación, también pueden afectar el proceso de aprendizaje y la formación de la memoria, deteriorando algunos aspectos de la recuperación y consolidación de la memoria. Sin embargo, cuando el examen se combina con la adquisición de nuevos aprendizajes y conocimientos que se perciben como relevantes para la situación estresante, o cuando el aprendizaje y las pruebas tienen lugar en el mismo contexto, la memoria se salva de los efectos dañinos del estrés^[53,79] y permite que éste pueda contribuir a consolidar la memoria y desarrollar las funciones ejecutivas, haciendo más eficiente el proceso de aprendizaje.

En conjunto, los datos mencionados en este informe enfatizan la importancia de los métodos de evaluación que no

perjudican el aprendizaje previo, sino que contribuyen a su crecimiento y consolidación. Así, desde un punto de vista educativo, las metodologías utilizadas durante los exámenes deben seleccionarse cuidadosamente para cumplir tanto con los roles principales de las evaluaciones, es decir, que sirvan como verificación de que un estudiante está calificado, y también como una herramienta educativa para mejorar el proceso de aprendizaje. Para ello, se necesitan enfoques novedosos e investigación tanto educativa como científica en neurociencia para acercar estas ideas a las necesidades educativas de cada comunidad, teniendo en cuenta sus recursos.

Anexo

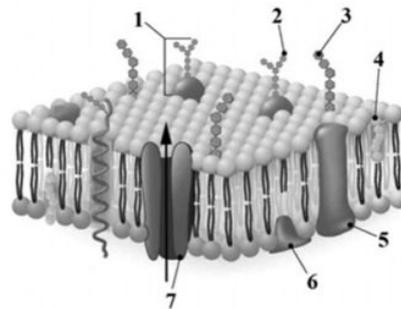
Ejemplo de dos exámenes de biología que utilizan diferentes metodologías. Uno de ellos (Ejemplo 1) se centra principalmente en el conocimiento fáctico conceptual, mientras que el otro (Ejemplo 2) se enfoca más en habilidades y destrezas. Han sido extraídos de los Exámenes de Acceso a la Universidad de diferentes Comunidades Autónomas de España. Ambos son de acceso abierto, y se utilizaron en junio / julio de 2020. La política educativa actual en España permite la descentralización de los Exámenes de Acceso a la Universidad, que son elaborados por diferentes equipos de profesionales. El autor de este informe ha sido coordinador del examen de biología de Acceso a la Universidad en Cataluña durante los últimos 14 años.

1. Conteste a las siguientes preguntas:

- ¿Cuándo se dice que un carbono es asimétrico? y ¿A qué da lugar la existencia de un carbono asimétrico? (0,7)
- ¿Cuáles son los carbonos asimétricos en la D-glucosa? ¿Cuál es el carbono que determina las configuraciones D y L cuando hay más de un carbono asimétrico? (0,6)
- Escriba y explique brevemente las principales funciones de los glúcidos. (0,7)

2. Observe la siguiente imagen:

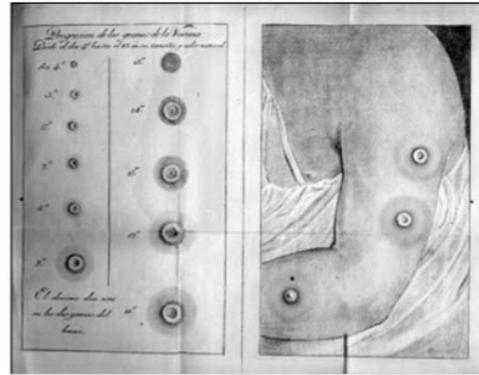
- ¿Qué tipo de estructura representa? ¿Cuáles son sus funciones? (1,0)
- Nombre cada uno de los componentes señalados con un número. (0,5)
- Explique qué es la exocitosis y la endocitosis. (0,5)



Ejemplo 1. Examen escrito, preguntas de respuesta corta diseñadas principalmente para evaluar el conocimiento de hechos y conceptos. También incluye la interpretación de una imagen.

Exercici 1

A principis del segle XIX, tots els intents de portar la vacuna de la verola a Amèrica havien fracassat. El viatge era massa llarg i arribava inservible. El metge Francesc Xavier Balmis va fer una proposta sorprenent: traslladar la vacuna inoculada en persones. El 30 de novembre de 1803 la corbeta *María Pita* va partir de la Corunya amb 22 nens procedents d'orfenats. Eren els «nens vacunífers» de la Reial Expedició Filantròpica de la Vacuna (1803-1806).



1. El procediment va consistir a anar inoculant esglaonadament la vacuna d'un nen a un altre fins al final del viatge. Al primer nen de la cadena li havia estat inoculat el contingut de les vesícules que desenvolupen les vaques que tenen la malaltia de la verola. Aquesta malaltia de les vaques, quan afectava els humans només ocasionava unes quantes vesícules. No feia perillar la vida i proporcionava protecció contra la verola humana.

Làmines de Francesc Xavier Balmis en què es veuen les vesícules de pus produïdes per la vacuna.

FONT: <https://culturacientifica.com/2014/02/24/el-caso-de-los-ninos-vacuniferos>.

Redacteu un text similar al del paràgraf anterior fent servir els cinc termes següents: *antígens*, *anticossos*, *immunització*, *virus de la verola de les vaques* i *virus de la verola humana*.

[1 punt]

2. Al cap de vuit dies de la inoculació del contingut de les vesícules, al primer nen vacunat li van aparèixer unes vesícules plenes de virus que van servir per a vacunar el nen següent, i així, successivament.

[1 punt]

- a) En relació amb la resposta immunitària dels nens als quals s'injectava el líquid de les vesícules, completeu la taula següent:

Tipus d'immunització: activa <input type="checkbox"/> / passiva <input type="checkbox"/>
Justificació:

- b) En relació amb la procedència dels antígens, completeu la taula següent:

Tipus d'immunització: natural <input type="checkbox"/> / artificial <input type="checkbox"/>
Justificació:

3. A l'hora de seleccionar els nens, Balmis va imposar la condició que no podien haver patit la verola ni haver estat vacunats prèviament. Des del punt de vista de la resposta immunitària primària o secundària, hauria funcionat la transmissió de la vacuna si no s'hagués complert aquesta condició en algun dels nens? Justifiqueu la resposta fent referència a aquests dos tipus de resposta immunitària.

[1 punt]

Ejemplo 2. Examen escrito, una pregunta de ensayo que en su redactado proporciona información novedosa a los estudiantes, diseñada principalmente para evaluar habilidades y destrezas y para aprovechar la situación estresante para consolidar el aprendizaje (es decir, el contexto sirve como una pista de recuperación y brinda información previamente desconocida a los estudiantes).

Bibliografía

1. McLean MA, Cobham VE, Simcock G., Kildea S. y King S. (2019). El temperamento de los niños pequeños media el efecto del estrés materno prenatal en la sintomatología de ansiedad infantil: El estudio QF2011 Queensland Flood. *En t. J. Environ. Res. Salud pública.* 16 (11): 1998.
2. van den Broek, Segers, E., G., Takashima, A. y Verhoeven, L. (2014). ¿Los efectos de las pruebas cambian con el tiempo? Información sobre la velocidad de recuperación inmediata y retrasada. *Memoria*22 (7): 803-812.
3. van den Broek, G., Takashima, A., Wiklund-Hörnqvist, C., Wirebring, LK, Segers, E., Verhoeven, L. y Nybergbde, L. (2016). Mecanismos neurocognitivos del "efecto de prueba": una revisión. *Tendencias en neurociencia y educación*5 (2): 52-66.
4. Scouller, K. (1998). La influencia del método de evaluación en los enfoques de aprendizaje de los estudiantes: examen de preguntas de opción múltiple versus ensayo de asignación. *Educación superior*35: 453-472.
5. Prieto-Barrio, MI, Cobo-Escamilla, A., González-García, MN, Moreno-Fernández, E., y de la Rosa-García, P. (2015). Influencia de la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior. *Procedia – Ciencias sociales y del comportamiento*176: 458-465.
6. Joëls M., Pu Z., Wiegert O., Oitzl MS y Krugers HJ (2006). Aprender bajo estrés: ¿cómo funciona? *Trends Cogn. Sci.* 10 (4): 15215-8.
7. Schwabe L., Joëls M., Roozendaal B., Wolf OT y Oitzl MS (2012). Efectos del estrés en la memoria: actualización e integración. *Biobehav. Apocalipsis* 36 (7): 1740-1749
8. Pitman RK, Rasmusson AM, Koenen KC, Shin LM, Orr SP, Gilbertson MW, Milad MR y Liberzon I. (2012). Estudios biológicos del trastorno por estrés postraumático. *Rev. Neurosci.* 13 (11): 769-787.
9. Shields GS, Sazma MA y Yonelinas AP (2016). Los efectos del estrés agudo en las funciones ejecutivas centrales: un metanálisis y una comparación con el cortisol. *Biobehav. Rev.* 68: 651-668.
10. Igazság B., Demetrovics Z. y Cserjési R. (2019). La trayectoria de desarrollo de las funciones ejecutivas y su sensibilidad al estrés en la adolescencia. *Psychiatr. Colgado.*; 34 (3): 300-310.
11. Joëls M., Fernandez G. y Roozendaal B. (2011). Estrés y memoria emocional: cuestión de tiempo. *Trends Cogn. Sci.* 15 (6): 280-288.
12. Scouller, KM y Prosser, M. (1994). Las experiencias de los estudiantes al estudiar para exámenes de preguntas de opción múltiple. *Estudios de educación superior*19: 267-279.
13. Boud, D. (1998). Evaluación y aprendizaje: ¿contradictorio o complementario ?. En: *Evaluación para el aprendizaje en la educación superior*, págs. 35-48. Londres: Routledge Falmer.
14. UNESCO (2020). Perfiles que mejoran las revisiones educativas (PEER). <http://education-profiles.org/>
15. Wyse, D., Hayward, L. y Pandya, J. (Ed.). (2016). *El Manual SAGE de Currículo, Pedagogía y Evaluación*. Los Ángeles: SAGE Publishing.
16. Bird, CM, Keidel, JL, Ing, LP, Horner, AJ y Burgess, N. (2015). Consolidación de eventos complejos mediante el restablecimiento en la corteza cingulada posterior. *Neurosci.* 35 (43): 14426-14434.

17. Johnson, BE (1938). El efecto de los exámenes escritos sobre el aprendizaje y la retención del aprendizaje. *The Journal of Experimental Education* 7 (1): 55-62.
18. Haggis, T. (2003) ¿Construyendo imágenes de nosotros mismos? Una investigación crítica sobre la investigación sobre "Enfoques del aprendizaje" en la educación superior. *Revista británica de investigación educativa*, 29 (1): 89-104.
19. Biggs, JB y Tang, C. (2011). *Docencia para un aprendizaje de calidad en la universidad*(4ª ed.). Berkshire: Prensa universitaria abierta.
20. Freeman S., Eddy SL, McDonough M., Smith MK, Okoroafor N., Jordt H. y Wenderoth MP (2014). [El aprendizaje activo aumenta el rendimiento de los estudiantes en ciencias, ingeniería y matemáticas](#). *Natl. Acad. Sci. Estados Unidos* 111 (23): 8410-8415.
21. Dolmans, DHJM, Loyens, SMM, Marq, H. y Gijbels, D. (2016). Aprendizaje profundo y superficial en el aprendizaje basado en problemas: una revisión de la literatura. *Ciencias de la salud. Educ. Teoría Pract.* 21 (5): 1087-1112.
22. Pan, Y. (2009). Una revisión del washback y sus implicaciones pedagógicas. *VNU Journal of Science, Idiomas extranjeros*, 25: 257-263.
23. Lusk, M. y Conklin, L. (2003). Pruebas colaborativas para promover el aprendizaje. *Nurs. Educ.* 42 (3): 121-124.
24. Shen, J., Hiltz, SR y Bieber, M. (2007). Exámenes colaborativos en línea: impactos en la interacción, el aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes. *Transacciones IEEE sobre sistemas, hombre y cibernética – Parte A: Sistemas y seres humanos* 36 (6): 1045-1053.
25. Cantwell, ER, Sousou, J., Jadotte, YT, Pierce, J. y Akiyamen, LE (2017). Pruebas colaborativas para mejorar los resultados del aprendizaje de los estudiantes y el desempeño en la realización de pruebas en la educación superior: una revisión sistemática. *Revisiones sistemáticas de Campbell* 13 (1): 1-18
26. Equipo del Informe de Seguimiento de la Educación Global. (2020). *Informe de seguimiento de la educación mundial, 2020: Inclusión y educación: todos significan todos*. París: UNESCO.
27. Lechner HA, Squire LR y Byrne JH (1999). 100 años de consolidación: recordando a Müller y Pilzecker. *Mem.* 2: 77-87.
28. Dudai Y. (2012). El engrama inquieto: Las consolidaciones nunca terminan. *Ana. Rev. Neurosci.* 35: 227-247.
29. Squire, LR, Genzel, L., Wixted, JT y Morris, RG (2015). Consolidación de la memoria. *Arb de resorte frío. Perspect. Biol.* 7 (8): a021766.
30. Dudai Y. y Morris RGM (2000). Consolidar o no consolidar: ¿Cuáles son las preguntas? En: *Cerebro, percepción, avances de la memoria en las ciencias cognitivas*(ed. Bulhuis JJ), págs. 149-162. Oxford: Prensa de la Universidad de Oxford.
31. Nader K., Schafe GE y Le Doux JE (2000). Los recuerdos de miedo requieren la síntesis de proteínas en la amígdala para su reconsolidación después de la recuperación. *Nature* 406: 722-726.
32. Sara SJ (2000). Recuperación y reconsolidación: hacia una neurobiología del recuerdo. *Mem.* 7: 73-84.
33. Alberini CM (2005). Mecanismos de estabilización de la memoria: ¿Son la consolidación y la reconsolidación procesos similares o distintos? *Trends Neurosci.* 28: 51-56.
34. Dudai Y., Morris RGM (2013). Tendencias memorables. *Neuron* 80: 742-750.
35. Schacter DL y Dodson CS (2001). La mala atribución, el falso reconocimiento y los pecados de la memoria. *Trans. R. Soc. Lond. B Bio./Sci.* 356: 1385-1393.
36. Rowland, CA (2014). El efecto de la prueba versus el reestudio sobre la retención: una revisión metaanalítica del efecto de la prueba. *Toro.* 140 (6): 1432-1463.
37. Adesope, OO, Trevisan, DA y Sundararajan, N. (2017). Repensar el uso de las pruebas: un metaanálisis de las pruebas de

práctica. *Revisión de la investigación educativa* 87 (3): 659-701.

38. Latimier, A., Peyre, H. y Ramus, F. (2020). Una revisión metaanalítica del beneficio de espaciar los episodios de práctica de recuperación en la retención. *PsyArXiv*:
39. Latimier, A., Rierget, A., Ly, S. y Ramus, F. (2020). La práctica de recuperación promueve la retención a largo plazo independientemente de la ubicación. *PsyArXiv*:
40. Ebbinghaus, H. (1885). *Memoria: una contribución a la psicología experimental*. Nueva York: Dover.
41. Newble, DI y Jaeger, K. (1983). El efecto de las evaluaciones y exámenes en el aprendizaje de los estudiantes de medicina. *Medicina. Educ.* 17 (3): 165-171.
42. Loftus, GR (1985). Evaluar el olvido de las curvas. *Revista de psicología experimental: aprendizaje, memoria y cognición* 11 (2): 397-406.
43. Pashler, H., Rohrer, D., Cepeda, Nueva Jersey y Carpenter, SK (2007). Mejorar el aprendizaje y retardar el olvido: opciones y consecuencias. *Toro. Apocalipsis* 14 (2): 187-193.
44. Cepeda, Nueva Jersey, Vul, E., Rohrer, D., Wixted, JT y Pashler, H. (2008). Efectos de espaciamiento en el aprendizaje: una línea temporal de retención óptima. *Sci.* 19 (11): 1095-1102.
45. Brown, PC, Roediger, HL y McDaniel, MA (2014). *Haz que se pegue. La ciencia del aprendizaje exitoso*. Harvard: Harvard University Press.
46. Reisberg, D. (ed.). (2013). *El Manual de Oxford de Psicología Cognitiva*. Oxford: Prensa de la Universidad de Oxford.
47. Joëls, M. y Baram, TZ (2009). La neuro-sinfonía del estrés. *Rev. Neurosci.* 10: 459-466.
48. Katsuki, H., Izumi, Y. y Zorumski, CF (1997). Regulación noradrenérgica de la plasticidad sináptica en la región CA1 del hipocampo. *Neurophysiol.* 77: 3013-3020.
49. Arnsten, AFT (2009). Destacar las vías de señalización que deterioran la estructura y función de la corteza prefrontal. *Rev. Neurosci.* 10: 410-422.
50. Roozendaal, B. (2002). Estrés y memoria: efectos opuestos de los glucocorticoides sobre la consolidación y recuperación de la memoria. *Aprender. Mem.* 78 (3): 578-595.
51. Vogel, S. y Schwabe, L. (2016). Aprendizaje y memoria bajo estrés: implicaciones para el aula. *NPJ Sci Learn.* 1: 16011.
52. Schwabe, L., Nader, K. y Pruessner, JC (2014). Reconsolidación de la memoria humana: mecanismos cerebrales y relevancia clínica. *Psychiatry* 76: 274-280.
53. Schönfeld, P., Ackermann, K. y Schwabe, L. (2014). Recordar bajo estrés: diferentes roles de la activación autónoma y los glucocorticoides en la recuperación de la memoria. *Psychoneuroendocrinology* 39: 249-256.
54. Wang, B. y Bukuan, S. (2015). El tiempo importa: la emoción negativa provocada a los 5 minutos, pero no a los 30 o 45 minutos después del aprendizaje, mejora la consolidación de la memoria de origen de monitoreo interno. *Acta Psychol.* 157: 56-64.
55. Smeets, T., Otgaar, H., Candel, I. y Wolf, OT (2008) ¿Verdadero o falso? La memoria se ve afectada de manera diferencial por las elevaciones de cortisol inducidas por el estrés y la actividad simpática en la consolidación y recuperación. *Psiconeuroendocrinología* 33 (10): 1378-1386.
56. McEwan, BS (2016). En busca de la resiliencia: estrés, epigenética y plasticidad cerebral. *NY Acad. Sci.* 1373: 56-64.
57. Lazarus, RS y Folkman, S. (1984). *Estrés, valoración y afrontamiento*. Nueva York: Springer-Verlag
58. Forbes MK, Rapee RM, Camberis A.-L., McMahon CA (2017). Asociaciones únicas entre las características del

temperamento infantil y las trayectorias posteriores de los síntomas psicopatológicos desde la niñez hasta la adolescencia temprana. *Abnorm. Child Psychol.* 45: 1221-1233.

59. Bayer JK, Morgan A., Prendergast LA, Beatson R., Gilbertson T., Bretherton L., Hiscock H. y Rapee RM (2019). Predicción de la ansiedad a nivel clínico de niños pequeños con inhibición temperamental y problemas de internalización de la crianza y el bienestar de los padres: un estudio de población. *Abnorm. Child Psychol.* 47: 1165-1181
60. Edwards SL, Rapee RM, Kennedy S. (2010). Predicción de síntomas de ansiedad en niños en edad preescolar: examen de las perspectivas materna y paterna. *Child Psychol. Psiquiatría.* 51: 313–321.
61. Clauss JA, Blackford JU (2012). Inhibición conductual y riesgo de desarrollar trastorno de ansiedad social: un estudio metaanalítico. *Mermelada. Acad. Niño Adolesc. Psiquiatría.* 51: 1066–1075.
62. Abulizi X., Pryor L., Michel G., Melchior M. y van der Waerden J. (2017). Temperamento en la infancia y problemas emocionales y de comportamiento a los 5,5 años: la cohorte madre-hijo de EDEN. *PLoS ONE.* 12: e0171971.
63. Savage J., Verhulst B., Copeland W., Althoff RR, Lichtenstein P. y Roberson-Nay R. (2015). Un estudio genéticamente informado de la relación longitudinal entre irritabilidad y síntomas de ansiedad / depresión. *Acad. Niño Adolesc. Psiquiatría.* 54: 377–384.
64. Humphreys KL, Schouboe SNF, Kircanski K., Leibenluft E., Stringaris A. y Gotlib IH (2018). Irritabilidad, psicopatología externalizante e internalizante en la adolescencia: asociaciones transversales y longitudinales y moderación por sexo. *Clin. Niño Adolesc. Psychol.:* 1–9.
65. de Quervain, DJF, Roozendaal, B., Nitsch, RM, McGaugh, JL y Hock, C. (2000). La administración aguda de cortisona altera la recuperación de la memoria declarativa a largo plazo en humanos. *Neurosci.* 3: 313–314.
66. Henckens, M., van Wingen, GA, Joëls, M. y Fernandez, G. (2010). Efectos dependientes del tiempo de los corticosteroides en el procesamiento de la amígdala humana. *Neurosci.* 30: 12725–12732.
67. Zoladz, PR, Clark, B., Warnecke, A., Smith, L., Tabar, J. y Talbot, JN (2011). El estrés previo al aprendizaje afecta de manera diferente la memoria a largo plazo para las palabras emocionales, dependiendo de la proximidad temporal a la experiencia de aprendizaje. *Behav.* 103: 467–476.
68. Henckens, MJ, Pu, Z., Hermans, EJ, van Wingen, GA, Joëls, M. y Fernández, G. (2012). Efectos dinámicamente cambiantes de los corticosteroides en el procesamiento prefrontal y del hipocampo humano. *Brain Mapp.* 33: 2885–2897.
69. Wiegert, O., Joëls, M. y Krugers, H. (2006). El tiempo es esencial para los efectos rápidos de la corticosterona sobre la potenciación sináptica en el hipocampo del ratón. *Mem.* 13: 110-113.
70. Cahill, L., Gorski, L. y Le, K. (2003). Consolidación mejorada de la memoria humana con estrés posaprendizaje: interacción con el grado de excitación en la codificación. *Mem.* 10: 270-274.
71. Beckner, VE, Tucker, DM, Delville, Y. y Mohr, DC (2006). El estrés facilita la consolidación de la memoria verbal de una película, pero no afecta la recuperación. *Neurosci.* 120: 518-527.
72. Buchanan, TW, Tranel, D. y Adolphs, R. (2006). La recuperación de la memoria deteriorada se correlaciona con las diferencias individuales en la respuesta al cortisol, pero no con la respuesta autónoma. *Mem.* 13: 382–387.
73. Quesada, AA, Wiemers, EE, UU., Schoofs, D. y Wolf, OT (2012). La exposición al estrés psicosocial afecta la recuperación de la memoria en los niños. *Psychoneuroendocrinology*37: 125-136.
74. Hupbach, A. y Fieman, R. (2012). El estrés moderado mejora la recuperación inmediata y tardía de material educativo relevante en hombres jóvenes sanos. *Neurosci.* 126: 819–825.
75. Quaedflieg, CW, Schwabe, L., Meyer, T. y Smeets, T. (2013). Efectos dependientes del tiempo del estrés antes de la codificación sobre potenciales relacionados con eventos y recuperación retardada de 24 h. *Psychoneuroendocrinology*38: 3057-3069.

76. Schwabe, L. y Wolf, O. (2014). El tiempo importa: la dinámica temporal de los efectos del estrés en la recuperación de la memoria. *Afectar. Behav. Neurosci.* 14: 1041-1048
77. Kuhlmann, S., Piel, M. y Wolf, OT (2005). Recuperación de la memoria deteriorada después del estrés psicosocial en hombres jóvenes sanos. *Neurosci.* 25: 2977-2982.
78. Smeets, T., Giesbrecht, T., Jelacic, M., Merckelbach, H. (2007). Mejora dependiente del contexto del rendimiento de la memoria declarativa después de un estrés psicosocial agudo. *Psychol.* 76 (1-2): 116-23.
79. Schwabe, L. y Wolf, OT (2009). El contexto cuenta: los entornos de prueba y aprendizaje congruentes previenen el deterioro de la recuperación de la memoria después del estrés. *Afectar. Behav. Neurosci.* 9: 229-236.
80. Nader, K. y Hardt, O. (2009). Un único estándar para la memoria: el caso de la reconsolidación. *Rev. Neurosci.* 10: 224-234.
81. Dudai, Y. (2012). El engrama inquieto: las consolidaciones nunca terminan. *Rev. Neurosci.* 35: 227-247.
82. Sandrini, M., Censor, N., Mishoe, J. y Cohen, L. (2013). Papel causal de la corteza prefrontal en el fortalecimiento de los recuerdos episódicos mediante la reconsolidación. *Biol.* 23: 2181-2184.
83. Schwabe, L. y Wolf, OT (2010). El estrés perjudica la reconsolidación de los recuerdos autobiográficos. *Aprender. Mem.* 94: 153-157.
84. Cocozz, V., Maldonado, H. y Delorenzi, A. (2011). La mejora de la reconsolidación con un estresante leve naturalista mejora la expresión de una memoria declarativa en los seres humanos. *Neurociencia*185: 61-72.
85. Bos, MG, Schuijjer, J., Lodestijn, F., Beckers, T. y Kindt, M. (2014). El estrés mejora la reconsolidación de la memoria declarativa. *Psiconeuroendocrinología*46: 102-113.
86. Packard, MG y Teather, LA (1998). Modulación de la amígdala de múltiples sistemas de memoria: hipocampo y caudado-putamen. *Aprender. Mem.* 69: 163-203
87. Packard, MG y Wingard, JC (2004). Amígdala y modulación "emocional" del uso relativo de múltiples sistemas de memoria. *Aprender. Mem.* 82: 243-252.
88. Wingard, JC y Packard, MG (2008). La amígdala y la modulación emocional de la competencia entre la memoria cognitiva y de hábitos. *Brain Res.* 193: 126-131.
89. [89] Joo, HR y Frank, LM (2018). La onda aguda del hipocampo en la recuperación de la memoria para su uso y consolidación inmediatos. *Rev. Neurosci.* 19: 744-757.
90. McDonald, R. (2006). El uso de la evaluación para mejorar la práctica en el aprendizaje y la enseñanza. *Innovaciones en la educación y la enseñanza internacional*43 (1): 3-13.
91. Gulikers, J., Bastiaens, TJ y Kirschner, P. (2004) El marco de cinco dimensiones para una evaluación auténtica. *Investigación y desarrollo de tecnología educativa*52 (3): 67-86.
92. Nicol, DJ y Macfarlane - Dick, D. (2006). Evaluación formativa y aprendizaje autorregulado: un modelo y siete principios de una buena práctica de retroalimentación. *Estudios de educación superior*31 (2): 199-218.