

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Estrategias metodológicas desde el
área de Biología y Geología para
afrontar la diversidad del aula**

Elena M^a Tomás Ferrández

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO
DE ESO, BACHILLERATO, FP Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS**

Especialidad de Biología y Geología

Tutoras: Olga Tortosa Luque y Regina Sánchez Ramón

Curso 2023-24

Índice

1. Resumen y palabras clave.....	1
Abstract and keywords.....	1
2. Introducción.....	2
Educación.....	2
El cerebro.....	2
El cerebro adolescente.....	3
Diversidad en el aula.....	5
Trastorno de déficit de atención e hiperactividad.....	5
Autismo.....	6
Altas capacidades.....	6
3. Neuroeducación.....	7
Emoción.....	8
Curiosidad.....	8
Atención.....	9
Autoestima.....	9
Motivación.....	9
Memoria.....	10
4. Propuesta metodológica: Neurodidáctica.....	12
Estrategias neurodidácticas.....	12
Ejemplo práctico de las estrategias neurodidácticas.....	13
5. Conclusiones.....	15
6. Referencias.....	16
7. Anexos.....	20
Anexo 1.....	20
Anexo 2.....	22
Anexo 3.....	24
Anexo 4.....	25
Anexo 5.....	26

1. Resumen y palabras clave

La mente humana ha sido una incógnita que siempre se ha querido resolver y gracias a los numerosos estudios de los últimos 30 años cada vez se conocen más y más de sus estructuras, funciones, enfermedades y cambios en general. Como con todo lo antes desconocido, el ser humano se ha implicado en su estudio de manera incesante y gracias a eso hoy se pueden comprender hechos tan insólitos como la creación de la memoria, los pensamientos o cómo se genera el propio aprendizaje.

Sobre este último es sobre lo que versa este Trabajo de fin de Máster. En él, se plantean las nociones básicas de aprendizaje y de memoria y cómo se relacionan con la educación, dando paso a términos como la Neuroeducación y Neurodidáctica para poder comprender las barreras a las que se enfrenta el estudiantado y los docentes y establecer las estrategias metodológicas para hacerles frente y así favorecer el aprendizaje atendiendo a los diferentes ritmos de aprendizaje, incluyendo a la diversidad del estudiantado y atendiendo a la diversidad del aula, incluyendo a estudiantado con Trastorno de Atención e Hiperactividad, Trastorno del Espectro Autista (TEA) o estudiantes con altas capacidades.

Palabras claves: Aprendizaje, emoción, autoestima, neurociencia, neuroeducación, atención, educación, neurodidáctica.

Abstract and keywords

The human mind has always been a mystery that we have always wanted to solve and thanks to the numerous studies of the last 30 years we know more and more about its structures, functions, diseases and changes in general. As with everything previously unknown, the human being has been involved in its study incessantly and thanks to that today we can understand facts as unusual as the creation of memory, thoughts or how learning itself is generated.

It is about the latter that this Master's thesis deals with. In it, the basic notions of learning and memory and how they relate to education are raised, giving way to terms such as Neuroeducation and Neurodidactics in order to understand the barriers faced by students and teachers and establish methodological strategies to address them and thus promote learning by addressing the different learning rhythms, including the diversity of the student body and the diversity of the classroom, including students with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), Autism Spectrum Disorder (ASD) or students with high abilities.

Key words: Learning, emotion, self-esteem, neuroscience, neuroeducation, attention, education, neurodidactics.

2. Introducción

Educación

La **educación** ha cambiado mucho en los últimos años y cada vez hay escuelas más novedosas que alejan a los estudiantes de las aulas y los libros para acercarlos al mundo exterior y a las sensaciones y emociones de aprender o extender la clase mediante el uso de las **TICS** (Tecnologías de la Información y la Comunicación). Como cada estudiante es único, su **ritmo de aprendizaje** también lo es y, hasta ahora, el sistema educativo es homogéneo y equipara a todos los estudiantes sin distinguir sus ritmos de aprendizaje (Ortiz, A. (2022)), por eso se cree que es necesario saber cómo se aprende y cómo se potencia ese **aprendizaje** desde los conocimientos de la **neurociencia**, ya que, sabiendo cómo se funciona el **cerebro** humano, se podrá comprender la creación de aprendizaje y de recuerdos para poder atajar cuando esos procesos fallan o tienen **dificultades** ya sean de ritmo o por trastornos más definidos. Así, la educación se aproxima cada vez más a una enseñanza personalizada y efectiva, con la aplicación del Diseño Universal de Aprendizaje (**DUA**) que tiene en cuenta la **diversidad** del alumnado y cuyo objetivo es lograr una **inclusión** efectiva, donde las **competencias** y brindar las herramientas para aprender toman la delantera al aprendizaje memorístico que estaba en vigor hasta el momento, adaptando el **currículo educativo** a los periodos madurativos y a la **individualidad** (Alba Pastor, C. (2019)).

Cuando se habla de aprendizaje, es conveniente hacer referencia a Piaget, quién postuló la teoría del **desarrollo cognitivo** que ha sido fundamental para comprender cómo los seres humanos adquieren conocimientos de la información del entorno y desarrollan habilidades mentales y destrezas. Al ser biólogo, Piaget desarrolló la teoría de la psicogénesis o psicología genética cuyo objeto de estudio es el proceso de estructuración del pensamiento y el conocimiento humano a partir de las estructuras biológicas heredadas genéticamente y cómo el individuo se relaciona con el entorno mediante desequilibrios, es decir, que si no hay un cambio en la mente, no se puede aprender, por lo que se necesita de lo que él llamó "**desequilibrio cognitivo**" para asimilar conceptos y aprenderlos (Palacios, A. M. (2022)). Este desequilibrio cognitivo es relevante en las aulas para que active el cerebro y poder así aprender y memorizar, lo que conlleva a replantear desde cómo debería ser el aula, la temperatura, la luz, los estímulos sonoros a cómo se imparten los contenidos para propiciar el aprendizaje del cerebro humano.

El cerebro

Se entiende el cerebro como conexiones neuronales que coordinan nuestro cuerpo para cumplir con las funciones básicas. Aun siendo de gran complejidad, se pueden distinguir zonas bien definidas como su corteza que está dividida en áreas para el procesamiento de estímulos provenientes de los sentidos (tálamo y corteza) y las áreas donde se elaboran los programas motores (área premotora) con los que se ejecuta la **conducta** (corteza

prefrontal). O el área donde se elaboran los procesos mentales, el **pensamiento** abstracto y simbólico y los **sentimientos** (lóbulo frontal) entre muchas otras zonas. La **neurociencia** estudia todas estas partes en conjunto y por separado, para dar respuestas a todos los procesos cerebrales para poder entenderlos. Aunque la capacidad de aprender, de memorizar y los sentimientos hace al ser humano mucho más complejo, es la necesidad incesante de conocer y aprender del mundo que los rodea y de ellos mismos a todos los niveles. Y a diferencia de nuestros parientes primates, el querer transmitir esos conocimientos. Esa capacidad de enseñar es la que permite ajustar el estilo de aprendizaje a los diferentes niveles madurativos y ritmos, sobre todo a la etapa adolescente, que es a la que va dirigida la enseñanza secundaria. Prestando especial atención al proceso madurativo del cerebro y cómo el cerebro cambia desde temprana edad hasta ser considerado maduro, es decir, el cerebro adolescente.

El cerebro adolescente

Debido a la capacidad que tiene el cerebro para crear nuevas redes neuronales o modificar las que ya posee (**neuroplasticidad**), estos desequilibrios provocan cambios físicos, como un aumento de las conexiones cerebrales, que se van produciendo a medida que el infante va creciendo y en la etapa de la adolescencia la estructura cerebral se va modificando para preparar al individuo para la adultez y madurez estructural (Figura 1) (Martín-Lobo, P. (2015))

Para entender estos cambios, es necesario definir alguna de las partes del cerebro y la función que tiene asociada. Como ya hemos comentado, el cerebro son conexiones, también llamadas **sinapsis**, que conectan neuronas mediante impulsos eléctricos o cambios de potencial para que se realizan acciones como las motoras o las **funciones ejecutivas** que son actividades mentales complejas, necesarias para planificar, organizar, guiar, revisar, regularizar y evaluar el comportamiento necesario para adaptarse eficazmente al entorno y para alcanzar metas ((Vázquez, M. U. (2018)).

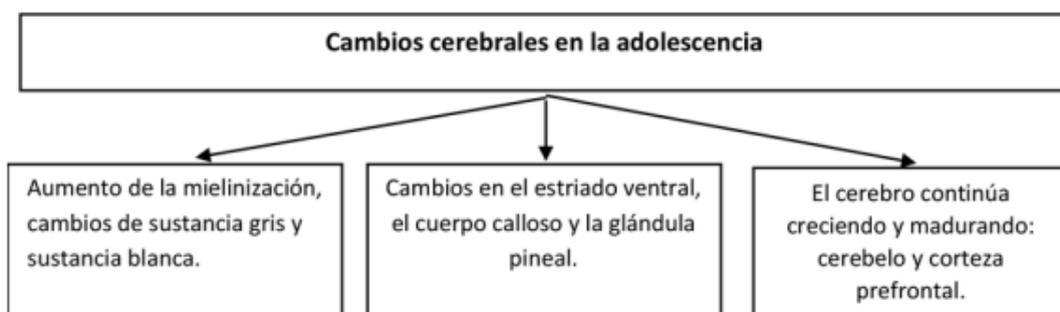


Figura 1: Cambios cerebrales en la adolescencia extraído del manual “La intervención desde la base neuropsicológica y metodologías que favorecen el

rendimiento escolar. Procesos y programas de neuropsicología educativa” de Martín-Lobo, P. (2015).

En la adolescencia se observa un aumento de la **mielinización**, que no es más que un cambio en la velocidad de propagación de los impulsos eléctricos. La mielina es un aislante que las células de la glía que rodean a las neuronas disponen sobre los axones neuronales para que los impulsos pasen de forma saltatoria y adquieran mucha más velocidad. Por lo que, ante una mayor mielinización, obtenemos unas sinapsis mucho más rápidas y una **mejora del aprendizaje** en los adolescentes (Llanderal, I. T. C., & Hernández, M. A. P. (2023)).

Es importante saber que los cuerpos de las células y las dendritas de las neuronas forman la sustancia gris del cerebro y los axones mielinizados de las neuronas forman la **sustancia blanca** del cerebro. Al comienzo de la pubertad, hay un incremento de la **sustancia gris** al haber un desarrollo neuronal y se da un aumento de la densidad de las sinapsis ya que se utilizan más neuronas. También añadir el concepto de **poda sináptica**, que es la eliminación de sinapsis innecesarias o redundantes favoreciendo la eficiencia de las otras conexiones. Por esta razón, los adolescentes pueden hacer cosas mucho más complejas y abordar temas más profundos y abstractos. (Martín-Lobo, P., & Rodríguez Fernández, A. (2015))

Dentro del cerebro encontramos los **ganglios basales** que son estructuras fundamentales para la regulación del movimiento y el aprendizaje motivado por recompensas, entre otras funciones. Los ganglios están compuestos por diversos núcleos, entre los que destaca el cuerpo estriado. En concreto, una parte que se denomina el estriado ventral media en el **aprendizaje** (Figueroba, 2017) y la **conducta motivada** a través de la secreción de **dopamina**. Se ha comprobado que en la adolescencia hay un aumento de la sensibilidad a la dopamina la cual va a activar los circuitos de la respuesta placentera y gratificante, propiciando el aprendizaje y la toma de decisiones. Esta sensibilidad ayuda a explicar lo rápido que aprenden y su gran receptividad a la recompensa por sus reacciones extremas ante el éxito o el fracaso (Ruiz de Somocurcio, 2023).

Entre los dos hemisferios cerebrales encontramos el **cuerpo calloso** que en la adolescencia permite mejor paso de información entre hemisferios y mayor facilidad de **integración** de la información, es decir, será comprendida, interpretada y se integrarán mejor las funciones de **comunicación** y del **lenguaje**. Si se ha producido un buen **desarrollo lateral** en la preadolescencia, se tendrá mayor facilidad para el desarrollo de habilidades de pensamiento, como el análisis, la síntesis y la aplicación de los conocimientos, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Martín-Lobo, P. (2015)).

Hay cambios en la glándula pineal que provoca que la melatonina se segregue más tarde que en niños y el sueño viene muy relacionado con el aprendizaje como veremos más adelante. El cerebelo sigue creciendo y gobierna la

postura, el movimiento y el equilibrio. Y hay cambios en el **lóbulo frontal**, relacionado con el desarrollo de las **funciones ejecutivas** y sus conexiones con otras áreas cerebrales (Martín-Lobo, P. (2015)).

Con todo ello, el cerebro adolescente ya es apto para seguir en constante aprendizaje según la neurociencia y los conocimientos sobre el cerebro de forma general. No obstante, cada individuo presenta unas diferencias que pueden marcar su ritmo de aprendizaje aun partiendo de las mismas estructuras cerebrales. Aunque genéticamente sean muy similares todos los cerebros, su desarrollo puede ser tan diverso como cuántas personas hay en el mundo. No solo se pueden desarrollar trastornos cuantificables según la neurociencia. El **ambiente**, la propia estimulación cerebral o la simple **motivación** pueden llevar a que el aprendizaje no sea igual para cada individuo. Todo ello hace más patente la necesidad de individualizar el estilo de aprendizaje en las aulas para abarcar toda la diversidad.

Diversidad en el aula

Sobre diversidad, se describen grupos de estudiantes que necesitan especial atención y que tienen características en común que se aprecian a nivel cerebral, como son los estudiantes con **autismo**, trastorno por déficit de atención (**TDHA**) o incluso las **altas capacidades**, entre otros y personas sin ninguna dificultad de aprendizaje aparente o “**neurotípicos**” entre los que sigue habiendo diferentes ritmos de aprendizaje. Además, la educación tiene que hacer frente a los casos en los que los estudiantes sean vulnerables para compensar en la medida de lo posible los déficits que puedan tener por riesgo de **exclusión social**, situaciones familiares, económicas o personales y para facilitar un correcto desarrollo de sus capacidades.

Para el concepto de **exclusión** el Intef (2014) dice que implica un proceso de separación entre grupos distintos entre sí y supuestamente homogéneos dentro de sí mismos. Aún así, esta separación no es tan simple debido a que la exclusión incorpora una connotación diferencial entre grupos y uno es considerado mejor que el otro. Esto conlleva a distintos comportamientos con uno u otro grupo lo que promueve diferencias en el acceso a oportunidades y beneficios. Unido al concepto de exclusión, se encuentra el concepto de vulnerabilidad, en el cual se incluyen los estudiantes con necesidades especiales. La segregación por grupos se creía beneficiosa pero numerosos estudios hablan sobre la negatividad que conlleva a un etiquetado, diferenciación o separación para la posterior integración o inclusión en el grupo o en la sociedad y la profundización de las diferencias (Taylor et al., 2010).

Trastorno de déficit de atención e hiperactividad

El **TDHA** se asocia con problemas en **funciones ejecutivas**, como la inhibición de la respuesta, la atención, la memoria de trabajo y la planificación. Al igual que los déficits de funciones ejecutivas, los mecanismos de refuerzo alterados no son específicos del TDHA y no es necesario que estén presentes en todos

los casos. Sin embargo, pueden explicar varios síntomas. Los mecanismos de **refuerzo** en general también pueden involucrar a muchas regiones del cerebro (Tripp y Wickens (2009)).

Los criterios de diagnóstico para el TDAH establecidos por el DSM V incluyen 9 síntomas en cada uno de los dos dominios (falta de atención e hiperactividad/impulsividad). Se definen diferentes subtipos (Predominantemente Inatento, Predominantemente Hiperactivo Impulsivo, Combinado). Para realizar el diagnóstico se necesita observar al menos 6 de los 9 criterios, lo que resulta en una alta variabilidad de casos de TDAH (Purper-Ouakil et al (2011)).

En el TDAH existe un desbalance entre distintos modos de neurotransmisión catecolaminérgica (**dopamina** y noradrenalina), pero también posiblemente de otros neurotransmisores. Una de las funciones principales de las catecolaminas es la regulación del sistema de recompensa orientado a conseguir metas por lo que se ve afectada la realización de tareas por falta de atención al no tener una recompensa asociada y por ello se dificulta tanto el aprendizaje.

Autismo

Los hallazgos neurobiológicos en niños con autismo apoyan diferentes teorías. Una de la más respaldada es la **macrocefalia** ya que se observa en el 20% de los niños con trastorno del espectro autista entre 2 y 3 años de edad, justo cuando aparecen los síntomas centrales del trastorno. Mediante neuroimagen, se observa en el cerebro un crecimiento excesivo de la sustancia blanca cortical y patrones anormales de crecimiento en el **lóbulo frontal**, los **lóbulos temporales** y las **estructuras límbicas** como la amígdala. Estas regiones del cerebro están implicadas en el desarrollo de **capacidades sociales, comunicativas y motoras** que se ven afectadas en el trastorno del espectro autista. (Levy et al, 2009).

La resonancia magnética funcional ha mostrado una **conectividad funcional reducida** relacionada con el **lenguaje**, la **memoria de trabajo**, la **cognición o percepción social** y la **resolución de problemas**. Se destaca la hipoactivación del área fusiforme de la cara, asociada con déficits en la percepción de las personas en comparación con los objetos, lo que podría relacionarse con la **actividad alterada** de las **neuronas espejo** en la circunvolución frontal inferior, ya que al no reconocer caras, las neuronas espejo no son activadas por tanto no aprenden por imitación, punto crítico en esa edad (Levy et al, 2009).

Altas capacidades

Al contrario de lo que se pueda pensar, las personas superdotadas generalmente no tienen cerebros significativamente con mayores dimensiones que el promedio. Lo que sí parecen tener es un volumen de **sustancia gris** mayor dentro de áreas específicas de sus cerebros (lóbulos frontal, temporal y

parietal). Este mayor volumen de sustancia gris se cree que permite **integrar información** a un ritmo mayor, obteniendo diferencias cualitativas significativas en el aprendizaje.

Estas regiones cerebrales más grandes se correlacionan con áreas asociadas con una inteligencia superior y con experiencias de procesamiento sensorial. Específicamente, las áreas del lenguaje, el procesamiento sensorial, la visión y las emocionales se ven afectadas positivamente, dando explicación a la rapidez de **procesamiento** y **aprendizaje** de los estudiantes con altas capacidades. (Duncan, s/f).

3. Neuroeducación

La **neuroeducación**, según Francisco Mora (2021), es una nueva perspectiva de la enseñanza basada en la **neurociencia**, la **pedagogía** y la **psicología**, haciendo una combinación que nos permite saber cómo funciona el cerebro, cómo piensan y se comportan las personas y cómo aprenden para así mejorar la labor docente al mejorar el abordaje del aprendizaje desde la ciencia, siendo resumida esta interacción en la Figura 3 .

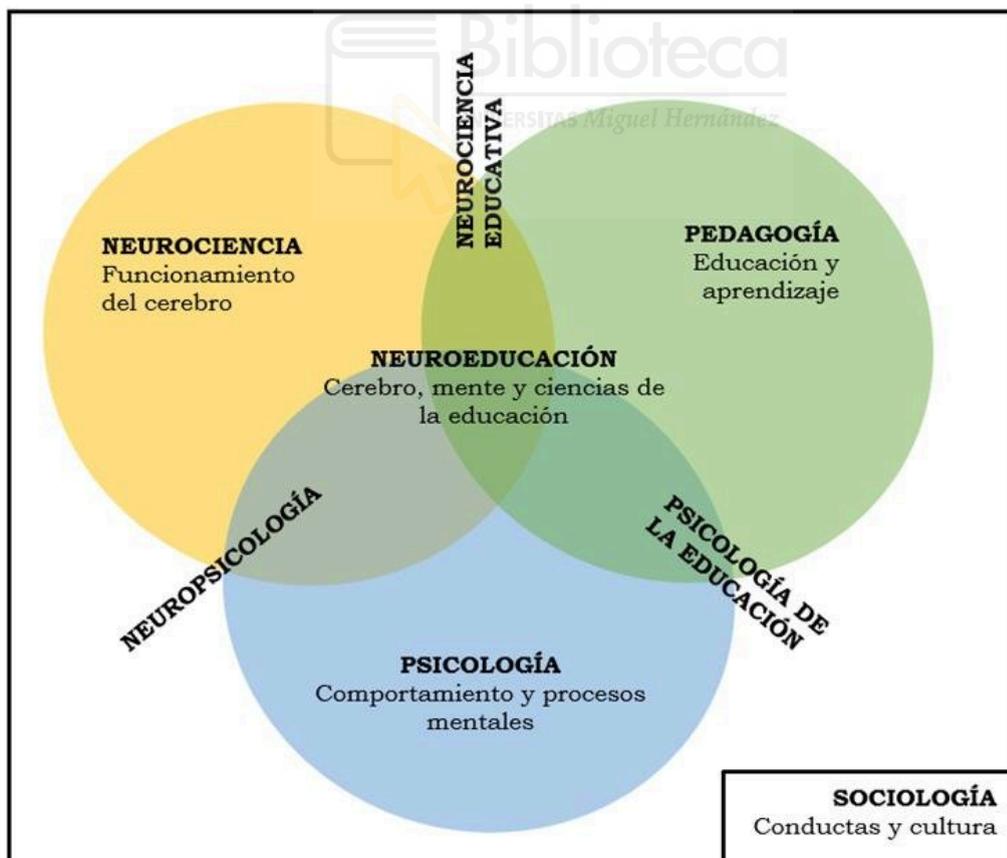


Figura 3: ¿Qué es la Neuroeducación? (Adaptado de Carballo y Portero, 2018, p.23; Tokuhama-Espinosa, 2011 por Elena Betegón, 2019).

También es necesario aprender todos los componentes de la **atención**, en términos neurobiológicos y educativos, para **programar** mejor las clases y adecuar los contenidos que se enseñan para ser más efectivos y eficientes e incluso lo que se llama "**neuroarquitectura**" que serían las condiciones de las aulas como temperatura, luminosidad, aireación necesarias para un mayor desarrollo neuronal y favorecimiento del aprendizaje. Además, hay diversos componentes necesarios para un buen aprendizaje como son la **emoción**, la **curiosidad** y la **autoestima** y la **motivación** que hay que tener en cuenta al programar en las aulas.

Emoción

Las emociones son muy importantes ya que le dan un sentido único a nuestras percepciones y nos ayudan en el aprendizaje al **integrar** la **información**. Se crean en el **sistema límbico** del cerebro ya que procesa la información recibida por los sentidos y la analiza otorgándole un **componente emocional**, ya sea bueno o malo y, tras esto, pasa a las áreas de asociación de la corteza cerebral donde se edifican los **procesos mentales**, los de **razón** y **pensamiento** y se elaboran las ya nombradas funciones ejecutivas complejas. Posteriormente, esa información ya **etiquetada emocionalmente** se transforma en un recuerdo gracias al **hipocampo**, de donde regresará cada vez que algo nos recuerde a esa información. Además, las emociones también marcan nuestra **conducta** y la **motivación** que se tiene a la hora de enseñar o aprender. Por lo que el binomio **Cognición-Emoción** es imprescindible para el aprendizaje como ya dijo Piaget en su momento.

Dentro de las emociones, cabe destacar que en la docencia hasta hace pocos años se valía de **emociones negativas** para promover el aprendizaje y se ha comprobado que estás prácticas no son eficaces para mejorarlo, mientras que sí lo hacen las **emociones positivas**, como sorpresa y felicidad. Por ello y para poner en relevancia la importancia de las emociones en el aprendizaje, hay que destacar que un estudiante que venga de un entorno familiar desestructurado pero no tenga ningún problema de aprendizaje categorizado, sí puede mostrar menor rendimiento en los estudios debido a sufrir apatía por su situación, que verá menguada su atención y, por tanto su aprendizaje.

Curiosidad

La **curiosidad** es la que hace que se preste **atención** a las cosas y, es importante destacar, que sin atención no hay **aprendizaje** porque la información no ha sido integrada por nuestro cerebro. Por tanto, provocar curiosidad va a hacer que los estudiantes estén más atentos, ya que al final, satisfacer esa curiosidad puede ser un tipo de motivación, y, para ello, hay diferentes modos de conseguirlo. Si, por ejemplo, se empieza la clase con una pregunta que se resuelve durante la misma, una anécdota que se deja a medio contar o un ejemplo muy chocante, se obtendrá la atención de los estudiantes. También se puede optar por clases más amenas si se promueven actividades

como debates o trabajos grupales que provoquen interacciones entre los propios estudiantes y no solo docente-estudiante y reforzar la participación.

Atención

Al prestar **atención**, se consigue activar nuestra consciencia al conectar las neuronas de las **corteza cerebral** y el **tálamo**, es decir, la atención nos hace **consciente** de lo que estamos procesando en ese momento. Para ello, el **sistema de recompensa** funciona mucho mejor que el de castigo como ya se ha comentado, debido a que el neurotransmisor **dopamina** actúa en el centro de recompensa haciendo atractiva la actividad que se está produciendo. Aunque hay autores que diferencian tipos de atención según su duración o si mantienen un foco fijo o disperso entre otros criterios, la atención necesaria para el aprendizaje es aquella que involucra a todas las estructuras cerebrales para integrar la información que se le proporciona, que se integre con alguna **emoción** en el **sistema límbico** y después se **memoriza** en el **hipocampo**.

Autoestima

El aprendizaje basado en el error es muy importante debido a que toda información que se integre y se corrija, se procesa varias veces lo que conlleva a una mayor integración que permite una memorización más fácil, pero para ello el docente tiene la responsabilidad de que el estudiante que se equivoque no vea su autoestima menguada, lo que es una tarea muy ardua cuando se habla de adolescentes. La **autoestima** es uno de los pilares que debe sostener el **aprendizaje**. Si un estudiante no confía en sí mismo, no va a poder autoconvencerse de que lo que piensa es correcto y va a necesitar del refuerzo externo, por lo que va a perder la confianza y su validación interna que le permitiría buscar **motivación intrínseca**. En el aula, se debe reforzar que cada estudiante adquiera la autoestima necesaria para ser partícipe de la clase o resolver los problemas planteados. Los problemas o cuestiones deben ser un reto pero siendo asequibles para evitar la frustración o el estrés excesivo que sería contraproducente a la hora de aprender. Es fundamental que el aula tenga un ambiente cooperativo y cordial desde el respeto y la responsabilidad afectiva, poniendo sentimiento no solo en el aprendizaje sino también en las interacciones sociales.

Motivación

El último componente que se va a comentar para obtener un **aprendizaje** óptimo es la **motivación**. Como ya se ha comentado, el sistema de recompensa en los adolescentes genera **dopamina** que favorece el aprendizaje. Al hablar de **recompensa**, se cree que es que el entorno ofrezca algo, como cuando a un niño se le ofrece una recompensa cuando realiza una acción, pero en ese caso la motivación es **extrínseca** y momentánea, una vez conseguida la recompensa ya no hay razón para seguir. El aprendizaje es bastante prolongado a través de los años y diferentes estudios respaldan que la motivación extrínseca no es la mejor para propiciarlo, lo que lleva a pensar

en cómo convertir el aprendizaje en algo que el estudiante quiera hacer por sí mismo y no por obligación (Usán Supervía., P., & Salavera Bordás, C. (2018)). El docente debe promover que la motivación del estudiante sea **intrínseca** mediante los componentes ya comentados como la curiosidad, emoción o autoestima, es decir, que el estudiante vea la recompensa en su formación y no en halagos, calificaciones o recompensas externas y así haya mayor esfuerzo académico, mejores expectativas y mayor empeño en el desarrollo de las tareas escolares (González Fernández et al., 2020).

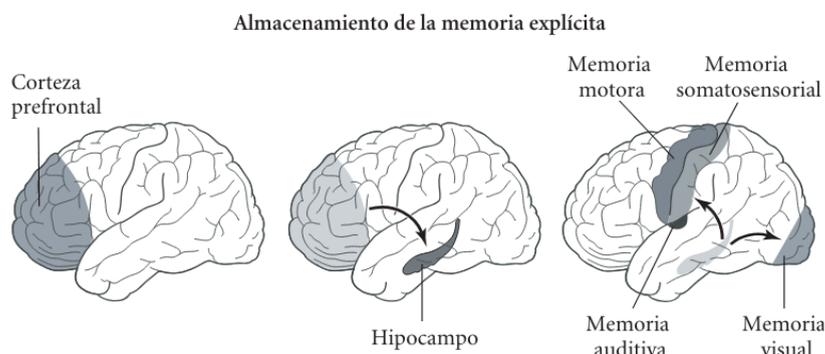
En este apartado, hay que prestar especial atención a los estudiantes con **TDAH**, ya que su motivación puede verse bastante reducida por su disminución de actividad del sistema de recompensa. Por tanto, se debe individualizar la motivación de este tipo de estudiantado para que encuentren una motivación intrínseca para poder mantener la atención y así obtener estrategias para poder aprender por sí mismo de manera eficiente.

Memoria

La memoria se puede definir como la capacidad de integrar la información y almacenarla para su posterior uso ya sea de forma consciente o inconsciente. Diferenciamos entre memoria explícita, declarativa o consciente que se puede recordar a voluntad y la inconsciente, no declarativa, de trabajo o implícita que es aquella información que integramos para su uso en forma de destrezas o hábitos. Por ejemplo, las personas que saben tocar el piano lo hacen de forma inconsciente (memoria implícita), mientras que si piensan en el recuerdo de su primera vez tocando el piano lo evocan de forma consciente (memoria explícita).

A corto plazo, la **memoria explícita** se almacena en la corteza prefrontal y se convierten en recuerdos de largo plazo en el hipocampo y para después ser almacenadas en las distintas zonas de la corteza correspondientes a los sentidos involucrados originalmente. La **memoria implícita** relativa a destrezas, hábitos y condicionamientos se almacena en el cerebelo, el cuerpo estriado y la amígdala (Figura 3).

En la imagen se observa que la memoria explícita, que es la asociada con el aprendizaje de conocimientos, pasa por tres zonas: la corteza prefrontal donde se producen las funciones ejecutivas, el hipocampo donde se almacena por un breve periodo de tiempo y donde se crea el recuerdo y, después, cómo se produce la consolidación del recuerdo en la red de memoria asociada a la zona de la corteza que procesa ese estímulo por primera vez, por ejemplo, si es un recuerdo de un sonido se almacena en la red neuronal de memoria asociado a la corteza somatosensorial auditiva.



Almacenamiento de la memoria implícita

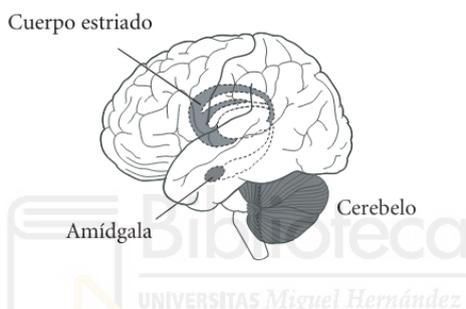


Figura 3: Almacenamiento de la memoria explícita e implícita, extraída del libro “En busca de la memoria” de Kandel Eric (2007).

Esto conlleva a que cada vez que se recuerda una información de tipo declarativa, se active el área de la corteza cerebral correspondiente y se refuercen esas **conexiones neuronales** demostrando una vez más la **neuroplasticidad**, por lo que cuántas más veces se piense y recuerde una información, más fácil será evocado y más tiempo durará en nuestra memoria. Pero, aunque eso parezca indicar que la memorización es lo ideal para el aprendizaje, hay que recordar que la memoria funciona mejor con **emoción** que con repeticiones sin más.

Llegados a este punto y tras la revisión de la bibliografía pertinente, la propuesta metodológica para dar respuesta a la diversidad del alumnado no es otra que la aplicación de la neurociencia a las aulas mediante la neurodidáctica aprovechando que los docentes del área de Biología y Geología son, dentro de los institutos, los más afines a dicha ciencia y los que ya cuentan con estudios previos que facilitan la comprensión de la terminología neurocientífica.

4. Propuesta metodológica: Neurodidáctica

La **neurodidáctica** es la aplicación de la **neuroeducación** que es la base donde confluyen la **psicología**, la **pedagogía** y la **neurociencia**. Una vez conocemos cómo aprende el cerebro, el cómo aplicarlo pasa a ser de vital importancia. Se necesita **estimular el aprendizaje** desde la **individualidad** y

la libertad de elección para propiciarlo con niveles bajos de estrés. Dentro de cada individualidad, hay que reconocer que el aprendizaje está muy influenciado por el contexto familiar y que su implicación es una pieza clave para el correcto aprendizaje del estudiantado.

La tarea como docentes es averiguar cómo favorecer que el estudiante desarrolle ciertas habilidades cognitivas, emocionales, artísticas, de lectura y/o meditación (Brandmeyer et al., 2019) que inducen a la neurogénesis del cerebro a través de la configuración activa e intencional de nuestro cerebro (**neuroplasticidad**) y pueden dar un **impacto positivo** al **aprendizaje**. La bibliografía pone de manifiesto una serie de estrategias neurodidácticas aplicadas al estudio de las ciencias naturales (Boscán (2011), dividiéndolas en tres modalidades (operativas, metodológicas y socio-emocionales) (Tapia et al., 2017).

Estrategias neurodidácticas

Por un lado, las **estrategias operativas** se basan en cómo efectuar la clase para propiciar el aprendizaje. Esta estrategia estaría compuesto por el uso de reglas mnemotécnicas, analogías y metáforas, interacciones con los estudiantes, la mayéutica o los recordatorios de conocimientos previos. Por tanto, esta estrategia se basa en cómo llamar la **atención** y avivar la **curiosidad** de los estudiantes para **facilitar el aprendizaje**.

Por otro lado, las **estrategias socioemocionales** buscan el bienestar del estudiante para facilitar el aprendizaje operando sobre **aspectos fisiológicos, psicológicos y conductuales**, como las reflexiones sobre sentimientos, la relajación, la retroalimentación o la sensibilización. Entre ellas, es conveniente destacar la **retroalimentación** ya que es un buen punto para conocer los errores y aprender de ellos. Así mismo, es especialmente útil para cuidar la **autoestima** de los estudiantes mediante comentarios positivos y constructivos. En general, para el aprendizaje hace falta **emoción**, por lo que si se despierta este sentimiento en el estudiante se va a mejorar su rendimiento y su aprendizaje.

Y para finalizar, las **estrategias metodológicas** son el nexo entre las estrategias operativas y socio-emocionales y pueden ayudar a la construcción y estructuración de los conocimientos mediante **mapas mentales, mapas conceptuales**, uso de las **TIC**, ya sea para apoyar visualmente las explicaciones como para hacer más interactivas las clases mediante **gamificación** o uso de recursos educativos disponibles. Aun así, un buen uso de las TIC es sin duda uno de los mayores retos a los que se enfrenta la docencia ya que se cambia el paradigma de la educación, sin olvidar la importancia de otros recursos didácticos. No obstante, los métodos más tradicionales no se deberían sustituir por las tecnologías al menos en los primeros años de escolarización debido a que se ha demostrado que los procesos de formación neuronal ya comentados se ven afectados por su uso (Santamaría, C. C., & Picazo, L. (2023)).

Ejemplo práctico de las estrategias neurodidácticas

Si tomamos de ejemplo una clase de 25 estudiantes de 3º de la ESO con diferentes ritmos de aprendizaje, incluyendo un estudiante TEA, una estudiante TDAH y un estudiante con altas capacidades, la aplicación de las estrategias neurodidácticas son muy variadas. Dentro del temario de biología se encuentra el tema de la célula y se podría realizar actividades como una maqueta de la célula, una infografía donde puedan usar las TICs y una práctica de laboratorio, lo que podría servir para dar muchos ejemplos de estrategias neurodidácticas.

Dentro de las **estrategias operativas**, se pueden realizar analogías entre las células y las personas para recordar sus características principales, pensar a que les recuerdan los orgánulos para memorizarlos por asociación o incluso debatir sobre la propia célula, su importancia o sus funciones. Así se podrá despertar la curiosidad, favoreciendo la atención y facilitando el aprendizaje.

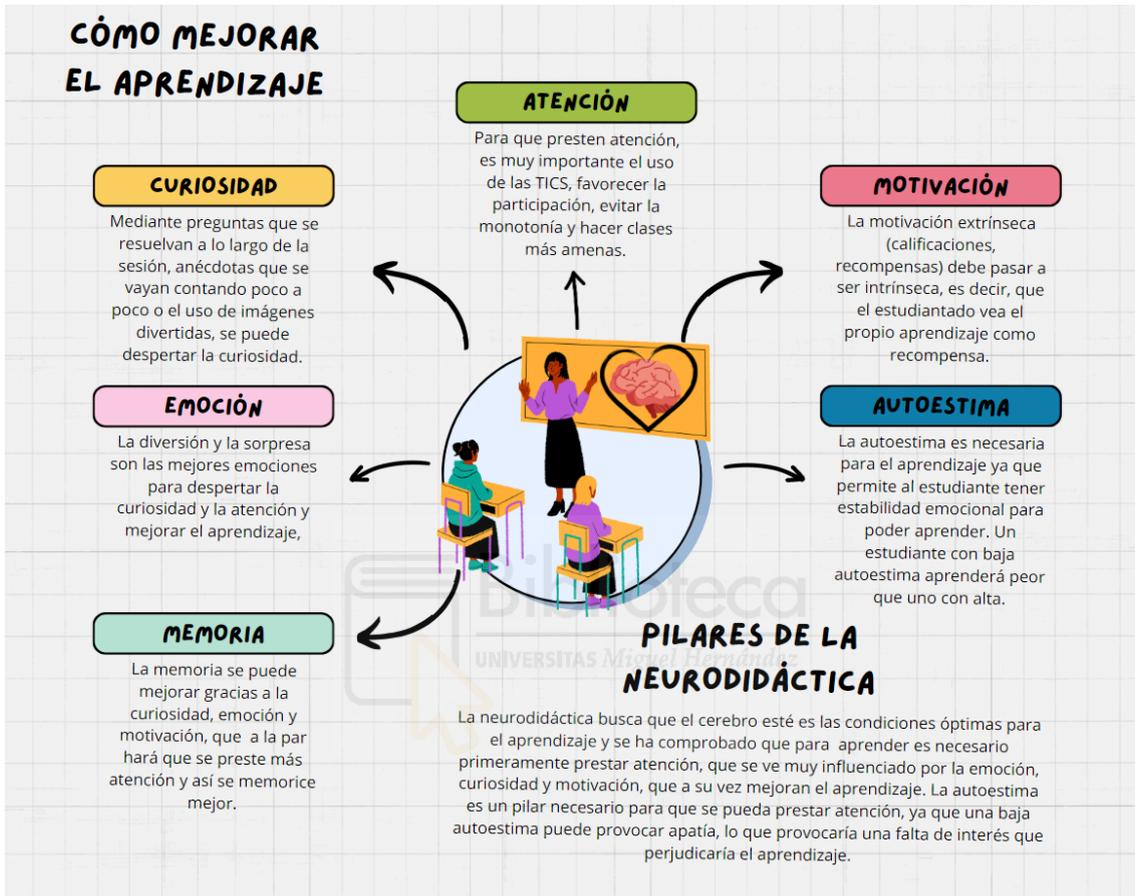
Por otro lado, dentro de las **estrategias socioemocionales**, se puede trabajar en grupos para poder observar las interacciones entre estudiantes, moderándolas y consiguiendo que haya un buen clima, los estudiantes se sientan partícipes y mejoren su estado de ánimo y, por consiguiente, su autoestima y atención. Es muy importante despertar la motivación para que esta estrategia funcione, por lo que se recomienda ser cercano, dar validez a las opiniones de todos los estudiantes y corregir de manera constructiva.

Y para finalizar, dentro las **estrategias metodológicas** se pueden realizar toda clase de **mapas mentales**, **mapas conceptuales**, uso de las TIC para la realización de la infografía (ejemplo en Anexo 1), realizar una **maqueta** con diversos materiales, o incluso una **gamificación** o **una exposición oral**. Es muy importante evitar la monotonía, por lo que el cambio de ambiente, ya sea al laboratorio o al patio, el uso de diferentes materiales o el propio trabajo en grupo es necesario para favorecer la atención.

Todas estas estrategias se pueden evaluar de forma no memorística, por ejemplo con una rúbrica para la maqueta (Anexo 2), con el informe que se cumplimentará en el laboratorio (Anexo 3) que se puede evaluar mediante una lista de cotejo de sí está o no está el ítem (Anexo 4) y mediante la exposición oral de la infografía con una rúbrica (Anexo 5).

Atendiendo a la diversidad, el uso de pictogramas es esencial para el estudiante con TEA, explicaciones clara y que disponga del protocolo de laboratorio días antes, al igual que saber que se va a desplazar de aula ya que suelen ser muy metódicos y tienen a tener dificultades con los cambios inesperados. Respecto a nuestra estudiante con TDAH, es muy importante llamar su atención para que se focalice, tal vez con anécdotas, haciéndole participe con preguntas o avisando de que se le va a preguntar algo en concreto durante la clase. El estudiante de altas capacidades debe encontrar algún reto durante la clase, por lo que es muy importante preparar algo con

más nivel para él, sin que implique más trabajo, sólo es necesario que se le motive.





5. Conclusiones

Tomando en consideración todo lo expuesto anteriormente, el uso de los conocimientos brindados por la neurociencia al campo de la educación puede ser de gran utilidad si se consigue su correcta aplicación. La conjunción de la psicología, la educación y la neurociencia avanza cada vez más a las aulas para facilitar el **aprendizaje** de todos los estudiantes atajando sus particularidades para crear **estrategias** cada vez más perfeccionadas para llevar a cabo el aprendizaje de forma cada vez más efectiva. Francisco Mora habló en su momento de “Neuroeducadores” una figura ajena a las clases que enseñaba sobre aprendizaje a los docentes pero de forma ajena a las aulas y a la participación en clase, es decir, como el departamento de Orientación educativa pero para profesores. Esta idea fue descartada por otros autores como David Bueno, que en “Neurociencia para educadores” (2019) pone el foco en los propios docentes para esta labor.

Por ello, aprovechando que el sistema educativo está cambiando y ahora tiene un enfoque competencial gracias a la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE) que se basa en el **DUA** para mitigar las diferencias en los ritmos de aprendizaje, parece de vital importancia cambiar la visión que se tiene de la labor docente por los propios docentes y animar a que se tomen estrategias que beneficien a los estudiantes a aprender.

A pesar de todos los estudios que indican que la neuroeducación favorecería el aprendizaje, aún no está tan implementada en las aulas. Aún así, los términos **autoestima**, **inteligencia emocional** o **motivación** están en auge, por lo que a pesar de no relacionarlos con la neuroeducación o saber su causa-efecto, sí que hay un aumento de los artículos relacionados con estos términos que provocan un cambio en las situaciones de aprendizaje que se observan en los institutos y, lo esperable, es un futuro cambio en la sociedad para fomentar este tipo de prácticas.

Dentro del aula, los estudiantes deben tener su **individualidad** y a la vez tener un entorno que promueva la **participación** entre todos, la desaparición de las desigualdades y el fomento de la **autoestima**. Aunque no es tarea fácil, las actividades como trabajos en grupos, tareas compartidas o debates, son esenciales para este fin. Por ello, se necesita sin duda que el docente tenga especial atención en crear este clima y en reforzar todas las conductas positivas y extinguir las negativas mediante retroalimentación adecuada.

Aunque ya hablamos de aulas con adolescentes, también es importante fomentar la neuroeducación desde la escuela ya que hay períodos más eficientes en cuanto aprendizaje se refiere y es de vital importancia la detección temprana e identificación de las necesidades del estudiantado que permita dar respuesta a sus necesidades en la medida de lo posible.

En conclusión, la **neurodidáctica** pretende abarcar el **aprendizaje** teniendo en cuenta sus componentes **emocionales**, **atencionales** y **motivacionales** desde el punto de vista neurocientífico para poder dar respuesta a los distintos **ritmos de aprendizaje** de la mejor manera posible y ayudando a que los estudiantes no sólo consigan sus metas escolares si no también un crecimiento integral de la persona, que permita desenvolverse de manera correcta en cualquier ámbito de su vida futura.

6. Referencias

1. Alba Pastor, C. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje: un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación educativa*, 6(9), 55-68.
2. Antón A., Madriz L., Hidalgo M R. (2016). Neurodidáctica y estrategias de aprendizaje para la inclusión. *Desarrollo de competencias comunicativas en niños y niñas con riesgo biológico y/o social*. *Revista nacional e internacional de educación inclusiva*.

3. Boscán, A (2011) Modelo didáctico basado en las neurociencias para la enseñanza de las Ciencias Naturales.
4. Brandmeyer, T., Delorme, A., y Wahbeh, H. (2019). The neuroscience of meditation: classification, phenomenology, correlates, and mechanisms. En *Progress in Brain Research* (Vol. 244, pp. 1-29). <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.10.020>
5. Briones Cedeño Gina Carlota, & Benavides Bailón Jeovanny. (2021). estrategias neurodidácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de educación básica. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5512773>
6. Bueno i Torrens, D. (2019). Neurociencia para educadores: Todo lo que los educadores siempre han querido saber sobre el cerebro de sus alumnos y nunca nadie se ha atrevido a explicárselo de manera comprensible y útil. Ediciones Octaedro.
7. Duncan, S. (s/f). Neuroscience of giftedness: Physiology of the Brain. Gro-Gifted. Recuperado el 12 de mayo de 2024, de <https://gro-gifted.org/the-neuroscience-of-giftedness/>
8. Figueroba, A. (2017, abril 26). Cuerpo estriado: estructura, funciones y trastornos asociados. pymOrganization. <https://psicologiyamente.com/neurociencias/cuerpo-estriado>
9. Gento Palacios, S., González-Fernández, R., & Silfa Sención, H.-O. (2020). Dimensión afectiva del liderazgo pedagógico del docente. *Revista complutense de educación*, 31(4), 485–495. <https://doi.org/10.5209/rced.65635>
10. Levy, S. E., Mandell, D. S., & Schultz, R. T. (2009). Autism. *Lancet*, 374(9701), 1627–1638. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(09\)61376-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(09)61376-3)
11. Llanderal, I. T. C., & Hernández, M. A. P. (2023). El increíble cerebro adolescente y la educación. *Revista de la Innovación a la Práctica*, 2(2), 6-12.
12. López Moratalla, N. (2016). Cerebro de las funciones ejecutivas: Más allá de los lóbulos frontales. España: Digital Reasons SC.

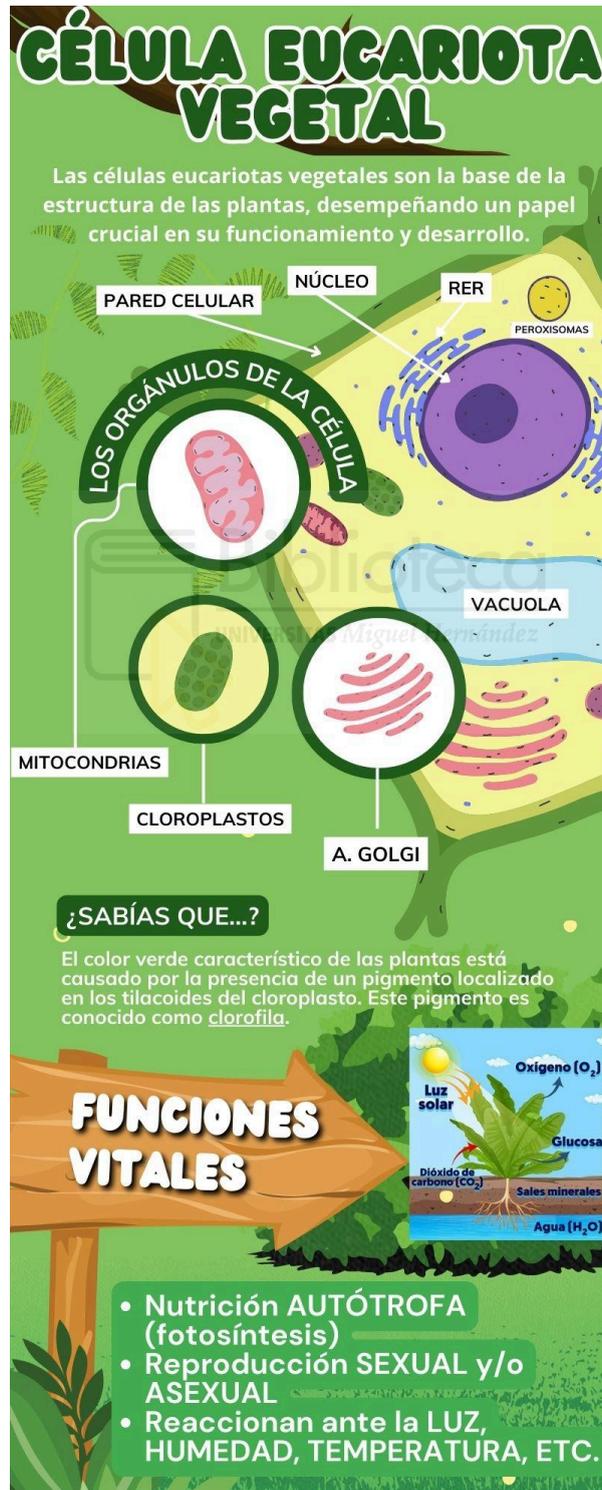
13. Martín-Lobo, P. (2015). Procesos y programas de neuropsicología educativa. Ministerio de Educación.
14. Martín-Lobo, P., & Rodríguez Fernández, A. (2015). La intervención desde la base neuropsicológica y metodologías que favorecen el rendimiento escolar. Procesos y programas de neuropsicología educativa, 14-33.
15. Mora, F. (2021). Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama. Alianza Editorial.
16. Nuevas estadísticas del alumnado con necesidad específica de apoyo educativo. (s/f). INTEF. Recuperado el 14 de mayo de 2024, de <https://intef.es/Noticias/nuevas-estadisticas-del-alumnado-con-necesidad-especifica-de-apoyo-educativo/>
17. ORTIZ, A. (2022). Neuroeducación.: ¿Cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes?. Colombia: Ediciones de la U.
18. Palacios, A. M. (2022). Abordajes del aprendizaje y la construcción del conocimiento.
19. Purper-Ouakil, D., Ramoz, N., Lepagnol-Bestel, A.-M., Gorwood, P., & Simonneau, M. (2011). Neurobiology of attention deficit/hyperactivity disorder. *Pediatric Research*, 69(5 Pt 2), 69R-76R. <https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e318212b40f>
20. Ruiz de Somocurcio, C. (2023). La singularidad del cerebro adolescente (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - UPC, Ed.). Editorial UPC.
21. Sandoval Mena, M., Álvarez-Rementería Álvarez, M., & Darretxe Urrutxi, L. (2022). La evolución de la escolarización del alumnado en Educación Especial en España: a 25 años de la Declaración de Salamanca. *Aula Abierta*, 51(4), 385–394. <https://doi.org/10.17811/rifie.51.4.2022.385-394>
22. Santamaría, C. C., & Picazo, L. (2023). El uso de pantallas en edades tempranas y su influencia en el desarrollo del lenguaje. *Revista Memorare*, 10(2), 113-135.

23. Tapia, AA, Anchatuña, AL, Cueva, MC, Poma, RM, Jiménez, SF, & Corrales, EN (2017). Las neurociencias. Una visión de su aplicación en al educación.
24. Taylor, L. M., Hume, I. R., & Welsh, N. (2010). Labelling and self-esteem: the impact of using specific vs. generic labels. *Educational Psychology*, 30(2), 191–202. <https://doi.org/10.1080/01443410903494478>
25. Tripp, G., & Wickens, J. R. (2009). Neurobiology of ADHD. *Neuropharmacology*, 57(7–8), 579–589. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2009.07.026>
26. Usán Supervía., P., & Salavera Bordás, C. (2018). Motivación escolar, inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. *Actualidades en psicología: AP*, 32(125), 95. <https://doi.org/10.15517/ap.v32i125.32123>
27. Vázquez, M. U. (2018). Trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad TDA/H: estrategias docentes. *Educación inclusiva*, 147.

7. Anexos

Anexo 1

Ejemplo de infografía



Anexo 2

Rúbricas que evalúan la maqueta y la infografía elaboradas por el alumnado

	Excelente (9-10)	Notable (7-8)	Suficiente (5-6)	Insuficiente (4-3-2-1)
Organización 3 puntos	La maqueta está bien organizada, tipificada, todos los elementos claramente identificados	La maqueta está bien organizada, tipificada y con la mayoría de los componentes identificados	La maqueta está organizada y se menciona el tipo de célula, pero no se identifican todos los elementos	La maqueta no está bien organizada, no se identifican ni el tipo de célula ni los elementos
Planificación 3 puntos	Se ha planificado correctamente el trabajo repartiendo equilibradamente responsabilidades, el material y temporalización	Se ha planificado moderadamente bien el trabajo repartiendo responsabilidades, material y tiempo	Se ha planificado repartiendo someramente responsabilidades, material y tiempo	No se ha planificado el trabajo, no hay reparto de responsabilidades, materiales ni temporalización
Calidad 2 puntos	Calidad La maqueta se presentó limpia y en perfectas condiciones	La maqueta está limpia	La maqueta no está limpia y tiene algunos elementos despegados o en mal estado	La maqueta no está rota, despegada o sucia
Creatividad 1 punto	Varios elementos de la maqueta reflejan elevado grado de creatividad	Uno o dos elementos de la maqueta reflejan alto grado de creatividad	Un elemento de la maqueta denota creatividad pero las ideas eran más típicas que creativas	Los elementos presentes en la maqueta no denotan creatividad
Orden 1 punto	Ha trabajado en su sitio y al finalizar todo queda muy limpio y recogido	Ha trabajado en su sitio y al finalizar queda todo bastante limpio o recogido	Le cuesta trabajar en su sitio y al finalizar queda todo algo sucio y desordenado	No trabaja en su sitio y al terminar queda todo sucio y desordenado

	Excelente (9-10)	Notable (7-8)	Suficiente (5-6)	Insuficiente (4-3-2-1)
Contenido infografía 3 puntos	Información completamente clara y concisa. Se usan correctamente las palabras clave	La información es bastante clara y concisa. Se utilizan adecuadamente algunas de las palabras clave	La información es poco clara y concisa. Se utilizan pocas palabras clave del contenido	La información no es clara y concisa. No se utilizan palabras clave
Organización de la información 3 puntos	Todas las ideas principales quedan bien evidenciadas. La información está muy organizada y estructurada	Casi todas las ideas principales quedan bien evidenciadas. La información está organizada y estructurada	Hay pocas ideas principales evidenciadas. La información está poco organizada y estructurada	No quedan claras las ideas clave. La información está desorganizada y desestructurada
Diseño 2 puntos	Es muy llamativa, hay equilibrio imágenes/texto. El texto se lee perfectamente. La estructura es muy adecuada. Se ha aprovechado bien el espacio	Es llamativa, suele haber equilibrio imágenes/texto. El texto se lee bastante bien. La estructura es adecuada. Se ha aprovechado bastante bien el espacio	Es poco llamativa y hay poco equilibrio imágenes/texto. El texto es poco legible. La estructura es poco adecuada. No se aprovecha bien el espacio disponible	No llama la atención y no hay equilibrio imágenes/texto. El texto no es legible. La estructura no es adecuada. No se aprovecha el espacio disponible
Ortografía 2 punto	No hay errores ortográficos, gramaticales ni de puntuación	No hay prácticamente errores ortográficos, gramaticales ni de puntuación	Hay algunos errores ortográficos, gramaticales y/o de puntuación	Hay bastantes errores ortográficos, gramaticales y/o de puntuación

Anexo 3

Informe a cumplimentar por los alumnos

IES PROPUESTA

TRABAJO DE CLASE

Informe de Laboratorio

Autor: Irene Pardo
Clase: 3A

Año 2024

PRÁCTICA DE LABORATORIO:
Si no lo veo, no me lo creo. ¿Existe un mundo invisible al ojo humano?

NOMBRE: _____
FECHA: _____ CURSO: _____

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

MATERIALES

- Placas Petri
- Medio con agar
- Hisopos estériles
- Jabón de manos
- Gel hidroalcohólico
- Grifo de agua corriente
- Papel

INSTRUCCIONES DE LA PRÁCTICA

Protocolo de la práctica

Cada grupo recibirá 4 placas Petri para realizar una siembra con:

1. Manos sin lavar
2. Manos lavadas siguiendo las instrucciones de la siguiente página
3. Muestra de la nariz
4. y 5. Muestras a elegir por el alumno

Tomaremos las diferentes muestras con el hisopo estéril. Y siguiendo los siguientes movimientos sembraremos la muestra.



Guardaremos las placas a temperatura ambiente durante 2 días hasta su visualización.

¿Cómo nos lavamos las manos?



1. Abre el grifo y lava las manos abundantemente con una cantidad adecuada de jabón líquido
2. Frota suavemente: palma sobre palma, palma sobre dorso y profundizar en la zona interdigital (cada movimiento unos 10 segundos)
3. Frota el dedo pulgar de una mano con la otra, en movimientos circulares; repetir la operación con la mano contraria.
4. Frota la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la izquierda haciendo movimientos de rotación y viceversa.
5. Aclarar con abundante agua
6. Secar con una toalla desechable de papel sin restregar.
7. Cerrar el grifo con la toalla en la mano, sin tocarlo con las manos. El lavado con la solución de alcohol éter los mismos pasos, pero se realiza sin agua y se deja secar al aire.

HIPOTESIS INICIAL

Describe brevemente que esperas que ocurra en las placas sembradas hoy:

DISCUSIÓN

Análisis de la experiencia

1. ¿Cómo se observan en la placa la presencia de microorganismos?
2. ¿Qué microorganismos crecieron en mayor cantidad? ¿A qué reino pertenecen?
3. ¿Se notan diferencias entre las colonias? ¿Cuáles son esas diferencias?
4. ¿En qué número de placa hay mayor presencia de microorganismos? ¿Coincide con tu hipótesis previa?
5. ¿En qué número de placas hay menor presencia de microorganismos? ¿Coincide con tu hipótesis previa?
6. ¿Qué conclusiones puedes sacar al respecto?
7. A partir de la experiencia realizada y de las conclusiones obtenidas ¿qué medidas de prevención tomarías? ¿Qué aconsejarías, por ejemplo, a las personas que manipulan alimentos o trabajan en un hospital?
8. ¿Todas las bacterias son malas? ¿Hay en nuestro organismo bacterias que cumplen una función? Pon un ejemplo.

CONCLUSIÓN

Anexo 4

Lista de cotejo para la evaluación de práctica de laboratorio

	Criterios	Si	No
20%	Identifica y utiliza correctamente el material de laboratorio.		
	Cumple con las normas de seguridad en el laboratorio y cuida el material.		
	Deja el material recogido, ordenado y limpio al terminar.		
10%	Muestra actitudes de cooperación y participación responsable en las tareas de grupo.		
	Se expresa usando correctamente el vocabulario y lenguaje científicos.		
	Muestra esfuerzo y autonomía en el trabajo personal en el laboratorio.		
30%	Completa satisfactoriamente los apartados solicitados en el informe.		
	Muestra una buena interpretación de la información ligada al tema científico.		
30%	Explica y expone con coherencia y claridad las ideas.		
	Plantea una hipótesis clara y relevante sobre la actividad.		
	Argumenta de forma razonada en base a evidencias científicas, orientadas hacia la confirmación o no de una hipótesis.		
10%	Expresa opiniones personales que aportan un valor añadido al informe (curiosidad, interés, rigor y precisión, pensamiento crítico...).		
	Muestran creatividad en la búsqueda de respuestas a los interrogantes planteados.		



Anexo 5

Rúbrica que evalúa la exposición oral del estudiantado

	Excelente (9-10)	Notable (7-8)	Suficiente (5-6)	Insuficiente (4-3-2-1)
Contenidos 4 puntos	El alumno trabaja todos los contenidos propuestos para este proyecto con una buena profundización	El alumno trabaja casi todos los contenidos propuestos para este proyecto con una buena profundización	El alumno trabaja la mitad de los contenidos propuestos para este proyecto y no profundiza mucho	El alumno no trabaja muchos de los contenidos propuestos para este proyecto y apenas profundiza en los mismos
Presentación oral 2 puntos	El ponente conoce perfectamente el tema del que habla y lo hace de forma clara, amena e hilando las ideas	El ponente conoce bastante bien el tema del que habla e hilando las ideas del mismo. Exposición clara y amena	El ponente conoce poco el tema del que habla y su discurso está entrecortado y poco hilado	El ponente apenas conoce el tema. La exposición resulta monótona y confusa, sin expresividad y muy entrecortada
Pronunciación 1 punto	Pronuncia las palabras correctamente y vocaliza bien	Pronuncia correctamente pero no vocaliza bien	Produce errores de pronunciación, aunque su vocalización es correcta	Produce tanto errores de pronunciación como de vocalización
Volumen 0.5 puntos	El volumen es adecuado con la situación	Levanta la voz demasiado en la exposición	Habla demasiado bajo al exponer	Expone muy bajo, casi no se le oye
Postura 0.5 puntos	Su postura es natural mirando al público continuamente	Mira al público, pero está apoyado en algún sitio	En ocasiones da la espalda al público	No se dirige al público al exponer
Secuenciación 1 punto	Buena estructura y secuenciación de la exposición	Exposición bastante ordenada	Algunos errores y repeticiones en el orden lógico de las ideas	La exposición carece de orden y repite las ideas continuamente
Lenguaje científico 0.5 puntos	Usa con precisión la terminología científica	Usa correctamente términos científicos, aunque debería usar más términos	Aunque usa términos científicos, algunos de estos no los usa bien	Utiliza mal o no utiliza términos científicos
Participación 0.5 puntos	Participa como sus compañeros y presenta espontaneidad y liderazgo	Participa adecuadamente exponiendo su parte	Participa ligeramente menos que el resto del grupo	Participa mucho menos que sus compañeros