

Área: Didáctica de las Ciencias Experimentales

**Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas
de Idiomas (Interuniversitario)**

Curso 2020-2021

**Enseñanza-aprendizaje de la Biología y
Geología a través de la neurociencia y la
neurodidáctica: Aprendiendo con el
SARS-CoV-2 y la COVID-19**

**Innovación Educativa:
propuesta de intervención didáctica**

Por Ángel Daniel Rodríguez Zamora

Tutor: Dr. Miguel Ángel Negrín Medina

Nota:

En el presente Trabajo de Fin de Máster se aplica la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo (BOE No. 71 de 23-03-2007), para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 1/2010, de 26 de febrero, Canaria de Igualdad entre Mujeres y Hombres (BOC No. 45 de 05-03-2010) y en todo aquello que intente evitar el uso del lenguaje sexista, lo dispuesto en la parte trigésima del anexo del Decreto 15/2016, de 11 de marzo, del Presidente, por el que se establecen las normas internas para la elaboración y tramitación de las iniciativas normativas del Gobierno y se aprueban las directrices sobre su forma y estructura (BOC No. 55 de 21-03-2016). En cualquier caso, toda referencia a personas, colectivos, representantes, u otros, contenida en este documento y cuyo género gramatical sea masculino, se entenderá referido a ambos sexos, y, por tanto, la posibilidad de referirse a mujeres y hombres.

Enseñanza-aprendizaje de la Biología y Geología a través de la neurociencia y la neurodidáctica: Aprendiendo con el SARS-CoV-2 y la COVID-19	1
Resumen	5
Abstract	6
Introducción	7
Neurociencia y educación	7
Las emociones en el contexto de la neurociencia aplicada a la educación	8
La mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje según la neurociencia	10
La atención y la emoción. El papel de la memoria	10
El pensamiento creativo, crítico y científico.	12
Las comunidades de aprendizaje: trabajar cooperativamente.	13
El componente lúdico del aprendizaje: experiencias multisensoriales y nuevos escenarios para el aprendizaje.	15
La neurodidáctica: fundamento y metodologías	16
Las nuevas competencias transversales de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) de la Agenda 2030 para el desarrollo neurodidáctico del currículo. La transversalidad de la Educación para la Salud (EpS) en el marco de la ODS-3 (salud).	18
La competencia de pensamiento sistémico	19
Competencia interpersonal	19
La competencia personal	20
Pensamiento crítico y la competencia integrada para la resolución de problemas	20
Un ejemplo del impacto emocional y atencional en el ámbito educativo: la pandemia de la COVID-19, causado por el virus SARS-CoV-2. De la hiperinformación al negacionismo.	21
Las estrategias neurodidácticas eficaces en la adquisición de las competencias transversales de la EDS para trabajar con el alumnado la atención y la emoción, utilizando la pandemia de la COVID-19 como tema de Educación para la Salud (EpS) del currículo vigente de ByG.	23
Objetivos	24
Metodología de trabajo	25
Introducción	25
Propuestas de intervención didáctica	27
Los animales. Unidad didáctica 1º ESO	27
El sistema reproductor humano. Unidad didáctica 3º ESO	37
Indagación	45
Resultados y discusión	47
Conclusión	53
Propuesta de mejora	54
Bibliografía	55
Agradecimientos	59
Anexo	60

Resumen

Este trabajo busca defender el uso de la neurociencia y la neurodidáctica dentro de las aulas de secundaria, específicamente para desarrollar el currículum de Biología y Geología. Según Paz et al. (2018) la neurociencia trata, nada menos, que de penetrar en el misterio de la relación entre la mente, la conducta y la actividad propia del tejido nervioso. Es decir, esta disciplina quiere relacionar la morfología y el desarrollo del cerebro con sus capacidades. Durante este trabajo se dan argumentos, sostenidos en una bibliografía, acerca de las ventajas de aplicar la neurociencia a la educación. Además, se busca la relación entre la pandemia que cursamos debida al SARS-CoV-2 y a su enfermedad asociada la COVID-19 y la utilización de la neurodidáctica. Esta relación se quiere obtener a través de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, concretamente el ODS-4, la salud. Todo esto se pone en práctica mediante dos propuestas de intervención didáctica, una desarrollada en 1º y otra en 3º de la ESO. Ambas propuestas tienen asociadas un proceso de indagación, en el caso de 1º de la ESO, acerca de control de las emociones y en el caso de 3º de la ESO con respecto a los conocimientos del SARS-CoV-2. Durante la aplicación de estas propuestas de intervención didácticas, aunque fue en un periodo corto, puedo concluir que la aplicación de la neurodidáctica funciona, aunque en el caso de 1º de la ESO necesitaría una pequeña reforma. De manera general, la utilización de esta metodología para impartir las unidades de los animales y del sistema reproductor (1º y 3º de la ESO respectivamente) ha sido positivo.

Palabras clave: Neurociencia, neurodidáctica, SARS-CoV-2, COVID-19, Propuesta de intervención didáctica, ODS.

Abstract

This work seeks to defend the use of neuroscience and neurodidactics within secondary school classrooms, specifically to develop the Biology and Geology curriculum. According to Paz et al. (2018) neuroscience tries, nothing less, than to penetrate the mystery of the relationship between the mind, the behavior, and the activity of the nervous tissue. That is, this discipline wants to relate the morphology and development of the brain with its capabilities. During this work, arguments are given, supported by a bibliography, about the advantages of applying neuroscience to education. In addition, the relationship between the pandemic we are experiencing due to SARS-CoV-2 and its associated disease COVID-19 and the use of neurodidactics is being sought. This relationship is to be obtained through the Sustainable Development Goals (SDG) of Agenda 2030, specifically SDG-4, health. All this is put into practice through two proposals for didactic intervention, one developed in 1st year and the other in 3rd year of secondary school. Both proposals are associated with a process of inquiry, in the case of 1st year of secondary school, about the control of emotions and in the case of 3rd year of secondary school regarding the knowledge of SARS-CoV-2. During the application of these didactic intervention proposals, although it was in a short period, I can conclude that the application of neurodidactics works, although in the case of 1st year of secondary school it would need a small reform. In general, the use of this methodology to teach the units of animals and the reproductive system (1st and 3rd of secondary school respectively) has been positive.

Keywords: Neuroscience, neurodidactics, SARS-CoV-2, COVID-19, Proposal for didactic intervention, SDG.

Introducción

Neurociencia y educación

El cerebro humano, esta magnífica obra de la naturaleza, es la base de todo. Gracias a él percibimos, reflexionamos, relacionamos, nos emocionamos. Pero ¿qué tiene que ver el cerebro humano con la educación? Esta y otras muchas preguntas se hicieron hace tiempo atrás muchos/as pedagogos/as, psicólogos/as, profesores/as, etc. En los últimos años, concretamente desde los inicios de los años noventa, la revolución tecnológica nos permitió empezar a responder preguntas como estas, debido a que podíamos estudiar los cerebros sin métodos invasivos, por ejemplo, neurofotografías. Es aquí cuando nace la neurociencia. Según Paz et al. (2018) la neurociencia trata, nada menos, que de penetrar en el misterio de la relación entre la mente, la conducta y la actividad propia del tejido nervioso. Es decir, esta disciplina quiere relacionar la morfología y el desarrollo del cerebro con sus capacidades.

“La neurociencia está revolucionando la manera de entender nuestras conductas y lo que es más importante aún, cómo aprende y cómo guarda la información nuestro cerebro, y cuáles son los procesos biológicos que facilitan el aprendizaje” (Paz et al., 2018). La finalidad de esta disciplina, cuando la relacionamos con la educación, es la de intentar configurar el aprendizaje de forma que mejor encaje en el desarrollo del cerebro, es decir, aprender las cosas en el momento en el que el cerebro está preparado para eso, en el ambiente adecuado y que exista la atención y motivación suficiente (Gamo, 2012). Tal y como decía Ana Fures (Gamo, 2012), el aprendizaje debe tener en cuenta el desarrollo cerebral, con el objetivo de adaptar cada edad a la mejor circunstancia, para que así, el aprendizaje en cada etapa sea el óptimo.

Desde Piaget sabemos que el aprendizaje pasa por estadios que se correlacionan con las edades de los individuos, debido a que el cerebro se va desarrollando con la adquisición de nuevas habilidades cognitivas. Por lo tanto, es evidente que enseñar de determinada manera y determinados conceptos dependiendo de la edad, será tan efectivo como que una persona embarazada le ponga música al feto antes del sexto mes de embarazo, es decir, ninguno. Ya que el oído no se ha desarrollado lo suficiente como para percibir sonidos más allá del útero hasta ese momento. Con esto solo quiero enfatizar el hecho de que gracias a la neurociencia hemos sido capaces de detectar cambios en el cerebro cuando se aprende y que por lo tanto es necesario tener en cuenta esta información científica como tanto han promulgado otros/as colegas del gremio, para poder avanzar de manera adecuada hacia un modelo de enseñanza- aprendizaje eficaz y adaptado a cada edad y ámbito.

La educación no es más que la enseñanza y el aprendizaje de algo nuevo, ya puede ser un contenido, una teoría, una fórmula o un valor esencial. Ciertamente y tal y como dijo Paz et al. (2018) tanto la enseñanza como el aprendizaje son dos procesos que van unidos y que se condicionan el uno al otro. El aprendizaje conlleva el tratamiento, almacenamiento y recuperación activa de la

información que se recibe, y la enseñanza debe ayudar a que quienes lo deseen puedan adquirir dichas habilidades para aplicarlas ante problemas de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento. Pero este aprendizaje debe ser eficaz sobre todo en las edades comprendidas entre los 4-8 meses, donde los/as niños/as adquieren la conciencia de las cosas (Gamo, 2012) y empiezan a generar redes neuronales concretas para distinto tipo de información; entre los 3-5 años donde se forja, según Piaget, el pensamiento preoperacional y donde además existe una enorme plasticidad sináptica, debido a que tenemos aproximadamente cien mil millones de neuronas estableciendo un promedio de diez sinapsis cada una, lo que genera una gran flexibilidad a la hora de aprender (Paz et al., 2018); finalmente la última etapa a destacar es de los 12 años en adelante hasta aproximadamente los 18-20 años, en esta franja de edad se formula la capacidad de pensar de manera abstracta, es decir, pensamiento lógico, hipotético, divergente, etc. Y todo esto es debido a que en estas etapas el cerebro se modifica más bruscamente debido a las hormonas y a la relación con el entorno (Gamo, 2012; Cantó, 2015).

Como bien he mencionado anteriormente, el ambiente influye en el aprendizaje de las personas. Sí que es cierto que el factor hereditario hay que tenerlo en cuenta a la hora de determinar la capacidad de una persona, pero actualmente las investigaciones demuestran que lo que se hereda realmente es un *kit básico* de ejecución neuronal (Gamo, 2012). Como dice Hart (2018) se reafirma la enorme influencia que tiene el medio y por lo tanto el componente educativo en el desarrollo del ser humano y su cerebro. Esto es debido a que un entorno adecuado y enriquecido despierta el cerebro para el aprendizaje y lo desarrolla, por lo que, la calidad de la educación recibida en la familia y el entorno educativo van a marcar la calidad del desarrollo de la persona. Un ambiente de estimulación, de libertad, de competitividad entre iguales y de no miedo al error favorece enormemente el aprendizaje. Por lo tanto, debemos de olvidarnos, los/as docentes, de modelos arcaicos de enseñanza como el dictado, la exposición total y la memorización, debido a que desde un punto de vista neurobiológico un aprendizaje memorístico sin comprensión ni reflexión alguna no tiene sentido. Esto debemos cambiarlo de inmediato ya que si no, seguiremos con políticas educativas del S.XIX, docentes del S.XX educando a personas del S.XXI (Gamo, 2012) a las que no logramos captar la atención, porque nuestro modelo de docencia es prehistórico y no tenemos, por ejemplo, un buen conocimiento y manejo de las nuevas herramientas tecnológicas. Cabe destacar que sin atención la memoria y el aprendizaje no tienen lugar o incluso se empobrecen (Paz et al., 2018).

Las emociones en el contexto de la neurociencia aplicada a la educación

La importancia de las emociones en los procesos de enseñanza - aprendizaje cada vez es más notable. Tal vez siempre lo haya sido, pero en los estudios pedagógicos y psicológicos en educación nunca se le prestó la atención necesaria. Estudios recientes, basados en la neurociencia (porque ha verificado la influencia de las emociones en el cerebro (Gamo, 2012)), han demostrado la importancia de las emociones, ya no solo en el proceso mencionado anteriormente, sino también en la toma de

decisiones y la percepción (Blanco, 2014; citado en Benavidez, 2019). Según la teoría de Mac Lean (citado en Benavidez, 2019) el cerebro humano estaría formado por 3 partes, que serían, desde más antigua a más moderna: el cerebro reptiliano, el cerebro emocional y el cerebro humano. El que se encarga del control de las emociones es el segundo de ellos, que está formado por el sistema límbico, conformado a su vez por el hipocampo, la amígdala, el hipotálamo, el fórnix y los cuerpos mamilares. Dentro de todos estos componentes cabe destacar, con respecto a las emociones, la amígdala ya que es la responsable de asociar las emociones a situaciones vividas o recuerdos a largo plazo. “Es un órgano crucial que bloquea varios aspectos del aprendizaje si hay emociones amenazantes” (De la Cuesta, 2016). De esto precisamente, hablaremos un poco más adelante.

Según Gluck, et al. (2009) cada cerebro es diferente y además depende del contexto de crianza, lo que definirá los gustos y aversiones de cada individuo. Por lo tanto, cada aprendizaje será diferente dependiendo de las necesidades emocionales que tenga cada persona, pero ¿qué es una emoción? Pues según el mismo autor, son las respuestas fisiológicas, las conductas manifiestas y los sentimientos conscientes, todos ellos interrelacionados. Por suerte, estas emociones se pueden controlar gracias a que el sistema límbico y el neocórtex trabajan conjuntamente (Goleman, 1996; citado en Benavidez, 2019). Antes de continuar y a colación de la definición de emoción, me gustaría diferenciarla de lo que es un sentimiento, que según Rotger (2017) (citado en Benavidez, 2019) no son más que interpretaciones de las sensaciones que se producen al experimentar una emoción.

En todos nuestros aprendizajes están siempre presentes las emociones, ya lo decía Otero (2006) “no hay acción humana, sin emoción que la fundamente y la haga posible”. “Para aprender hay que emocionarse” (Paz et al., 2018), ya que se ha demostrado que el estado de ánimo y las emociones afectan al cerebro y sus funciones (Hart, 2018). Estas emociones pueden afectar de manera positiva o negativa, dependiendo del tipo de emoción. Las emociones como felicidad, alegría, diversión o motivación se ha evidenciado que mejoran la funcionalidad del cerebro a la hora de aprender debido a que cuando estas están involucradas se estimula la actividad de las redes neuronales intensificando las conexiones sinápticas (Inmordino-Yang y Damasio, 2007; citado en Benavidez, 2019). Cuando los estímulos, las situaciones de aprendizaje, generan curiosidad en los cerebros de los/as estudiantes esta se transforma en interés por aprender. La neurociencia ha demostrado que aprendemos mejor cuando hay implicación emocional positiva (Gamo, 2012). En el caso de las emociones contrarias, puede suponer un detrimento abrumador de la capacidad de aprendizaje, ya que se asocia esa emoción negativa con lo que se está aprendiendo y cada vez que se haga o se quiera volver recuperar ese aprendizaje, a través de la memoria, también aflorará con esas emociones negativas. De esto, algunos profesionales del sector han inferido y demostrado que los métodos basados en el castigo o violencia de cualquier tipo no solo afectan emocionalmente a los/as estudiantes, sino que también retrasan su desarrollo normal. De lo que concluyen lo comentado anteriormente, si bien el aprendizaje es mejor cuando están involucradas las emociones, será peor si estas son negativas (Benavidez, 2019).

Hasta el momento, he aludido prácticamente solo al hecho de aprender y su relación con las emociones, pero desde el punto de vista de la enseñanza, los/as futuros/as docentes deben de reflexionar sobre sus conocimientos, creencias, actitudes y emociones en la enseñanza, así como su propio rol como profesores/as, lo que les hará tomar conciencia de cómo autorregular y transformar estos puntos, sobre todo el emocional (Costillo et al., 2013). Ya que, no solo influye la materia que se imparte, ni el ambiente, ni el estado de emocional del alumnado, sino también el estado emocional de los/as docentes, debido a que su capacidad para captar la atención, mantenerla y ser capaz de desarrollar un contenido específico mediante representaciones comprensibles para los/as estudiantes también se ven acentuadas o disminuidas dependiendo de la emoción que estén sintiendo o que hayan sentido al dar ese contenido y la memoria le evoque a dicha emoción.

La mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje según la neurociencia

La atención y la emoción. El papel de la memoria

Si bien hemos visto el papel de las emociones en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero debemos recordar que estas emociones se pueden modificar y esto se puede lograr consiguiendo la atención del alumnado. Es cierto que, tal y como dice Benavidez (2019) la atención puede verse empañada por distintas emociones como la rabia, el miedo, tristeza, entre otras, y como ya hemos visto, aprender en esas circunstancias es más difícil. Pero mediante la motivación, la emoción y actividades novedosas se pueden abolir esas emociones negativas y cambiarlas en un principio en emociones de indiferencia, que si se siguen trabajando serán positivas y reforzarán el aprendizaje.

Según Codina (2014) (citado en Benavidez, 2019), “la atención puede ser definida como la capacidad para concentrarse en un estímulo que llega al cerebro mientras ignora otros estímulos”. Esto desde el punto de vista educativo es primordial, ya que conseguir y mantener la atención del público al que se está enseñando ya te está brindando un campo abierto e inmenso de posibilidades de que todos/as ellos/as consigan aprender. Si como hemos visto, además de esto, añadimos que vivan ese momento con emociones positivas estaremos reforzando el aprendizaje, para que una vez que salgan del aula al recordar lo dado, a través de la memoria, lo puedan revivir de manera satisfactoria y así logran una experiencia positiva y motivadora para seguir aprendiendo. Esto es debido a que, como dicen Gerhard y Gerhard (2003) “las informaciones, a las que el sistema límbico ha impreso su sello emocional, se graban profunda y perdurablemente en la memoria”.

Atender exige un esfuerzo cognitivo que precede a la percepción, a la intención y a la acción (Paz et al., 2018). Esta atención está dirigida por la motivación y la emoción, para así decidir qué información se archiva en los circuitos neuronales y por lo tanto, que es lo que se aprende (Posner y Posner, 2009; citado en Benavidez, 2019). Para conseguir esta atención, hay que activar los cerebros, esto se logra generando situaciones o hechos novedosos, interesantes o curiosos. Una novedad, no es otra cosa que aquello que no encaja, que está fuera de los patrones establecidos, de manera que llama

la atención del que aprender (Codina, 2014). Souza (2017) dijo algo así como que nada se podría aprender o memorizar si no es con el calor de una emoción, y una emoción solo aparece cuando la monotonía desaparece.

Aunque anteriormente en este documento he dicho que una enseñanza basada en la memoria no tiene sentido, no quiere decir que defenestre por completo a esta. La memoria es una de las herramientas principales del aprendizaje, de hecho algunos autores como Morgado (2005) creen que no puede existir una sin la otra, es decir, no hay memoria sin aprendizaje y viceversa. La memoria hace referencia a los procesos de codificación, almacenamiento y recuperación de la información aprendida (Purves et al., 2004). Dependiendo de la duración de la memoria esta puede ser de 3 tipos: sensorial, a corto plazo o a largo plazo (Álvarez, 2019; Benavidez, 2019):

- Sensorial: dura como máximo 300 milisegundos y recoge la información de los sentidos durante el tiempo necesario para que sean valoradas.
- A corto plazo: también se llama memoria de trabajo u operativa. Actúa en la toma de decisiones, la atención, la motivación, etc. porque este tipo de memoria permite el almacenamiento de una cantidad limitada de información durante un periodo de tiempo concreto.
- Memoria a largo plazo: esta permite la recuperación de información ya almacenada, después de que esta haya sido depurada y procesada por el sistema límbico entre otros. Este tipo de memoria solo aparece cuando el aprendizaje es significativo, por lo que es vital generar situaciones que propicien que se active este tipo de memoria.

Estos son los tipos de memoria con respecto a la duración de esta, pero hay otra clasificación que corresponde a la naturaleza de la información que se almacena, en este caso tenemos la memoria implícita o procedimental y la explícita o declarativa (Álvarez, 2019; Benavidez, 2019):

- Implícita: es una memoria automática e inconsciente, almacena recuerdos que se basan en hábitos perceptivos y motores. Por tanto, su existencia sólo se puede inferir a través de los efectos que tienen sobre el comportamiento, haciendo que respondamos de una determinada manera, no consciente, ante situaciones concretas, como sucede con las fobias, las aversiones, etc.
- Explícita: asociada a la percepción consciente y que se puede expresar de manera verbal. Esta puede dividirse en dos subtipos:
 - Episódica: se asocia con lo espacial, con el contexto, la ubicación y se relaciona con eventos importantes en la vida del/la sujeto.
 - Semántica: está relacionada con la lectura de gráficos, con el lenguaje, sin tener en cuenta como este se aprendió. Hace más referencia a una sensación de conocimiento que a un recuerdo en sí mismo.

Cabe recordar, como ya se ha nombrado, que la memoria está altamente relacionada con las emociones y que de hecho, las memorias más intensas están vinculadas a emociones fuertes, de donde

extraemos que es necesario que en las aulas se aplique de manera continua y eficaz emociones positivas.

El pensamiento creativo, crítico y científico.

Estos tipos de pensamientos son los que necesitamos implementar en el alumnado para que desarrollen completamente sus habilidades cognitivas y sociales. Con respecto al pensamiento creativo, que tal y como expresa Gamo (2012) es la capacidad de establecer nuevas relaciones sobre lo que ya se conoce, de modo que lleven a productos nuevos en forma de ideas, realizaciones o fantasías. Actualmente en la educación se favorecen los procesos cognitivos, lógicos, analíticos, etc.; es decir, pensamientos que implican al hemisferio izquierdo dejando a un lado aquellos procesos que son más creativos, intuitivos, emocionales, etc. Donde se utiliza en este caso el hemisferio derecho del cerebro (Blakemore y Frith, 2005). Tal y como dice Beatriz (2017) se debería propiciar estrategias de enseñanza creativa, que generen en el alumnado la capacidad para idear soluciones creativas ante casos planteados por el docente que reflejen de manera clara la realidad a la que se enfrentarán en el mundo profesional. El pensamiento crítico es esencial que se modele y se aprenda durante el periodo lectivo obligatorio, ya que dominar y controlar este tipo de pensamiento hace que el alumnado esté mejor preparado a la hora de enfrentarse al mundo laboral. Para desarrollar este tipo de pensamientos en clase se pueden utilizar actividades como los mapas conceptuales, que tal y como demostró Ajaja (2011) son un proceso en el que el alumnado puede hacer descubrimientos y descubrir significados a través de prueba y error, lo que ayuda en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, que es un esfuerzo consciente para pensar en la manera de pensar. En ese mismo trabajo los/las alumnos/as que utilizaron esta herramienta en el estudio de la biología concluyeron que no solo les/as ayudó a entender los conceptos y la relación entre estos, sino que también que también favoreció su pensamiento crítico a la hora de tener que recopilar todo lo que fuera esencial y tomar decisiones meditadas a la hora de determinar qué conceptos integrar en el mapa y cuáles no. Con este tipo de pensamiento lo que se busca es propiciar clases abiertas, donde el alumnado piense, dónde se le dé la oportunidad de hacerlo y cuestionarse todo, no plantear dogmas cerrados sino la existencia de descubrimientos a los que se siguen sumando otros, algunos confirman, otros desdican lo previamente pensado o enseñado como absoluto (González, 2020). En la discusión actual que tienen los políticos y líderes empresariales argumentan que para estar preparados para la universidad y ser competitivos en el lugar de trabajo del siglo XXI, los estudiantes deben ser capaces de identificar problemas, adquirir y usar nueva información, comprender sistemas complejos, usar tecnologías y aplicar habilidades de pensamiento crítico y creativo (Roehrig et al., 2012). Por esto, en este trabajo se remarca la inclusión de la generación en el alumnado este tipo de pensamientos. Finalmente, el pensamiento científico según Henríquez (2018): “Posee un papel importante en nuestra vida, contribuye a la explicación de fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, nos hace desarrollar un pensamiento crítico y nos

despierta la curiosidad, las ganas de observar y de analizar nuestro entorno y para entenderlo es necesario llevar a cabo un cambio de actitud además de adquirir ciertos procedimientos efectivos”.

Pero hoy en día, la falta de motivación que hace que los/as alumnos/as cada vez aprenden menos y se interesen menos por lo que aprenden provoca una crisis en la educación científica que debe ser resuelta cuanto antes”. Como bien sabemos, el conocimiento y el aprendizaje científico sigue las pautas del método con su nombre, el método científico, que a resumidas cuentas se podría resumir en ensayo-error y la consecuente reflexión. En el aula, se trata de generar cuestiones y problemas, acordes a su desarrollo cerebral, que el alumnado tenga que resolver desenvolviéndose por sí mismo/a, indagando, contrastando y aceptando/refutando dicha información o teorías. Este aprendizaje por indagación con un enfoque de neurociencia tiene un impacto positivo en el carácter del estudiante en la conducción del aprendizaje independiente (Asriyadin *et al.*, 2020)

Las comunidades de aprendizaje: trabajar cooperativamente.

Este tipo de modelo está basado en la inclusión, la igualdad y el diálogo. Según Serrano y Pons (2014) el aprendizaje cooperativo se basa en la organización del alumnado en pequeños grupos heterogéneos, siendo este el primer paso para trabajar de manera cooperativa, fomentando así la motivación, la cohesión social, el desarrollo y aprendizaje basado en la cognición. Se olvida la individualidad y el aprendizaje entendido en ese sentido, dando paso a un aprendizaje grupal con un objetivo común que es alcanzar éxito. Este tipo de aprendizaje contribuye a la adquisición de los tipos de pensamiento nombrados anteriormente así como habilidades en la resolución de problemas, de pensamiento y de habilidades comunicativas. Aunque haya dicho que olvidamos la individualidad con este tipo de metodología, el hecho es que se trabaja de manera individual pero conectada con el resto de las personas del grupo, es decir, el trabajo individual es compartido y cada componente del grupo dependerá del resto, trabajando así cooperativamente.

Este tipo de metodología tiene una serie de ventajas, según varios autores, que se exponen a continuación (Débora, 2018; Johnson y Johnson, 1989; Pujolás, 2004). Según Johnson y Johnson (1989; citado en Débora, 2018), las ventajas son las siguientes:

1. Mayores esfuerzos por lograr un buen desempeño: esto incluye un rendimiento más elevado y una mayor productividad por parte de todos los alumnos (ya sean de alto, medio o bajo rendimiento), mayor posibilidad de retención a largo plazo, motivación intrínseca, motivación para lograr un alto rendimiento, más tiempo dedicado a las tareas, un nivel superior de razonamiento y pensamiento crítico.
2. Relaciones más positivas entre los alumnos: se da un incremento del espíritu de equipo, relaciones solidarias y comprometidas, respaldo personal y escolar, valoración de la diversidad y cohesión.

3. Mayor salud mental: esto incluye un ajuste psicológico general, fortalecimiento del yo, desarrollo social, integración, autoestima, sentido de la propia identidad y capacidad de enfrentar la adversidad y las tensiones.

Por otro lado, Pujolás (2004 ; citado en Débora, 2018), las resume de la siguiente manera:

- Aumento del rendimiento o productividad de los estudiantes.
- Mejora de las relaciones interpersonales y aceptación de las diferencias.
- Mayor precisión en la toma de perspectiva social.
- Desarrollo de la creatividad.
- Elevación de los niveles de autoestima.
- Mayor comprensión de la interdependencia.

Con la referencia de estos autores podemos confirmar que este tipo de aprendizaje beneficia en varios aspectos al alumnado. Además, en el alumnado con TDAH se ha visto que aumenta su confianza y habilidades comunicativas con otros/as compañeros/as debido al uso de los juegos cooperativos en clase (Álvarez, 2019). Del mismo modo, en el alumnado con bajas capacidades en las clases tradicionales, al emplear diferentes estrategias de aprendizaje cooperativo se mejora su rendimiento (Crosby y Owens, 1993).

Este tipo de metodología está basada en el modelo constructivista educacional, en el que el alumnado experimenta conflictos, se enfrenta a problemas, con lo que tiene que interpretar la realidad y finalmente irá construyendo y reconstruyendo sus conocimientos e incluyéndolos en sus esquemas mentales. La base de este tipo de técnicas es hacer protagonistas de su propio entendimiento y aprendizaje al alumnado.

Steven y Slavin (1995) señalaron que si todos los demás beneficios del aprendizaje cooperativo no fueran suficientes, el hecho de que se haya relacionado con el aumento del rendimiento académico de los alumnos en todos los niveles de capacidad es otra razón para su uso. Se sabe que el aprendizaje cooperativo involucra activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje y busca mejorar el pensamiento crítico, el razonamiento y las habilidades de resolución de problemas del alumno.

Así como he mencionado las ventajas que tiene este tipo de trabajo hay que nombrar las desventajas que se observan al ponerlo en práctica. Por lo que a continuación se muestran las principales desventajas del aprendizaje cooperativo (Ajaja, 2013):

- a) No todos los miembros de un grupo participarán en la solución de los problemas a los que se enfrentan.
- b) Algunos miembros muy activos de un grupo pueden eclipsar a los menos activos.
- c) El método requiere mucho tiempo.
- d) Es posible que los estudiantes de baja capacidad que dependen únicamente del maestro para obtener toda la información no puedan hacer ninguna contribución durante el aprendizaje cooperativo.

El componente lúdico del aprendizaje: experiencias multisensoriales y nuevos escenarios para el aprendizaje.

En este apartado volvemos a retomar un concepto nombrado anteriormente que es fundamental para el aprendizaje, la innovación y el mantenimiento de la atención. Con este tipo de actividades, en las que se descartan los modelos habituales y tradicionales, los/las docentes se centran en captar la atención y motivar al alumnado. En estos ejercicios entran la gamificación, los quiz interactivos, la creación de posters, la expresión de un determinado tema mediante comics, etc. Este tipo de actividades se llevan aplicando varios años en las aulas generando muy buena aceptación tanto por los docentes como por el alumnado, obteniendo además muy buenos resultados académicos al implementar dichas actividades en la docencia. Estos ejercicios diferentes llaman la atención de la clase, motivándolos/las y haciendo que se involucren en el desarrollo de estos, además, muchas de esas actividades pueden realizarse en grupos o parejas, lo que reforzaría el ya hablado trabajo cooperativo.

Ahora bien, todos/as sabemos que no todo el alumnado aprende de la misma manera, es aquí donde entran las experiencias y el aprendizaje/enseñanza multisensorial. Esta es una vertiente que cree en la integración de información y de recursos mentales y físicos a través de la estimulación de los sentidos. Mediante los sentidos, es como nos mantenemos conectados con el medio y, además, son la vía de entrada de la información. Debido a esto, este tipo de enseñanza tiene tres vías características, la auditiva, la visual y la kinestésica; lo que nos conduce a que tendremos un porcentaje del alumnado que aprenda mejor de manera visual, otro porcentaje de manera auditiva y finalmente otro porcentaje lo haga kinestésicamente. Se separan de esta manera porque siempre las personas tienden a apoyarse más en un sentido que en otro para aprender, hay algunos/as que necesitan cerrar los ojos para concentrarse en lo que habla el/la docente, otros/as necesitan mirar detenidamente el esquema dibujado para captar y entender la información y hay otros/as que necesitan poner en práctica lo aprendido y relacionarlo con una emoción para interiorizarlo de manera eficaz y duradera.

Aunque es cierto que el mayoría de las personas utilizamos más el oído y la vista, no podemos desprestigiar al tacto (kinestesia) ya que este tiene una serie de ventajas:

- Se trata de un método adicional para comprender un tema (herramienta de refuerzo).
- Genera una nueva forma de pensamiento.
- Es el método idóneo para aquellos/as alumnos/as que tienen mayor afinidad por aprender con la experimentación, el movimiento y el tacto que con las indicaciones audiovisuales.
- Puede ser una buena estrategia que seguir con alumnos/as que tienen problemas con el pensamiento abstracto.

Extraído:

<https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/enfoques-innovadores-en-el-aprendi>

[zaje-hacia-una-vertiente#:~:text=El%20aprendizaje%20multisensorial%20es%20una,todas%20las%20personas%20obtenemos%20informaci%C3%B3n.](#)

La neurodidáctica: fundamento y metodologías

Durante muchos años se ha estudiado el funcionamiento del cerebro desde el punto de vista de lo que se creía como su unidad funcional, la neurona. Esto empieza desde Cajal hasta hace muy recientemente cuando se ha descubierto que no es factible estudiarlas por separado, ya que el cerebro funciona con redes neuronales. Las nuevas investigaciones se basan en cómo funcionan, administran y retienen la información esas redes. Pero ¿cómo aprende un cerebro? Pues al principio, al nacer, necesitamos de estímulos y factores externos para ir nutriéndonos informativamente. Con estos estímulos nuestro cerebro se irá desarrollando, que no es más que empezar a generar conexiones entre neuronas, para ir discerniendo. Es decir, nuestro cerebro se desarrolla aprendiendo y aprender no es otra cosa que generar redes neuronales específicas para un determinado ítem, que se conservará para cuando sea necesario volver a rescatar esa información activando esa red concreta (memoria). Hay que tener especial cuidado con cómo se aprende, ya que al cerebro le es fácil aprender algo, o modificar algo aprendido, de hecho se podría decir que le gusta, es un reto, lo que causa motivación. Pero prudencia, porque por el contrario, al cerebro le cuesta muchísimo desaprender, y si se ha incorporado de manera errónea una información, esta va a permanecer para siempre, excepto si pasó antes de la adolescencia o en la misma, ya que sucede el proceso conocido como poda sináptica, en la que todas las conexiones neuronales que no se han utilizado se eliminan. Lo que no significa que una red con una información errónea no pueda ser modificada y añadir las pertinentes conexiones correctas, pero la incorrecta seguirá estando aunque no se use (excepto en el caso de la poda). Como he dicho, si ya sabes algo y aprendes más sobre ese tema, lo amplías o rectificas sobre él, físicamente tu cerebro cambia, las redes neuronales cambian y tal y como dijeron Friedrich et al. (2003) al aprender cambian los circuitos del cerebro y de su estudio se ocupa la neurodidáctica.

La neurodidáctica es una nueva ciencia de la educación basada en la interacción entre la neurociencia, la epistemología, la psicología del aprendizaje y la pedagogía (Tudela et al., 2017). Se trata de un campo científico interdisciplinar que estudia la interacción de los procesos neuronales, psicológicos y la educación con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Mehta, 2009; citado en Martínez et al., 2019). Por lo tanto esta disciplina tal y como dice Gamo (2012) busca desarrollar un aprendizaje en el que esté involucrado todo nuestro potencial cerebral.

Algunos de los métodos usados dentro de esta ciencia de la educación son el aula inversa, el aprendizaje basado en proyectos, el método HERVAT, el aprendizaje basado en problemas o la gamificación. A continuación se comentará algunas de las características de cada uno de estos métodos. Me gustaría renombrar la importancia de que enseñar un contenido aislado o enlatado es inútil para desarrollar un aprendizaje eficaz en el alumnado, lo importante es generar un aprendizaje

contextualizado y transversal. De igual manera que ofertar de manera aislada un conocimiento no tiene cabida en un buen aprendizaje, un aprendizaje que solo se centra en la memorística tampoco, ya que como dice Matthews (2017; citado en Tacca y Chire, 2020) memorizar contenidos, fórmulas, ecuaciones, etc. descontextualiza el aprendizaje y lleva al analfabetismo científico.

El aula inversa es una metodología, que como muchas otras que voy a mencionar está basada en el constructivismo, que ya he mencionado más arriba. En este tipo de clases, los/as docentes dejan de lado el arcaico papel autoritario y del máximo exponente del saber, para convertirse en guías del conocimiento. Se propone un tema a tratar y se deja al alumnado pensar, deducir, investigar sobre el mismo y el/la docente solo está ahí para reconducir a los extraviados y reforzar a los/las que van bien encaminados. Este tipo de metodología es increíblemente eficaz para favorecer la toma de decisiones, el pensamiento crítico y científico, así como para controlar las emociones cuando, por ejemplo, no han conseguido llegar al objetivo o mediante el proceso se han perdido y han tenido que ser reconducidos y han debido volver a empezar. De esta manera no solo se aprenden conceptos de una manera contextualizada e integradora sino que se aprenden valores tales como el esfuerzo individual, el aprender a aprender, etc. Este tipo de metodología se solapa un poco con el aprendizaje basado en problemas o el basado en proyectos. En estos dos últimos casos, la ventaja que tienen es que, normalmente, se trabaja de manera cooperativa y ya hemos visto las increíbles ventajas que tiene esto con respecto a las capacidades cognitivas y sociales en el alumnado. En estos tres métodos que he mencionado, los/las docentes acompañan al alumnado durante el proceso, a medida que éste aplica los contenidos y genera de forma creativa productos fruto de su aprendizaje individual o cooperativo (Tudela et al., 2017). Otra de las metodologías que está dando mucho juego, y nunca mejor dicho, es la gamificación que consiste en aprender jugando, que de hecho, es la forma instintiva que tiene nuestra especie de aprender. El juego es ensayo, es error, es perfeccionamiento, es interacción con el entorno y con el resto de las personas que hay, de ahí su gran potencial a nivel didáctico. Pero ¿qué conlleva jugar? Conlleva diversión, atención, motivación, emoción, muchos de los elementos que ya he mencionado anteriormente que favorecen enormemente la capacidad de aprendizaje del cerebro. Jugar significa aprender sin miedo a que haya consecuencias, ya que es un juego, lo que libera al cerebro del alumnado de la presión de que necesita hacerlo bien, dejando libertad en el cerebro para que las emociones positivas hagan su efecto. Finalmente, el programa o método HERVAT, que no constituye una metodología didáctica propiamente dicha, pero sí que es un programa neuroeducativo basado en una serie de rutinas que pretenden captar y estimular la atención del alumnado partiendo desde lo sensorio-motriz a la estimulación multisensorial mediante actividades sencillas para el alumnado (Tudela et al., 2017). Sus principios según Arcos (2017) viene dado por lo que significan sus siglas:

- H: hidratación, ya que estar deshidratado deteriora la realización de tareas que requieren de atención.

- E: equilibrio, porque mediante ejercicios físicos en lo que se trabaja esta habilidad favorecen el estado de alerta.
- R: respiración, una respiración profunda, controlada y calmada ayuda a controlar emociones y a disminuir estados de ansiedad y/o estrés.
- V: visualizar.
- A: audición.
- T: tacto.

Estas tres últimas mejoran la atención a todo tipo de estímulos ambientales ya que estamos agudizando los sentidos, que son una parte esencial para favorecer el aprendizaje como ya hemos mencionado anteriormente.

Según Ortiz (2010; citado en Tudela et al., 2017) para que este método funcione correctamente debe ser repetido al menos cinco veces en la jornada durante todos los días de la semana, por lo que necesita la colaboración de la familias. Con este método se busca evitar el déficit de atención y crear redes neuronales estables basadas en la repetición de ciertas conductas.

Estas son algunas de las técnicas/métodos que usa la neuroeducación y que son bastante eficaces, pero hay más. Por ejemplo Cantó (2015) en uno de sus estudios aplicó 4 estrategias neurodidácticas, que eran: “conectar emocionalmente para, posteriormente, redirigir cognitivamente; alfabetizar conductas y emociones; apelar al cerebro superior; y moverse para activar el cerebro” en la etapa de educación infantil (3-5 años). Los resultados de la aplicación de estas estrategias supusieron, que el menos efectivo de ellos (apelar al cerebro superior) tuvo un rendimiento positivo del 75% (el resto tuvo un rendimiento positivo mayor o igual al 93%) de lo que se deduce claramente que la aplicación de estas estrategias favorece al aprendizaje del alumnado. Además, los/las docentes del estudio mostraron, en general, que tener en cuenta estas estrategias ha sido beneficioso en su práctica docente.

Las nuevas competencias transversales de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) de la Agenda 2030 para el desarrollo neurodidáctico del currículo. La transversalidad de la Educación para la Salud (EpS) en el marco de la ODS-3 (salud).

Como bien sabemos el Gobierno Español, como otros muchos países de la Unión Europea (UE), se comprometió a la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 desde 2015. Los ODS son amplios y plantean un cambio de estrategia para la mejora de la calidad de vida del ser humano, son 17 puntos que abarcan muchos de los problemas a tratar en el mundo, como el hambre, una educación de calidad, la igualdad de género, trabajo decente, crecimiento económico, etc. En este aspecto y con relación a la asignatura que se está tratando en el presente trabajo, así como con su relación con la actual pandemia causada por el virus SARS-CoV-2

generando la enfermedad de la COVID19, cabe destacar el papel del ODS-3, “Salud y Bienestar” dentro de este contexto.

Debido a la importancia de los ODS, se han determinado como un elemento a tratar en las aulas enmarcados en la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS). La EDS, que no debe ser confundida con la Educación Ambiental (EA), tiene como objetivo el poder capacitar al alumnado para que sea capaz de emprender acciones de responsabilidad y contribuir con ello a la transformación social, ayudando a crear sociedades sostenibles cuyo horizonte trasciende la actualidad, proyectándose hacia el futuro (Negrín y Marrero, 2021).

Asociadas a la EDS, se generaron una serie de competencias para suscitar el desarrollo de habilidades de pensamiento y hábitos de actuación en el alumnado para orientarlos hacia el desarrollo sostenible. Según Rieckmann (2016; citado en Negrín y Marrero, 2021) las más consensuadas son:

- Competencia de pensamientos sistémico
- Competencia anticipatoria
- Competencia normativa
- Competencia estratégica
- Competencias interpersonal o de colaboración
- Competencia personal o de autoconsciencia
- Pensamiento crítico
- Competencia integrada para la resolución de problemas

Desde el punto de vista de la neurociencia, asociado al currículum de Biología y Geología dentro del marco del ODS-3, cabría destacar algunas de las competencias más relevantes en este caso en particular, estas se exponen a continuación.

La competencia de pensamiento sistémico

Esta competencia es innegable dentro de este marco, ya que, estudiando Biología y Geología aprendemos que formamos parte de un todo, de un sistema natural. Generando esta competencia el alumnado entenderá sus partes, sus relaciones y sabrá enfrentar los posibles problemas que se generen en alguna de las partes de este. Además, desde el punto de vista de la neurociencia, hemos visto que cuantas más áreas del cerebro se vean implicadas en el aprendizaje, mejor y más duradero será este, así que aplicando esta competencia con una actividad que integre varias funciones sensoriales, por ejemplo, no solo estaremos aplicando la EDS sino que también estaremos haciendo uso de la neurodidáctica para el aprendizaje correcto y efectivo de la misma.

Competencia interpersonal

También llamada competencia de colaboración es otra a destacar desde el punto de vista neuro didáctico en donde ya no solo aprenderemos y entenderemos el sistema, sino que además nos hará sentir parte de él y que todo acto deberá afrontarse como colectivo haciendo un ejercicio de

empatía para abordar estos posibles problemas de manera cooperativa. Como ya sabemos y hemos hablado, trabajar cooperativamente es uno de los métodos de aprendizaje más efectivos para el cerebro.

La competencia personal

La competencia de autoconsciencia es del mismo modo interesante, ya que, una vez que hemos integrado que somos parte de un sistema y que cooperativamente somos los/las responsables de este, es interesante ser capaces de discernir qué papel juego yo dentro de este, para conseguir lograr un equilibrio entre lo que yo deseo y las consecuencias de las acciones que realizaré para lograrlo. Además, desde el punto de vista neurológico, la reflexión individual es un buen método para corregir, indagar o profundizar en cómo aprendo, que me gusta, que me motiva, etc.

Pensamiento crítico y la competencia integrada para la resolución de problemas

Para mí, estas son las dos últimas competencias transversales que destacaría en este marco, y creo que van prácticamente unidas. Creo que es necesario que vayan unidas, ya que no concibo enfrentarme a un problema para solucionarlo de manera efectiva sin plantearme primero de manera crítica las posibles soluciones y las consecuencias de estas. Además, como hemos visto anteriormente, desde el punto de vista neurodidáctico son dos objetivos, el pensamiento crítico y la habilidad para resolver problemas, que se desarrollan aplicando la neurociencia a la educación.

Cada una de estas competencias también refuerzan de manera transversal la educación para la salud (EpS) como elemento que puede estimular, mediante estrategias adecuadas, la manera en que el cerebro aprende a partir del conocimiento del propio yo (fisiología), con la salud (enfermedad) y con la interrelación con el resto de los individuos o con el entorno (enfermedades causadas por agentes patógenos, enfermedades de transmisión sexual, etc.). Tal y como la define la OMS, la EpS son actividades educativas diseñadas para ampliar el conocimiento de la población en relación con la salud y desarrollar los valores, actitudes y habilidades personales que promuevan la salud.

Dentro de este contexto, se podría realizar una actividad sencilla utilizando como tema principal la actual pandemia que cursamos en la que se aplicarían de manera transversal todas las competencias nombradas anteriormente enmarcadas dentro de la Educación para la Salud. Se podría diseñar una actividad con el título de “¿*Quién sería el primer/a infectado/a?*”, en la que el alumnado tendría que, investigando su hogar, determinar quién sería el primer infectado de SARS-CoV-2 según sus hábitos. Con esta actividad desarrollarían la competencia de pensamiento crítico y la competencia integrada para la resolución de problemas, ya que, para saber quién sería el primero/a deben saber cuáles son las medidas de prevención y las posibles vías de infección, que tendrán que investigar, descubrir y contrastar. Al trabajar con toda la familia, debatiendo con ellos/as hacemos que se desarrolle la competencia interpersonal, pero además, como debe explorar sus propios hábitos y

conductas con respecto a lo que ha investigado, deducirá su propio papel dentro de esta función, con lo que obtendrá la competencia personal o de autoconsciencia. Al acabar, y ponerlo en común en la clase, verían que cada familia ha elegido a uno/a o varios/as primeros/as infectados/as, dándose cuenta de que su familia no es la única que no cumple los requisitos establecidos y que como consecuencia, no solo de su familia, sino de todo el colectivo, el número de incidencia (por ejemplo) no disminuye, con lo que desarrollarían la competencia de pensamiento sistémico.

Este ha sido solo un ejemplo para educar en la salud, utilizando la situación actual de la pandemia, pero se puede aplicar a muchos otros contextos, enfermedades de transmisión sexual, cardiopatías por malos hábitos como el sedentarismo y el tabaquismo, la obesidad y la mala alimentación y un largo etc. Y como he demostrado en el ejemplo, estas competencias transversales favorecen y amenizan el aprendizaje basado en la EpS, ya que para adquirirlas se pueden utilizar otras técnicas aportadas por la neurociencia (gamificación, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en proyectos o problemas, etc.).

Un ejemplo del impacto emocional y atencional en el ámbito educativo: la pandemia de la COVID-19, causado por el virus SARS-CoV-2. De la hiperinformación al negacionismo.

Siempre ha existido la transmisión de información y como consecuencia la mala información, ya sea por periodismo sensacionalista y alarmista o falta de pensamiento y espíritu crítico del/la lector/a. Pero no se puede negar que durante el año pasado (2020) y el que cursamos (2021) la cantidad de información con respecto al SARS-CoV-2 y su enfermedad, COVID-19, ha sido tan desorbitada que llegamos al punto de la hiperinformación. Debido a este ingente aumento del afluente de información han aumentado las fakes news, los datos sin contrastar y el pánico mediático. Sí que es cierto que hay un papel fundamental en los/as que escriben y divulgan las noticias, pero hay otra parte que es la capacidad crítica del/la lectora para comprobar, contrastar y verificar/refutar la información recibida. Esto parece aparentemente obvio, pero, un estudio de 2018 indicaba que España, junto a USA, Italia y UK son países donde los adultos se informaban mayoritariamente a través de redes sociales (Shearer y Matsar, 2018) lo que confirma que no se cercioran yendo a las fuentes de información ni contrastan la información.

Esto es terrible ya en sí mismo y debe ser un aspecto que tratar en todas las escuelas como ya se ha mencionado anteriormente, formar personas con pensamiento crítico y científico es fundamental. Pero esto no es lo peor, el creer de esta manera tan a la ligera todo lo que se lee o se escucha trae consigo graves consecuencias, como son la mal-información, que es peor que la desinformación, y las malas emociones hacia algo por desconocimiento o conocimiento erróneo lo que normalmente deriva en negacionismo, que en el caso del SARS-CoV-2 se ha visto claramente en

las muchas creencias de cómo se originó el virus y muy marcadamente ante las consecuencias de su vacunación.

Una de las características por la que las personas desconfían de la vacuna es su rápido desarrollo e implementación, ya que esta ha avanzado más rápido que ninguna otra vacuna en la historia, cuestionando así, la percepción de seguridad de su proceso de desarrollo. Pero esto ya pasaba antes de la COVID-19, a principios del 2019, la OMS ya identificaba la reticencia vacunal como una de las 10 amenazas para la salud global en los próximos años. Según la OMS, esta reticencia incluye desde la duda frente a la vacunación hasta el rechazo completo a la misma incluyendo también el retraso en la aceptación, y todo ello a pesar de la disponibilidad de servicios de vacunación. Las fakes news sobre las vacunas, son contagiosas, casi más que el propio virus, y se expanden más rápido que la verdad. Un estudio realizado en la plataforma YouTube en marzo del 2020, evidenció que el 27,1% de los videos más vistos con relación a la pandemia de la COVID-19 contenían información errónea, alcanzando más de 62 millones de visitas (Soldevilla et al., 2021).

Todo esto solo me lleva a pensar en la indudable necesidad de enseñar al alumnado en las escuelas e institutos a defenderse de estas fakes news y que sepan detectarlas. En el tema COVID-19, Sander et al. (2020) usaron la teoría de la inoculación, que muy básicamente se podría resumir en que al igual que en una inoculación médica, un virus se debilita hasta el punto en que no enferma a la persona pero desencadena respuestas protectoras, en una inoculación de persuasión, un desafío fuerte (por ejemplo, una teoría de conspiración) se debilita hasta el punto en que no cambiará la posición de la persona, pero desencadenará respuestas protectoras, como un pensamiento crítico mejorado. En ambos contextos, está en marcha un proceso similar: la exposición a desafíos debilitados conduce a la resistencia a desafíos más fuertes. De lo que extraigo que una población que es capaz de estar bien informada a pesar de una avalancha informativa es ya un preventivo para evitar contagios, tanto virales como “infodémicos”. Estos autores utilizaron el nuevo juego en línea, “Go Viral!”, usando además de esta manera la gamificación, en el que los jugadores aprenden a resistir tres técnicas de manipulación comúnmente utilizadas para difundir información errónea sobre el coronavirus que son:

1. El miedo.
2. El uso de falsos expertos.
3. Las teorías de la conspiración.

Creo que el uso de técnicas como estas, más el trato cotidiano en las clases de los colegios e institutos del pensamiento crítico y científico son las claves para evitar caer de nuevo, en futuros hechos similares, en la infodemia y en su consecuente negacionismo.

Las estrategias neurodidácticas eficaces en la adquisición de las competencias transversales de la EDS para trabajar con el alumnado la atención y la emoción, utilizando la pandemia de la COVID-19 como tema de Educación para la Salud (EpS) del currículo vigente de ByG.

La bibliografía muestra que la gamificación de la enseñanza, unida a las metodologías de aprendizaje cooperativo o basado en problemas activan, desde el punto de vista de la neurodidáctica, emociones positivas en el alumnado (Cantador, 2016; Ortiz-Colón et al., 2018). Es precisamente esta sinergia la que posibilita el desarrollo de las competencias transversales para el ODS-4 que pretende la Agenda 2030 (Negrín y Marrero, 2021).

Tal y como dice Bloom (1953; citado en Contreras y Eguía, 2016), en una educación integral, el aprendizaje se ha de basar en tres campos, el cognitivo, el afectivo y el psicomotor. Y en mi opinión solo con una de estas tres técnicas (porque las otras estarían incluidas en ella), sería posible, la gamificación. Ya que como hemos mencionado anteriormente, para conseguir cualquier tipo de proceso efectivo de enseñanza-aprendizaje, debes tener como mínimo dos cosas, la atención y la motivación del alumnado. Eso en los tiempos que corren, con los millennials, los nacidos en la era digital y un cuerpo docente más bien antiguo con respecto a su alumnado se ha vuelto tremendamente difícil. La gamificación viene a salvar esto y más aún cuando va asociado a las TICs. ¿Pero qué es la gamificación? Revisando bibliografía, he encontrado varias definiciones como la de Deterding (2011) o la de Zichermann (2012), pero la más que me ha gustado, ya que es más genérica, aplicable con y sin tecnología y que es fácil de entender es la de Burke (2012), que plantea la gamificación como el uso de diseños y técnicas propias de los juegos en contextos no lúdicos con el fin de desarrollar habilidades y comportamientos de desarrollo.

Está bastante claro que si queremos desarrollar de manera adecuada el ODS-4, que quede *en la retina* del alumnado, necesitaremos utilizar la gamificación para ganar su atención y mantenerlos/as motivados/as. Dentro de la gamificación, lo idóneo sería presentarles problemas que deban de desarrollar conjuntamente para llegar a un objetivo común, que en este caso sería conseguir resolver o ganar el juego. De esta manera estaríamos sumando las tres técnicas más eficaces para la adquisición de competencias transversales desde el punto de vista de la neurodidáctica. Además, está demostrado, como bien han expuesto Ortiz-Colón et al. (2018), constancia de que los estudiantes alcanzan un gran nivel de compromiso cuando se encuentran motivados, incluso prefiriendo seguir con la actividad lúdica a dar por finalizada la clase. Por lo que podemos concluir que utilizando estas tres técnicas no solo conseguiremos un proceso de enseñanza-aprendizaje efectivo sino también que sea el propio alumnado el que quiera desarrollar su conocimientos despertando así su ganas de estudiar y aprender.

Si que es cierto que es necesario generar estas capacidades de las que hemos hablado, pero uno de los mayores debates a mi parecer es ¿dónde? Obviamente, la primera respuesta que azota nuestra cabeza incluso con algo de incredulidad antes esta pregunta es, en las escuelas e institutos. Sí,

es cierto, debe ser en estas instituciones, por ello se debe instar a que se genere una reforma educativa que no blinde los currículum. Me explico mejor, para poder introducir, sin forzar, por ejemplo el tema infeccioso y el SARS-CoV-2 en los currículum de la ESO y Bachillerato canarios actuales, solo existen 3 criterios de evaluación, por lo que se hace prácticamente imposible trabajarlos de manera eficaz para conseguir que el alumnado obtenga las competencias y pensamientos deseados. Esto significa que, siguiendo el currículum ordinario actual, con estándares de aprendizaje rígidos, no parece que en una educación generalista como la ESO se pudiera trabajar el tema en condiciones normales, salvo de forma transversal y forzada por la situación actual de pandemia. Mientras que en el Bachillerato, y de manera sesgada ya que solo sería para el alumnado de la vía biosanitaria, se podría ofertar esta opción solo en el bloque de inmunología. Por tanto, se propugna el impulso de la EpS dentro de un currículum competencial embebido de los ODS, como el que teóricamente debería impulsar la LOMLOE, que permita trabajar las competencias transversales con las metodologías planteadas en este trabajo, para abordar un tópico de enorme impacto como la COVID-19 donde la hiperinformación, la desinfección y el negacionismo campa a sus anchas por una falta de pensamiento crítico y científico que muestra la ciudadanía (Larrondo-Ureta et al., 2021).

Objetivos

Desde la perspectiva de la revisión teórica realizada, a través de este trabajo se ha pretendido desarrollar una propuesta metodológica en el aula adecuada para el uso de herramientas neurodidácticas, dentro del marco de la situación de pandemia que en estos momentos sigue azotando la isla de Tenerife, y que, a su vez, posibiliten desarrollar:

1. En el marco de las nuevas competencias transversales (competencia de pensamiento sistémico u holístico, interpersonal, intrapersonal o de autoconciencia, pensamiento crítico e integrada para la resolución de problemas) de la Educación para el desarrollo sostenible (EDS) del Objetivo de desarrollo sostenible para la educación (ODS-4) de la Agenda 2030, estudiar las posibilidades de la neurociencia y la neurodidáctica para su desarrollo.
2. Examinar la potencialidad del aprendizaje basado en el aula inversa, el aprendizaje basado en proyectos o problemas y la gamificación como herramientas metodológicas neurodidácticas en el campo del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ByG respecto a la adquisición de las competencias clave y transversales.
3. Analizar la potencialidad de la pandemia de la COVID-19 como hilo conductor para trabajar la Educación para la Salud (la salud como ODS-3 de la Agenda 2030) y la Educación Emocional empleando metodologías basadas en la neurociencia y la neurodidáctica.
4. Proponer una propuesta formativa (situación de aprendizaje), basada en cómo aprende el cerebro (neurociencia: atención, emoción y activación del pensamiento) y en las metodologías

neurodidácticas (aula inversa, aprendizaje basado en problemas y gamificación) para trabajar con el alumnado aspectos controvertidos desde el punto de vista emocional de la pandemia de la COVID-19 producida por el coronavirus SARS-CoV-2 (desinformación/negacionismo) en el marco de las competencias transversales del ODS-4 y las competencias clave del currículo (3º ESO/2º Bach).

Metodología de trabajo

Introducción

Este trabajo se ha basado en las propuestas de intervención didácticas para los cursos de 1º y 3º de la ESO que se han desarrollado durante el periodo de prácticas externas realizadas en el Colegio de la Milagrosa situado en la Av. Doctor Emilio Luque Moreno, 46, 38300 La Orotava, Santa Cruz de Tenerife. En este colegio ofrecen una enseñanza desde preescolar hasta 4º de la ESO en horario de 8 a 14 horas. Este centro presenta las siguientes características:

Para poder optimizar su labor docente precisa de una colaboración permanente con otras instituciones y entidades. Son muchas las entidades con las que mantiene relaciones con la finalidad de beneficiar al centro. Algunos de estos son las editoriales SM, Oxford, EDB así como con las universidades de La Laguna y la universidades de Nebrija aunque también tiene relaciones con instituciones no relacionadas directamente con la docencia en sí, como Radio ECCA, el Ayuntamiento de La Orotava, Cáritas parroquial o la Asociación Juvenil JMV.

El entorno físico del centro se podría describir como un ambiente tranquilo y cercano situado en una zona de medianías dentro de un casco urbano en el norte de la isla. Situado en el centro de la ciudad, este centro cuenta con un buen clima en general, cercanía a algunos parques y campos de fútbol del municipio, así como a museos, por lo que se podría resumir en un buen acceso a enclaves urbanos con los que se podría acceder con el alumnado en alguna actividad.

El municipio de La Orotava cuenta con 42187 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística (INE) (1) con tendencia a la alza y según el Instituto Canario de Estadística (ISTAC) (2) hay 858 habitantes foráneos en La Orotava nacidos en la Unión Europea y 1751 nacidos fuera de la Unión Europea, lo que nos da un 6.18% de población foránea viviendo en La Orotava, porcentaje que es relativamente bajo si lo comparamos con otras zonas de la isla.

Según el ISTAC (2), el paro registrado en La Orotava en marzo de 2021 fue de 5557 personas y la principal actividad económica del municipio es la agricultura, aunque también destaca el sector servicios y la actividad turística (3). No hay registro de niveles de pobreza para este municipio ni de focos de marginalidad, aunque ya adelanto, que en el entorno del centro esto no es característico, ya que gozan de un nivel socioeconómico medio alto la mayoría de las familias que tienen a sus hijos/as en este centro.

La mayoría de las familias que acuden a este centro son de tipo tradicional, aunque también hay monoparentales/marentales o reestructuradas. Las situaciones laborales de las familias son variopintas, pero como comenté anteriormente, casi todas gozan de un nivel socioeconómico medio-alto. Aspectos de seguridad e higiene (previsión y señalización de salidas de emergencia, datos de evacuación del centro, dotación, adecuación e higiene de servicios higiénicos, etc.).

El centro tiene una estructura señorial propia de la época en la que fue construido. Cuenta con instalaciones que destacan por su amplitud y ventilación. Está distribuido en tres plantas bien repartidas y con distintos accesos, así como unas zonas exteriores de diferentes usos, repartidas entre los cursos.

Las aulas son por lo general, espaciosas y cuentan con grandes ventanales. Estas ventanas permiten que las aulas cuenten con una buena iluminación y ventilación. Además, la orientación del colegio norte sur evita que el sol entre por las ventanas, sin duda todo un acierto del arquitecto.

El centro cuenta con un pabellón deportivo cubierto y dos canchas polideportivas, dotadas con canastas, porterías, líneas para voleibol, etc.

El centro cuenta con un salón de usos múltiples de amplio tamaño, está dotado con un croma para realizar grabaciones audiovisuales, así como de una impresora 3D, etc. Esta sala se emplea para diversas actividades como teatro, acciones culturales, etc.

Además cuenta con un aula de informática en la segunda planta bien dotada con 16 ordenadores, aunque su uso está restringido a tecnología, informática e idiomas. A parte de esto todas las aulas cuentan con pizarras digitales, proyectores y el centro tiene una flota de Chromebook para compartir entre los cursos.

La biblioteca está muy bien equipada y gestionada, aunque con la Covid-19 está muy restringida y todos los libros son dados y recogidos por personal autorizado, que se encarga de seguir los protocolos pertinentes.

El centro cuenta con una sala de profesores, espaciosa y con buena ventilación, una jefatura de estudios con las mismas características pero más estrecha y además tienen una sala que nos fue asignada a los/as alumnos/as de prácticas donde contábamos con una mesa espaciosa de trabajo. En este último emplazamiento también se encontraba, tras una puerta, la sala de impresión, donde estaba todo lo necesario para fotocopiar, imprimir, recortar, anillar, etc.

En el actual contexto marcado por la pandemia COVID el centro ha adoptado diversas medidas de higiene, entre otras: todas las aulas cuentan con dispensadores de gel hidroalcohólico, tanto para alumnado como para el profesorado. Asimismo, hay dispensadores de gel a la entrada del centro, así como en los aseos. Los pasillos y escaleras han sido adecuadamente señalizados para que el alumnado tome determinadas direcciones sólo para entrar o salir, asimismo hay recordatorios de la importancia de la higiene de manos en todas las aulas y pasillos. Dentro de estas medidas especiales causadas por la pandemia, las aulas son desinfectadas por los propios alumnos, quienes se encargan de

limpiar sus propios pupitres. A su vez, el personal de limpieza está constantemente presente, desinfectando las aulas tanto antes como después de las clases.

Al margen de estas medidas de excepción, el centro cuenta con la correspondiente señalización de las salidas de emergencias, como marca la normativa. De igual modo, se celebra una vez un simulacro de emergencia durante el curso. Y por supuesto, hay extintores de incendios en cada planta debidamente señalizados, así como planos de las salidas que deben tomarse en caso de evacuación. Todo ello dentro del diseño del Plan de Emergencia y evacuación del centro.

En resumen, las medidas de seguridad e higiene son las adecuadas y están constantemente presentes.

Propuestas de intervención didáctica

A continuación se muestran las propuestas de intervención didáctica para 1º y 3º de la ESO respectivamente.

Los animales. Unidad didáctica 1º ESO

Criterios de evaluación.

Esta unidad didáctica está basada en el criterio de evaluación 8: “Discriminar las características más relevantes de los modelos taxonómicos a los que pertenecen plantas y animales (vertebrados e invertebrados) más comunes, mediante el uso de claves, describiendo los rasgos generales de cada grupo y explicando su importancia en el conjunto de los seres vivos, especialmente de la nutrición autótrofa, así como determinar, a partir de la observación directa o indirecta, las adaptaciones que permiten a los animales y a las plantas sobrevivir en determinados ecosistemas.” dentro del Bloque de Aprendizaje III: “La biodiversidad en el planeta Tierra”.

Cabe destacar que esta unidad didáctica sólo engloba la parte animal de este criterio mencionado anteriormente. Es decir, trataremos acerca de discriminar las características más relevantes de los modelos taxonómicos a los que pertenecen los animales (vertebrados e invertebrados) más comunes, mediante el uso de claves, describiendo los rasgos generales de cada grupo y explicando su importancia en el conjunto de los seres vivos, a partir de la observación directa o indirecta, las adaptaciones que permiten a los animales sobrevivir en determinados ecosistemas.

Objetivos.

Los objetivos de esta unidad didáctica es que el alumnado sepa diferenciar y reconocer las características de los grupos de animales. Que sepan diferenciar entre vertebrados e invertebrados y dentro de cada uno de estos grupos reconocer las clases principales. Esto es, dentro de vertebrados:

peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos; y dentro de los invertebrados: esponjas, cnidarios, anélidos, moluscos, artrópodos y equinodermos.

Además, se quiere trabajar de manera transversal los ODS 14 (vida submarina) y 15 (vida de los ecosistemas terrestres) aprovechando el desarrollo de esta unidad didáctica. Esto es de vital importancia para la EDS, herramienta utilizada para cumplir los ODS de la Agenda 2030. Utilizando este temario se concienciará al alumnado de la importancia de cuidar los mares y los ecosistemas terrestres para un buen funcionamiento de la vida en el planeta, generando así la competencia transversal de pensamiento sistémico.

Finalmente, a la hora de trabajar las emociones (su desarrollo y control) utilizaremos como hilo conductor la pandemia que estamos viviendo causada por el virus SARS-CoV-2, relacionándolo con la unidad didáctica mediante la experimentación e investigación con animales (ver proceso de indagación de 1º de la ESO).

Competencias.

Las competencias por trabajar en esta unidad didáctica son las siguientes:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)

La CMCT se desarrolla a lo largo de esta Unidad Didáctica debido a que es necesario conocer y cuantificar las magnitudes, tomar y analizar medidas, formular e interpretar gráficas, etc. (1). Se ha de poder generar conclusiones y expresarlas en el lenguaje matemático, tanto simbólico como verbal (1). El conocimiento de la metodología científica y su uso regular es esencial, así como la elaboración de hipótesis y su contrastación.

- Competencia de aprender a aprender (AA)

Se desarrollará esta competencia, puesto que algunos aspectos de la anterior son paralelos al conjunto de habilidades asociadas a la autorregulación del aprendizaje. Así, se busca que el alumnado sea capaz de plantearse interrogantes, analizarlos, establecer una secuencia de tareas dirigidas a la consecución de un objetivo, etc.

- Competencias sociales y cívicas (CSC)

Ahora más que nunca, inmersos en la pandemia del virus SARS-CoV-2. y con el debate social sobre muchos aspectos tratados en profundidad en nuestra asignatura (el medioambiente y su preservación, la salud, la prevención de enfermedades, las vacunas, etc.) necesitamos el desarrollo de esta competencia para que el alumnado desde ya pueda formar parte activa en la toma de decisiones como parte integrante de esta sociedad. El desarrollo de

esta competencia ayudará al alumnado en la forma en la que debe comunicarse, de manera constructiva en distintos entornos que se le presenta, siempre desde la tolerancia, solidaridad e interés en la resolución de los problemas. (2)

- Conciencia y expresiones culturales (CEC)

Supone ampliar el conocimiento y el uso de los diferentes lenguajes visuales y audiovisuales, además de la utilización de técnicas, recursos, herramientas y soportes propios para expresar emociones e ideas a través de la imagen, desarrollar la iniciativa, la imaginación y la creatividad. Esta competencia es la que permitirá a los estudiantes valorar la libertad de expresión plasmada en documentos con los que se trabajará; además, será la que utilizará para comunicar y compartir sus conocimientos, emociones y sentimientos artísticamente. (3)

Contenidos.

1. Uso de claves de clasificación de los diferentes grupos de seres vivos (animales invertebrados, animales vertebrados).
2. Clasificación de los principales grupos de animales invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Identificación de los invertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.
3. Clasificación de los principales grupos taxonómicos de animales vertebrados. Reconocimiento de visu de los vertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.
4. Relación entre algunas estructuras significativas de animales y su adaptación a determinadas condiciones ambientales.

Metodología.

La metodología para usar en toda esta unidad didáctica será principalmente expositiva constructivista y me explico. Las clases llevarán unas dinámicas orales en las que iremos haciendo esquemas en la pizarra conjuntamente. Esquemas que irán conformando y rellenando ellos/as con ayuda del docente. En algunas ocasiones se presentan imágenes y videos que facilitan la explicación y el aprendizaje del concepto a tratar. De forma puntual, y sobre todo en los trabajos individuales y grupales, se seguirá una metodología investigadora.

Situaciones de aprendizaje.

Situación de aprendizaje 1	
Nombre	Conocimientos previos e introducción
Contenidos	<p>Clasificación de los principales grupos de animales invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Identificación de los invertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.</p> <p>Clasificación de los principales grupos taxonómicos de animales vertebrados. Reconocimiento de visu de los vertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.</p>
Objetivos	Obtener una visión general de las características de todos los animales y su clasificación.
Temporalización	1 sesión
Metodología	Constructivista/expositivo
Secuencia didáctica	<p>Se comenzará la sesión haciendo un breve resumen oral entre todos acerca de lo que ya saben de los animales, a modo de lluvia de ideas para conocer los conocimientos previos del alumnado. Se van apuntando en la pizarra todos aquellos conceptos claves a modo de esquema para que ellos/as puedan ir generando sus apuntes. Seguidamente, y partiendo así de sus conocimientos previos y habiendo repasado lo anterior, se les enseña la clasificación de los animales en vertebrados e invertebrados y las clases de animales que conforman cada clase. Todo esto se hace de manera oral, dictando alguna definición importante, pero sobre todo a modo de debate y aula inversa, el docente pregunta y ellos van rellenando este esquema que se va volcando en la pizarra poco a poco.</p>

Situación de aprendizaje 2	
Nombre	Los vertebrados
Contenidos	Clasificación de los principales grupos taxonómicos de animales vertebrados. Reconocimiento de visu de los vertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.

	Relación entre algunas estructuras significativas de animales y su adaptación a determinadas condiciones ambientales
Objetivos	Conocer y diferenciar las características de los vertebrados así como las diferencias y características de cada clase de animal que lo compone.
Temporalización	1 sesión
Metodología	Constructivista/expositivo
Secuencia didáctica	Se comenzará la sesión recordando las características habladas en la sesión anterior. Seguidamente se irá clase por clase de los vertebrados comentando todas sus características principales. Una vez acabado esto, se dice que tienen que hacer un mapa mental (a modo de resumen) de todo el grupo de los vertebrados con sus características principales y añadiendo al menos un ejemplo de un animal con esas características que sea representativo de Canarias. Podrán hacerlo en cualquier tipo de formato y plataforma. El único requisito es que se debe entregar en mano. Esto se hace así para evitar aquel alumnado que no dispone de acceso a internet en su casa y para que aquellos que quieran hacerlo a mano pero que no dispongan de escáner puedan realizarlo de igual manera.

Situación de aprendizaje 3	
Nombre	Los invertebrados
Contenidos	Clasificación de los principales grupos de animales invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Identificación de los invertebrados más representativos de los ecosistemas canarios. Relación entre algunas estructuras significativas de animales y su adaptación a determinadas condiciones ambientales
Objetivos	Conocer y diferenciar las características de los invertebrados, así como las diferencias y características de cada clase de animal que lo compone.
Temporalización	4 sesiones

Metodología	Constructivista/expositivo
Secuencia didáctica	<p>Primera sesión: comenzamos haciendo una introducción acerca de los invertebrados y ver lo que saben. Seguidamente empezamos el tema haciendo preguntas acerca de los poríferos, cnidarios y anélidos. Una vez que se crea un ambiente de dudas empezamos a construir el conocimiento apuntando aquellas cosas clave en la pizarra para que también las tengan de manera visual a la par que copian algunas definiciones o partes esenciales. Se mandan algunos ejercicios del libro para afianzar conocimientos.</p> <p>Segunda sesión: se les hace entrega de una hoja con un texto incompleto y un cuadro vacío sobre los moluscos y una preguntas al final (véase Anexo). Se les deja trabajar de manera cooperativa (manteniendo las medidas COVID19) durante aproximadamente media hora y el resto de la hora se utilizar para corregir sobre la marcha. Las preguntas que queden sin hacer se hacen en casa y sirven como recordatorio al inicio de la clase siguiente.</p> <p>Tercera sesión: clase sobre los artrópodos, nos apoyamos en un recurso digital (power point, véase Anexo) para proyectar clases de animales junto con sus características, pero que antes de decir las ellos/as digan las que creen que son, para ir generando el conocimiento entre toda la clase. Se van nombrando todos los grupos con sus características y ellos/as cogen apuntes y sintetizan lo importante generando sus apuntes.</p> <p>Cuarta sesión: finalmente se finaliza el tema exponiendo los equinodermos y mostrándoles un video de cómo caminan las estrellas de mar (véase Anexo). Se utiliza la sesión para marcar el examen y mandar el mapa conceptual (que esta vez puede ser grupal si lo desean) con el que se evaluará esta parte.</p>

Situación de aprendizaje 4	
Nombre	Repaso interactivo
Contenidos	Uso de claves de clasificación de los diferentes grupos de seres vivos (animales invertebrados, animales vertebrados).

	<p>Clasificación de los principales grupos de animales invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Identificación de los invertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.</p> <p>Clasificación de los principales grupos taxonómicos de animales vertebrados. Reconocimiento de visu de los vertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.</p> <p>Relación entre algunas estructuras significativas de animales y su adaptación a determinadas condiciones ambientales</p>
Objetivos	Conocer el nivel de aprendizaje que ha alcanzado el alumnado antes de su prueba final, con el objetivo específico de reforzar aquellos contenidos que se confundan o no se hayan entendido bien.
Temporalización	1 sesión
Metodología	Constructivista/expositivo
Secuencia didáctica	Realización de un “Kahoot!” (véase Anexo) mediante Chromebooks en el aula. Una vez finalizado esto y aprovechando el ambiente distendido creado por el juego, se empezará a preguntar al alumnado, sobre todo a aquel que ha errado, y el por qué ha elegido esa respuesta. Esto tiene la finalidad de que se expresen y después corregirlos para que afiancen el contenido correcto. Una vez acabada esta sesión se les pondrá en el classroom un cuestionario en Google forms (véase Anexo) con preguntas similares a las del “Kahoot!” para ver si han retenido o no esa información. Este último cuestionario es el que tendrá en cuenta para nota.

Método de evaluación.

Ponderación.

Actividades	Metodología de Evaluación	Ponderación (%)
Caracterización, diferenciación	Mapa conceptual	15%

y ejemplos de vertebrados (individual)		
Caracterización, diferenciación y ejemplos de invertebrados (Individual/parejas)	Mapa conceptual/esquema	15%
Cuestionario de repaso	Google forms	10%
Examen	Prueba escrita	60%

Descripción de los métodos de evaluación.

- Mapa conceptual individual: con esta actividad se pretende que el alumnado siga una metodología investigadora e indague en los recursos que tiene para encontrar las características más representativas de cada grupo de vertebrados, así como que al menos de un ejemplo de una especie representativa de los mismos. Todo esto debe volcarlo en un folio estructurado a modo de mapa conceptual o esquema. Con este ejercicio se evalúa el contenido “Clasificación de los principales grupos taxonómicos de animales vertebrados. Reconocimiento de visu de los vertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.”. Mediante esta tarea se persigue que el alumnado sea capaz de desarrollar su pensamiento científico y crítico, ya que debe buscar la información necesaria y además obtener de ella de la manera adecuada aquello que necesita volcar al mapa conceptual. Se ha elegido la actividad de mapa conceptual ya que algunos estudios han demostrado que su uso en procesos de enseñanza aprendizaje indicaron su relevancia para mejorar los aspectos cognitivos y afectivos del aprendizaje. Un estudio realizado por Ajaja (2011) determinó una mejora significativa y constante en los logros de Biología a medida que aumentaba el período de experiencia con el uso del método. Además, los estudiantes que utilizaron el mapeo conceptual como una habilidad de estudio retuvieron el conocimiento biológico por más tiempo que aquellos que usaron otros métodos. Todos los estudiantes entrevistados en el aula de mapas conceptuales coincidieron en que los mapas conceptuales los ayudaron no solo a determinar las relaciones entre los conceptos, sino que también moldearon su comprensión de los conceptos y aumentaron su pensamiento crítico. (Ajaja, 2013). En este caso se hizo de manera individual para que conocieran y entendieran la metodología.
- Mapa conceptual Parejas/individual: esta tarea consiste en la realización de un mapa conceptual acerca de los invertebrados. Con ello se quiere que el alumnado, no solo sea investigador, sino que sepan organizarse como equipo y trabajar como tal, en el caso que se

escoja la opción de parejas, ya que no es obligatorio trabajar en parejas, por si hay alumnado que no dispone de los medios para hacerlo ya que trabajarán en casa. Se realiza con este grupo de animales ya que su clasificación es más extensa y así el trabajo individual será menor. En este caso, quiero ir un paso más allá con la actividad anterior, no solo sigo usando el mapeo para desarrollar sus capacidades, críticas, científicas y de síntesis sino también busco que sean capaces de trabajar cooperativamente para obtener todos los beneficios mencionados en la introducción de este trabajo. Con esta actividad se evalúa el contenido: “Clasificación de los principales grupos de animales invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Identificación de los invertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.”

- Cuestionario de repaso: este ejercicio está orientado con el objetivo de conocer el nivel que han adquirido los/as alumnos/as sobre los temas tratados. Antes de la realización del cuestionario, en clase se hará un repaso con gamificación para intentar solucionar las dudas. Se realiza este proceso previo para que el alumnado se pueda relajar y ver cómo serán el tipo de preguntas, lo que libera estrés y angustias. Además se opta por la gamificación porque no pasa nada si se equivocan, es un juego, es el proceso intuitivo de aprendizaje que tiene nuestra especie. Además, como ya se ha mencionado, genera motivación y atención en el alumnado, lo que los/as incita a participar y a competir para ganar, obteniéndose entonces un proceso de aprendizaje en su máximo rendimiento. Después del cuestionario de repaso se comentarán las respuestas erróneas más comunes para prevenirlos/as antes del examen. Siempre se hará este cuestionario al menos, dos sesiones antes del día del examen. Con esta actividad se evalúan los contenidos: “Clasificación de los principales grupos de animales invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Identificación de los invertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.”; “Clasificación de los principales grupos taxonómicos de animales vertebrados. Reconocimiento de visu de los vertebrados más representativos de los ecosistemas canarios.” y “Relación entre algunas estructuras significativas de animales y su adaptación a determinadas condiciones ambientales.”.
- Prueba escrita: Prueba escrita: consistirá en un examen de evaluación de todos los contenidos que constará de entre 10 y 15 preguntas que el alumnado deberá responder de forma clara y ordenada en 55 minutos. Solo tendrá modificación en caso de pérdida de presencialidad (léase apartado Adaptación curricular en caso de no presencialidad). Esta prueba se realiza por la necesidad de evaluar mediante exámenes en este colegio, aun así, sirve como test para comprobar la efectividad del uso de las técnicas neurodidácticas usadas.

Atención a la diversidad.

Se considera que cada alumno/a es diferente al resto, por ello, esta unidad didáctica intentará dar siempre la complementariedad necesaria a cada caso. En este curso, tenemos un alumno con TDAH; uno con dificultades de aprendizaje; uno con Asperger y una alumna con posibilidades de ser TDAH, aunque está pendiente de reevaluación. Para poder cubrir toda esta necesidad, a parte de la ya mencionada, en la que creemos que cada uno/a es diferente, se tomarán las siguientes medidas:

1. Siempre se intentará proveer de todos los tipos de información (visual, sonora, escrita y cuando sea posible kinestésica) al alumnado. Cubriendo de esta manera el aprendizaje multisensorial.
2. Las explicaciones serán claras, evitando sarcasmos y demasiadas analogías, ya que al alumnado con Asperger le costará entenderlas.
3. Se repetirá un concepto las veces que sean necesarias, siempre que no se retrase el ritmo de la clase. Si esto pasara, se continuaría y al final de la clase o en otro momento se explicará de manera personal de nuevo.
4. Tendrán a disposición el correo de los/as docentes para cualquier duda.
5. Los/as docentes están disponibles, previo cita, a realizar videoconferencias con el alumnado para repetir o aclarar contenidos.

Adaptación curricular en caso de no presencialidad

En caso de que no se pueda realizar la docencia de manera presencial, se adaptará la docencia de la siguiente manera:

1. Las clases pasarán a impartirse mediante videoconferencia.
2. Los trabajos y cuestionarios comentados anteriormente se mantendrán, ya que todos se pueden realizar por classroom.
3. El examen escrito final será sustituido por un Google forms, Socrative o equivalente con el que se evaluará de la misma manera.

En el caso de que algún alumno/a no disponga de internet en casa, no tenga dispositivos para conectarse o tenga algún tipo de dificultad técnica, el colegio se pondrá en contacto con ellos/as para buscar una solución lo antes posible.

Material de apoyo

1. Gobierno de Canarias (2017). Currículum de Medio Natural Canario de 2º Bachillerato. https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/bachillerato/informacion/ordenacion_curriculo_competencias/curriculo_bach_lomce/index.html.

- Rodríguez, A., Ruíz, A., Orientándonos hacia una vida más saludable. Unidad didáctica (2021).

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/10A0GC5svgqxdfMud5E1cV9CS5jmcYZ-D>

- Roldán, A., Miranda, D., Álvarez, C. La Tierra en el Universo. Unidad didáctica (2021)

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/10A0GC5svgqxdfMud5E1cV9CS5jmcYZ-D>

El sistema reproductor humano. Unidad didáctica 3º ESO

Criterios de evaluación.

Esta unidad didáctica está basada en el criterio de evaluación 7: “Describir los aspectos básicos del aparato reproductor y de la reproducción humana (fecundación, embarazo y parto) a partir de la interpretación de dibujos, esquemas o modelos, estableciendo la diferencia entre sexualidad y reproducción. Investigar, extrayendo información de diferentes fuentes, acerca de las técnicas de reproducción asistida para argumentar sobre sus beneficios, y de los métodos anticonceptivos para compararlos atendiendo tanto a su eficacia como a su capacidad para evitar la transmisión de enfermedades, con el fin de aceptar y valorar la propia sexualidad y la de las demás personas y mantener una actitud de respeto hacia la diversidad y de rechazo a las fobias y prejuicios.”

Objetivos.

Los objetivos de esta unidad didáctica son que el alumnado sea capaz de diferenciar de manera correcta los aparatos reproductores masculinos y femeninos. Además, deberá conocer su funcionamiento y relación. Deberán también conocer todo el proceso de reproducción en la especie humana, desde la formación de los gametos hasta el parto. Deberán saber que es la sexualidad y los métodos que existen para protegerse y evitar embarazos no deseados. Esto último se podría englobar como un solo objetivo: la educación sexual. Finalmente, deberán conocer la existencia de otras técnicas de reproducción.

Además, mediante esta unidad se busca trabajar el ODS-5 (igualdad de género) de manera transversal, ya que el alumnado está en una edad en la que se deben corregir todos aquellos comportamientos que sean inadecuados para la igualdad. De igual manera, el desarrollo de este objetivo es fundamental para generar eficazmente la competencia transversal interpersonal.

Competencias.

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)

La CMCT se desarrolla a lo largo de esta Unidad Didáctica debido a que es necesario conocer y cuantificar las magnitudes, tomar y analizar medidas, formular e interpretar gráficas, etc. (1). Se ha de poder generar conclusiones y expresarlas en el lenguaje matemático, tanto simbólico como verbal (1). El conocimiento de la metodología científica y su uso regular es esencial, así como la elaboración de hipótesis y su contrastación.

- Competencia de aprender a aprender (AA)

Se desarrollará esta competencia, puesto que algunos aspectos de la anterior son paralelos al conjunto de habilidades asociadas a la autorregulación del aprendizaje. Así, se busca que el alumnado sea capaz de plantearse interrogantes, analizarlos, establecer una secuencia de tareas dirigidas a la consecución de un objetivo, etc.

- Competencias sociales y cívicas (CSC)

Ahora más que nunca, inmersos en la pandemia del virus SARS-CoV-2. y con el debate social sobre muchos aspectos tratados en profundidad en nuestra asignatura (el medioambiente y su preservación, la salud, la prevención de enfermedades, las vacunas, etc.) necesitamos el desarrollo de esta competencia para que el alumnado desde ya pueda formar parte activa en la toma de decisiones como parte integrante de esta sociedad. El desarrollo de esta competencia ayudará al alumnado en la forma en la que debe comunicarse, de manera constructiva en distintos entornos que se les presenta, siempre desde la tolerancia, solidaridad e interés en la resolución de los problemas. (2)

- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE)

Presente en los ámbitos personal, social, escolar y laboral en los que se desenvuelven las personas, permitiéndoles el desarrollo de sus habilidades y el aprovechamiento de nuevas oportunidades, lo que contribuye a la cultura del emprendimiento. Trabaja destrezas como la capacidad de análisis; de planificación, organización, gestión y toma de decisiones; de resolución de problemas; de comunicación y negociación efectivas; así como la habilidad para trabajar, tanto individualmente como dentro de un equipo; la participación y la capacidad de liderazgo; el pensamiento crítico y el sentido de la responsabilidad; la autoconfianza y el manejo de la incertidumbre y la asunción y la gestión del riesgo. (3)

Contenidos.

1. Reconocimiento de las diferencias entre sexualidad y reproducción y de los cambios físicos y psíquicos que se producen durante la adolescencia. Iniciación a la respuesta sexual humana.

2. Identificación de los distintos órganos que conforman el aparato reproductor masculino y femenino, descripción de su funcionamiento y valoración de la importancia de las medidas de higiene.
3. Descripción del ciclo menstrual, la fecundación, el embarazo y el parto.
4. Realización de trabajos de investigación sobre las técnicas de reproducción asistida y los métodos anticonceptivos y sobre la contribución de estos últimos al control de la natalidad y a la prevención de enfermedades de transmisión sexual.
5. Valoración y aceptación de la propia sexualidad y defensa de las diferentes identidades sexuales. Trato digno, igualitario y solidario a todas las personas.

Metodología.

La metodología para usar en esta unidad didáctica será principalmente constructivista, aunque contará con partes expositivas e investigadoras. Las clases llevarán unas dinámicas orales en las que iremos creando el conocimiento apoyándonos en diferentes recursos. La clave de esta metodología es dejarlos/as que mediante sus conocimientos previos y la investigación personal y colectiva creen el conocimiento, siempre orientado por el docente responsable. En algunas ocasiones se presentan imágenes y videos que facilitan la explicación y el aprendizaje del concepto a tratar (multisensorial).

Situaciones de aprendizaje.

Situación de aprendizaje 1	
Nombre	Conocimientos previos y la adolescencia
Contenidos	Reconocimiento de las diferencias entre sexualidad y reproducción y de los cambios físicos y psíquicos que se producen durante la adolescencia. Iniciación a la respuesta sexual humana.
Objetivos	Reconocer la adolescencia y sus cambios y conocer las fases de la reproducción humana.
Temporalización	1 sesión
Metodología	Constructivista/expositivo
Secuencia didáctica	Se comenzará la sesión con una serie de preguntas para generar debate e inferir el conocimiento previo de la clase. Seguidamente, se pasa a la

	<p>explicación (creación de contenido, no de manera expositiva) de los conceptos y contenidos de la sesión. Se les recomendará que copien definiciones claves y se hará hincapié en que entiendan bien ciertos conceptos como los cambios que se generan en la adolescencia.</p> <p>Finalmente, se le envían como tarea una serie de preguntas para ver si han entendido lo dado y si no es así que afiancen el conocimiento, mediante la búsqueda crítica de la información para la respuesta.</p>
--	---

Situación de aprendizaje 2	
Nombre	Aparato reproductor femenino
Contenidos	Identificación de los distintos órganos que conforman el aparato reproductor masculino y femenino, descripción de su funcionamiento y valoración de la importancia de las medidas de higiene.
Objetivos	Conocer y diferenciar las partes y funciones del aparato reproductor femenino. Distinguir las partes del óvulo.
Temporalización	1 sesión
Metodología	Constructivista/investigación
Secuencia didáctica	Se comienza la sesión corrigiendo las preguntas del día anterior. Una vez finalizado esto, se les entrega un esquema vacío del aparato reproductor femenino (véase Anexo) y se les dice que tienen que rellenarlo y por detrás poner cada una de las funciones de esas partes. A la vez que hacen esto, tienen ese mismo esquema vacío proyectado en color en clase. Se les deja trabajar y luego se corrige conjuntamente en clase apoyándonos en el esquema proyectado. Finalmente, se da una explicación del óvulo y sus partes, siguiendo una metodología constructivista.

Situación de aprendizaje 3	
Nombre	Aparato reproductor masculino

Contenidos	Identificación de los distintos órganos que conforman el aparato reproductor masculino y femenino, descripción de su funcionamiento y valoración de la importancia de las medidas de higiene.
Objetivos	Conocer y diferenciar las partes y funciones del aparato reproductor masculino. Distinguir las partes del espermatozoide y conocer su formación.
Temporalización	1 sesión
Metodología	Constructivista/investigación
Secuencia didáctica	Se sigue la misma dinámica que la situación de aprendizaje 2 (véase Anexo), pero esta vez con el aparato reproductor masculino y con un cambio en la explicación final. En este caso, se da una explicación del espermatozoide, sus partes y como es su formación. Al finalizar esta situación de aprendizaje se abre una tarea individual en el classroom en la que tienen que relacionar los dos tipos de aparatos reproductores, con sus principales diferencias y semejanzas, exponiendo una idea final de por qué creen que es así.

Situación de aprendizaje 4	
Nombre	Ciclo ovárico y menstrual. Ciclo de reproducción.
Contenidos	Descripción del ciclo menstrual, la fecundación, el embarazo y el parto.
Objetivos	Conocer y diferenciar los pasos del ciclo menstrual y ovárico, así como las diferencias entre ambos ciclos pero que reconozcan su relación. Entender y saber el ciclo completo de la reproducción desde la fecundación al parto.
Temporalización	1 sesión
Metodología	Constructivista/expositivo
Secuencia didáctica	Se da una explicación interactiva de los ciclos y se contesta todas las posibles preguntas que surjan. Para explicar el desarrollo desde la fecundación al parto, nos apoyaremos en un recursos digital, un video

	<p>(véase Anexo). Después de este video se pondrán en común todo a modo de conclusión trabajando en gran grupo.</p> <p>Una vez acabado esto, se les comenta que se abre en el classroom un cuestionario de repaso que engloba las secuencias de aprendizaje 2, 3 y esta, la 4 (véase Anexo).</p>
--	--

Situación de aprendizaje 5	
Nombre	Reproducción asistida. Sexualidad
Contenidos	<p>Realización de trabajos de investigación sobre las técnicas de reproducción asistida y los métodos anticonceptivos y sobre la contribución de estos últimos al control de la natalidad y a la prevención de enfermedades de transmisión sexual.</p> <p>Valoración y aceptación de la propia sexualidad y defensa de las diferentes identidades sexuales. Trato digno, igualitario y solidario a todas las personas.</p>
Objetivos	Que se obtenga la información necesaria para mantener relaciones sexuales seguras y además conocer todos los métodos de reproducción asistida y cómo funcionan estos.
Temporalización	1 sesión
Metodología	Constructivista/expositivo/investigador
Secuencia didáctica	<p>Se comienza la actividad preguntándoles si saben o conocen algún otro método de reproducción. Una vez hecho esto, se empieza a hablar y a completar comentarios del alumnado generando el contenido que se quiere dar acerca de las técnicas de reproducción asistida, dejando claras las definiciones que sean necesarias, incluso dictando estas.</p> <p>Una vez se haya hablado esto, se da paso al tema de la sexualidad, los métodos anticonceptivos, la aceptación de uno mismo, las buenas conductas para mantener una salud e higiene sexual adecuada, etc. En esta parte se dejará mucho espacio para que el alumnado pueda expresarse y preguntar lo que quiera.</p> <p>Finalmente, se les mandará para casa, a través del classroom un trabajo</p>

	<p>optativo/voluntario individual aunque tienen la opción de hacerlo parejas/tríos siempre que tengan la disponibilidad para trabajar de esta manera cooperativa desde casa. En este trabajo, tendrán que presentar los tipos de reproducción asistida que hay, sus beneficios y sus repercusiones éticas así como una opinión. Esto último puede ser una opinión de grupo, o si no están de acuerdo, dentro del mismo trabajo opiniones individuales.</p> <p>Cabe destacar que desde el inicio desde esta unidad didáctica tendrán abierto un espacio privado en el classroom donde podrán preguntar de manera individual cualquier duda que tengan acerca de la sexualidad, el sexo o la reproducción. Este apartado será llamado “Consultorio”.</p>
--	--

En este caso en concreto, durante todas las sesiones se han utilizado presentaciones del estilo power point o similares, todas ellas se adjuntan en el anexo.

Método de evaluación.

Ponderación.

Actividades	Metodología de Evaluación	Ponderación (%)
Relación entre aparatos reproductores	Redacción entregada en Classroom	15%
Cuestionario de repaso	Google forms	15%
Examen	Prueba escrita	70%

Descripción de los métodos de evaluación.

- Redacción para entregar en classroom: con esta actividad se pretende sacar una nota del contenido “Identificación de los distintos órganos que conforman el aparato reproductor masculino y femenino, descripción de su funcionamiento y valoración de la importancia de las medidas de higiene.”. Mediante esta actividad el alumnado deberá describir, diferenciar y conocer las funciones de las partes de cada aparato reproductor y además debe ser capaz de relacionar el uno con el otro. Con esta actividad se busca que desarrollen el sentido crítico e investigador, es decir una vez que conozcan ambos sistemas que sean capaces de inferir y luego contrastar cuales son, por ejemplo, los órganos equivalentes en cada uno de los sistemas reproductores.

- Google forms: este cuestionario está orientado a saber si el alumnado ha retenido y entendido conceptos e integra los contenidos “Identificación de los distintos órganos que conforman el aparato reproductor masculino y femenino, descripción de su funcionamiento y valoración de la importancia de las medidas de higiene.” y “Descripción del ciclo menstrual, la fecundación, el embarazo y el parto.”. Este cuestionario siempre será realizado mínimo dos sesiones antes del examen para poder decir al alumnado donde necesita mejorar más o si hay fallos de base importantes corregirlos a tiempo. Con este tipo de cuestionario se quiere contrastar si el uso de varias vías de información (multisensorial) durante las sesiones de docencia han influenciado en la memoria y la capacidad de retención de la información en el alumnado.
- Modo redacción o power point: antes que nada hay que aclarar que aunque se diga *Power Point*, si el alumnado desea usar otra aplicación es totalmente factible. Siguiendo con la explicación de este método, se desea una investigación personal y grupal del tema de la reproducción asistida, después de una explicación muy sucinta en el aula, para dedicar más tiempo a otros contenidos. Con este trabajo se evaluará el contenido: “Realización de trabajos de investigación sobre las técnicas de reproducción asistida y los métodos anticonceptivos y sobre la contribución de estos últimos al control de la natalidad y a la prevención de enfermedades de transmisión sexual.” Este trabajo, debido a la disponibilidad de tiempo en las prácticas se ha pasado a voluntario y no cuenta para nota, más allá de un lo presentó no lo presentó.
- Prueba escrita: consistirá en un examen de evaluación de todos los contenidos que constará de entre 10 y 15 preguntas que el alumnado deberá responder de forma clara y ordenada en 55 minutos. Solo tendrá modificación en caso de pérdida de presencialidad (léase apartado Adaptación curricular en caso de no presencialidad). Esta prueba se realiza por la necesidad de evaluar mediante exámenes en este colegio, aun así, sirve como test para comprobar la efectividad del uso de las técnicas neuro didácticas usadas.

Atención a la diversidad.

Se considera que cada alumno/a es diferente al resto, por ello, esta unidad didáctica intentará dar siempre la complementariedad necesaria a cada caso. En el caso de 3º, tenemos un alumno con Asperger; una con dificultades de aprendizaje debido a una hidrocefalia; uno con problemas para escribir a mano, ya solucionado debido a que le dejan usar ordenador en clase y uno con altas capacidades, aunque está pendiente de reevaluación, porque no se cree que su condición sea cierta al nivel que está ahora. Para poder cubrir toda esta necesidad, a parte de la ya mencionada, en la que creemos que cada uno es diferente, se tomarán las siguientes medidas:

1. Siempre se intentará proveer de todos los tipos de información (visual, sonora, escrita y kinestésica cuando sea posible) al alumnado.

2. Las explicaciones serán claras, evitando sarcasmos y demasiadas analogías, ya que el alumnado con asperger le costará entenderlas.
3. Se repetirá un concepto las veces que sean necesarias, siempre que no se retrase el ritmo de la clase. Si esto pasara, se continuaría y al final de la clase o en otro momento se explicará de manera personal de nuevo.
4. Tendrán a disposición el correo de las/os docentes para cualquier duda.
5. Las/os docentes están disponibles, previo cita, a realizar videoconferencias con el alumnado para repetir o aclarar contenidos.

Adaptación curricular en caso de no presencialidad

En caso de que no se pueda realizar la docencia de manera presencial, se adaptará la docencia de la siguiente manera:

1. Las clases pasarán a impartirse mediante videoconferencia.
2. Los trabajos y cuestionarios comentados anteriormente se mantendrán, ya que todos se pueden realizar por classroom.
3. El examen escrito final será sustituido por una Google forms, Socrative o equivalente con el que se evaluará de la misma manera.

En el caso de que algún alumno/a no disponga de internet en casa, no tenga dispositivos para conectarse o tenga algún tipo de dificultad técnica, el colegio se pondrá en contacto con ellos para buscar una solución lo antes posible.

Material de apoyo

1. Gobierno de Canarias (2017). Currículum de Medio Natural Canario de 2º Bachillerato. https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/bachillerato/informacion/ordenacion_curriculo_competencias/curriculo_bach_lomce/index.html.
2. Rodríguez, A., Ruíz, A., Orientándonos hacia una vida más saludable. Unidad didáctica (2021). <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/10A0GC5svgqxdfMud5E1cV9CS5jmcYZ-D>
3. Roldán, A., Miranda, D., Álvarez, C. La Tierra en el Universo. Unidad didáctica (2021) <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/10A0GC5svgqxdfMud5E1cV9CS5jmcYZ-D>

Indagación

Paralelamente al desarrollo de las propuestas de intervención didáctica, se realizaron dos indagaciones independientes en ambos cursos. Por un lado, en el caso de 1º de la ESO se realizó un experimento mediante cuestionarios para comprobar la capacidad del alumnado de conocer y

controlar sus emociones hablando sobre un tema que estaba relacionado con la unidad didáctica que se propone, como es la experimentación animal. El procedimiento en este caso fue el siguiente, una vez iniciada la unidad didáctica de los animales, se les entrega por classroom un cuestionario (véase anexo) en el que tienen que marcar la emoción que les hace sentir ciertas situaciones relacionadas con los animales descritas en el cuestionario. Durante las sesiones de clase, el docente abre el tema de la experimentación animal y propone a la clase ver dos videos (véase anexo), uno a favor de la experimentación animal con sus argumentos y otro al contrario. Finalmente, se le sube al classroom los dos videos y se le adjunta el mismo cuestionario diciéndoles que vuelvan a ver los videos y que de manera individual y crítica vuelvan a rellenar el cuestionario. Esto se ha hecho con la intención de averiguar si el alumnado de primero de este centro es capaz de reconocer correctamente y controlar su emociones así como de averiguar si fueron capaces de cambiar su opinión basándose de manera crítica en los videos vistos y comentados en clase. En esta indagación en la primera parte (1º cuestionario) participaron 55 personas y en la segunda (2º cuestionario) después del visionado de los videos tan solo 19, a pesar de que se les insistió en que lo realizaran ya que puntuará como una tarea más en la nota.

Por otro lado, en el caso de 3º de la ESO, la metodología fue similar ya que también consta de un test previo (véase anexo), una explicación que se complementa con lo dado en la unidad didáctica y un test final (véase anexo). A diferencia de 1º de la ESO, en este caso no investigué las emociones si no el conocimiento acerca del virus SARS-CoV-2 y su enfermedad asociada, la COVID-19, así como su relación con los aparatos reproductores y la sexualidad. Me interesaba especialmente tratar este tema en 3º de la ESO ya que están más desarrollados, están en plena efervescencia de la adolescencia y son plenamente influenciados por los medios de comunicación, las fakes news y las redes sociales, si no son capaces de ser críticos en la búsqueda de información. De este modo, quería conocer qué sabían acerca de la transmisión del SARS-CoV-2 y su relación con los sistemas reproductores, darles el conocimiento correcto y veraz y luego contrastar con el cuestionario final quien ha integrado y retenido (memoria) el conocimiento explicado y así autoevaluar los procesos neurodidácticos utilizados en las explicaciones. En el cuestionario previo participaron 53 personas y en el cuestionario final, tras haber dado toda la propuesta de intervención, 32.

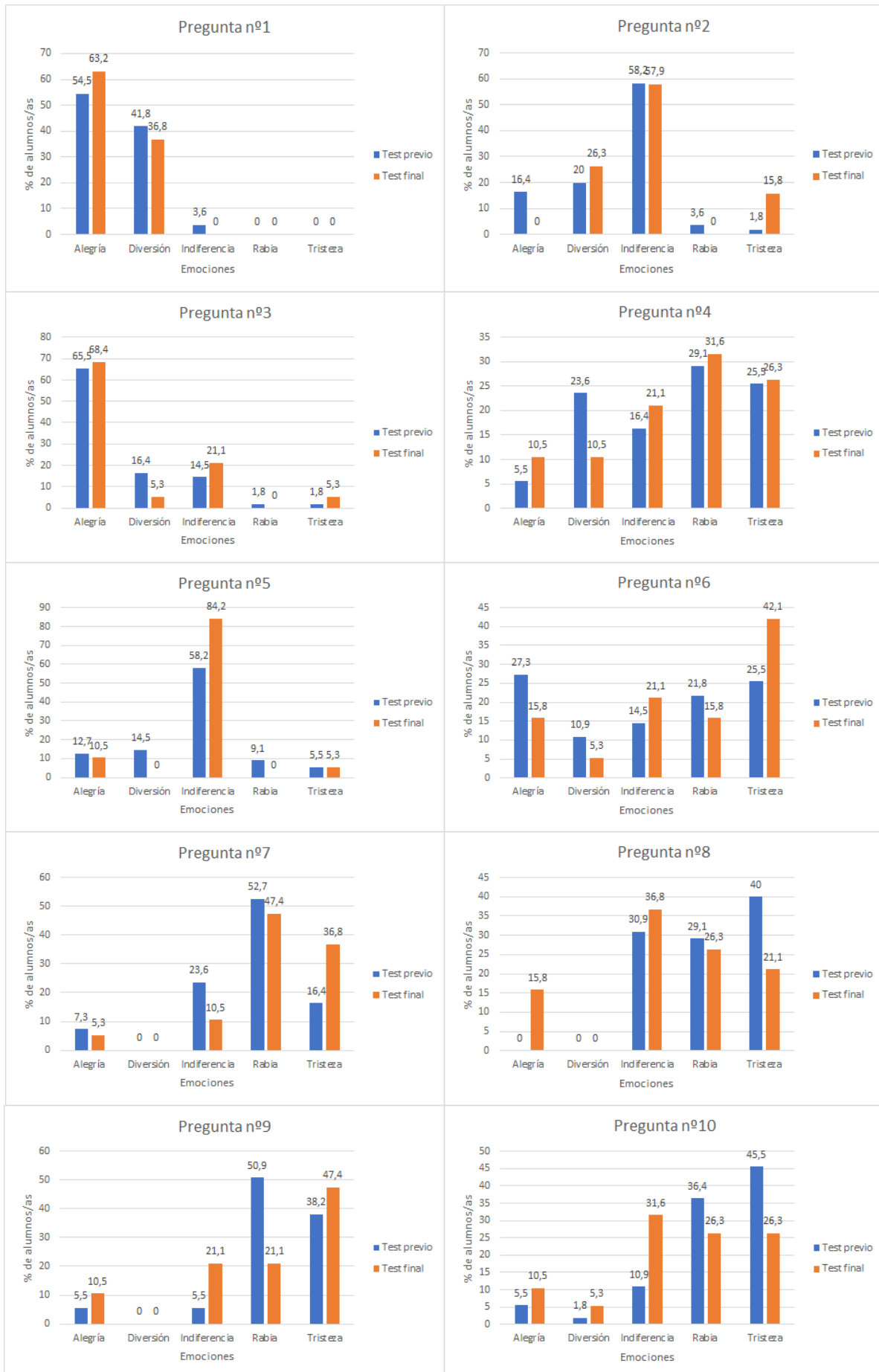
Quiero mencionar que se trata de un instrumento sin validar y que necesita ser sometido a un proceso de validación siguiendo el protocolo clásico empleado para ello (Barbosa, 2013); aun así creo que es útil para sondear la percepción del alumnado respecto al problema planteado antes y después de la intervención didáctica, aunque el número de individuos que contestaron después de la intervención fuera inferior a la que contestó inicialmente. Una posible explicación a este declive de respuestas en los cuestionarios finales, podría ser la presión que tenía el alumnado por estudiar para realizar el examen final de estas unidades didácticas que eran los que iban a determinar, en mayor medida, su nota. Debido a la disponibilidad de tiempo, en la que desarrollé mis prácticas externas, prácticamente se solaparon en el tiempo la realización del cuestionario final con la del examen que

más importaba al alumnado. Tal vez por esta razón, aunque el cuestionario seguía abierto unas semanas después de que yo abandonara el centro, el número de participantes haya disminuido de esta manera tan escandalosa.

Resultados y discusión

A continuación se muestran las gráficas de comparación por preguntas entre el test previo y el final del cuestionario acerca de las emociones realizado al alumnado de 1º de la ESO. Para conocer el enunciado de cada pregunta, la siguiente tabla:

1. Conocer a los animales me hace sentir
2. Los animales invertebrados (gusanos, cangrejos, arañas, libélulas, erizos de mar, etc.) me hacen sentir:
3. Que los seres humanos puedan tener otros animales como mascotas hace que sienta:
4. Cuando los animales que se tienen como mascotas son animales salvajes (chimpancés, tigres, leones, etc.) me hace sentir:
5. Si los animales que tienen como mascotas son invertebrados (gusanos, cangrejos, arañas, libélulas, erizos de mar, etc.) me hacen sentir:
6. Que los zoológicos tengan animales hace que sienta:
7. Que los seres humanos prueben productos como champús, desodorantes, geles, cremas, etc. en animales me hace sentir:
8. Que los seres humanos utilicen a los animales en la agricultura para, por ejemplo, transportar la fruta o hacer surcos en el suelo para luego plantar hace que sienta:
9. Que los seres humanos utilicen a los animales para investigar curas y tratamientos para enfermedades como el cáncer, la diabetes, la Covid-19, etc. me hace sentir:
10. Que los seres humanos prueben en los animales las vacunas que luego utilizaremos contra la Covid-19 hace que sienta:



Como se puede observar de manera sencilla en las gráficas anteriores, en las que se representan las distintas emociones frente al porcentaje (%) de alumnos/as que han seleccionado esa opción, parece que el alumnado de 1º de la ESO controla de manera eficaz sus emociones, al menos con respecto al tema propuesto. En la mayoría de los casos, ambas respuestas, tanto del test previo como del final eran bastante similares. Me gustaría mencionar que hay una tendencia a la indiferencia cuando se habla de animales invertebrados (preguntas 2 y 5) así como una mayor afluencia de emociones negativas cuando se habla de los vertebrados (preguntas de las 7 a la 10) en distintas situaciones, aunque es de reseñar que aceptan que los humanos tengamos mascotas, siempre y cuando estos animales no sean salvajes, por lo que podría ser un nuevo tema de debate en el aula, ¿por qué un perro sí y un lobo no? o ¿por qué un gato sí y un lince no? Generando así una situación de emociones encontradas.

Por otro lado, vemos que en la pregunta 6, la emoción *tristeza* aumenta considerablemente en el test final, así como lo hacen en la pregunta 7 y 9. Por el contrario, vemos que esta misma emoción en la pregunta 8 y 10 disminuye en el test final. Haría falta un revisión más profunda, así como un debate en clase, para determinar por qué ese cambio de opinión, si es debido a los videos presentados en la propuesta de intervención didáctica y su debate con los/as compañeros/as (obteniéndose entonces el objetivo) o por el contrario fue otra causa a determinar.

A continuación, se muestran las tablas con los resultados obtenidos de los test realizados a 3º ESO con respecto a los conocimientos de la COVID-19.

Test previo 3º ESO	
Preguntas	% Aciertos
1. La reproducción en los seres humanos siempre sigue la siguiente secuencia: formación de gametos, fecundación, desarrollo embrionario (gestación/embarazo) y nacimiento:	60.4
2. Debido al desarrollo sexual, en el cuerpo humano, hay cambios tanto físicos como psicológicos:	83
3. Los óvulos son células:	88.7
4. Tanto los hombres como las mujeres	96.2

tienen útero:	
5. Hay diferencia entre semen y esperma:	28.3*
6. Un cigoto es la unión de un gameto masculino (espermatozoide) con uno femenino (óvulo):	86.2
7. Se pueden tener hijos/as sin penetración:	77.4
8. Conozco métodos anticonceptivos como el preservativo, la pastilla anticonceptiva, el DIU, la vasectomía o la ligadura de trompas:	90.6
9. Durante el sexo se pueden transmitir enfermedades:	100
10. El SIDA es una enfermedad de transmisión sexual	98.1
11. Puedo contagiarme de la Covid-19 teniendo relaciones sexuales	66
12. La Covid-19 también es una enfermedad de transmisión sexual	92.5
13. Si tengo sexo sin mascarilla pero con preservativo me protejo de contraer la Covid-19	83
14. Si tengo sexo con mascarilla pero sin preservativo me protejo contraer la Covid-19	41.5
15. Si tengo sexo con mascarilla y con preservativo me protejo contraer la Covid-19	50.9

Test final 3º ESO	
Preguntas	% Aciertos
1. La Covid-19 es una enfermedad de transmisión sexual	96.9
2. Se puede transmitir la Covid-19 en el acto sexual	93.8
3. La Covid-19 puede afectar a la fertilidad si la mujer es quien padece o ha padecido la enfermedad	75
4. La Covid-19 puede afectar a la fertilidad si el hombre es quien padece o ha padecido la enfermedad	75
5. La Covid-19 puede afectar a la fertilidad si el hombre es quien padece o ha padecido la enfermedad	43.8
6. La calidad del flujo vaginal se ve afectada por el SARS-CoV-2 (virus que causa la Covid-19)	59.4
7. La calidad del semen se ve afectada por el SARS-CoV-2 (virus que causa la Covid-19)	15.6**
8. Una madre embarazada con síntomas le transmitirá la Covid-19 a su hijo.	37.5

De manera general, en el test previo, se observó que el alumnado de 3º de la ESO parecía tener buen nivel con respecto a los conocimientos generales de la reproducción humana y la sexualidad. Con respecto a las preguntas específicas del virus, hay que destacar que en la pregunta 11 y 12 hubo una confusión, ya que no todos/as tenían claro que se podían contagiar teniendo sexo pero luego en la siguiente pregunta sí dijeron, casi el 100%, que era una enfermedad de transmisión sexual. Esta incongruencia fue detectada y explicada durante la propuesta de intervención didáctica con intención aclaratoria. Se pueden contagiar en el sexo del SARS-CoV-2, sí, pero no por vía sexual.

Otros datos que llamaron mucho mi atención fueron las últimas tres preguntas del cuestionario previo, ya que en la pregunta 13, el 83% respondió correctamente, es decir, tenían claro que con preservativo pero sin mascarilla podrían contagiarse, de lo que se extrae que saben que se contagia por vía aérea y no sexual. Pero esto se ve en controversia cuando leo las dos preguntas siguientes (más la 11 y 12 ya comentadas), porque en la pregunta 14 y 15 dejan entrever claramente que no saben a ciencia cierta si pueden contagiarse de manera sexual. Estos datos también fueron recogidos e incluidos en la explicación de la intervención didáctica.

Con respecto al test final, podemos ver que las primeras 4 preguntas, en las que tenían dudas o el porcentaje de aciertos en el test previo fueron menores, en este caso son del 75% o superior, lo que significa que los métodos usados en la propuesta de intervención didáctica funcionaron. Con las 4 siguientes, he de hacer una aclaración, ya que estas preguntas fueron información suplementaria que se les explicó para que conocieran el virus. Ciertamente es, que no obtuvo el mismo grado de atención porque esto no se iba a preguntar en el examen. Además, la disponibilidad de tiempo en mis prácticas para poder desarrollar de manera efectiva la explicación y utilización de los conceptos y “porqués” de estas preguntas fue limitado. Salvando estos comentarios, se observa que, a pesar de lo comentado, más de un 37% acertaron las preguntas, excepto en la pregunta 7. De esto puedo concluir que la metodología seguida en esta indagación para reforzar los conocimientos acerca del virus causante de la pandemia que cursamos parece funcionar.

* La razón de que este número sea tan bajo es que, según algunos expertos en el tema (Mikel Santos Arrieta, comunicación personal), dependiendo del autor/a que escriba se usa indistintamente el término semen o esperma, pero a efectos prácticos y siguiendo el libro de texto que teníamos en el aula, en el test la respuesta correcta era que sí había diferencias, entendiéndose semen como el líquido en el que nadan y del que se nutren los espermatozoides y que es producido por las glándulas anejas; y esperma al conjunto del semen más espermatozoides, que sería el líquido expulsado en la eyaculación.

** Este dato a su vez es también tan bajo, debido a que fue una pincelada en clase y se trató muy sucintamente debido al tiempo del que se disponía. Además, al final el alumnado se quedó con que no había efectos en la calidad espermática, ya que en la mayoría de los casos es así, pero se ha demostrado que en algunos casos donde la enfermedad es muy aguda, se producen casos de oligo-cripto-azoospermia, por lo que, aunque en baja frecuencia, sí afecta a la calidad espermática.

Conclusión

Como queda expuesto en este trabajo y se ha mencionado en otros de ellos citados o no en este texto, la neurociencia y la neurodidáctica funcionan y no solo esto, sino que funcionan muy bien.

Por lo que se hace necesario que todos/as los/as futuros profesionales de la educación conozcan cómo funciona y cómo aprende un cerebro. Que conozcan y reconozcan la individualidad de cada uno y sepan cómo captar, atraer y mantener su atención. Que no olviden que no son máquinas de memorizar, y que debido a las nuevas tecnologías cada vez volcamos más nuestra memoria en objetos externos. Esto aunque pueda parecer malo, nos ha permitido desarrollar más otras áreas del cerebro como la del descubrimiento o la de la multitarea, por lo que debemos explotar estas nuevas y mejoradas áreas con actividades que favorezcan el aprendizaje por descubrimiento, la indagación, el método científico, etc. Así como integrar en la educación las nuevas tecnologías, usando elementos que el alumnado conoce, maneja y resulta divertido. Esto, como hemos visto, se logra a través de la gamificación, un método que solo da ventajas y beneficios si se usa de manera correcta.

De igual manera, aunque trabajemos con cerebros, debemos recordar siempre las emociones y el papel que tienen estas en el aprendizaje, que no es trivial. Como se ha expuesto en este trabajo un/a buen/a docente debe conocer, controlar y saber utilizar las emociones de su clase para que estos/as aprendan utilizando todo su potencial, así como enseñarlos/as a manejar sus emociones de manera controlada y correcta.

Con respecto a la metodología de indagación, se ha demostrado que las herramientas metodológicas ofrecidas por la neurociencia y la neurodidáctica favorecen el proceso de aprendizaje y el desarrollo cognitivo. Es cierto que, en el caso de 1º de la ESO se necesita más tiempo para verificar de manera rigurosa si ha funcionado, pero en el caso de 3º de la ESO los resultados fueron muy positivos. La utilización del aula inversa, el aprendizaje basado en problemas y la gamificación (en general la investigación propia y el constructivismo) favorecen notablemente el aprendizaje.

Con todo esto solo me queda recordar que conociendo y aplicando la neurociencia, solo tendremos que centrarnos en conseguir la atención, la motivación y una emoción positiva del alumnado, y con esto, el aprendizaje se construirá prácticamente solo. Además, lo aprendido de esta manera se mantendrá en la memoria de manera más duradera y eficaz como se ha comentado anteriormente. Tenemos que lograr que los alumnos/as creen redes neuronales eficaces, y nunca hemos tenido una herramienta tan eficaz que nos lo permita como ahora, y esta es, la neurodidáctica. Usémosla.

Propuesta de mejora

Como cualquier otro trabajo, considero que este se podría mejorar en algunos aspectos, estos se tratan a continuación:

- Se podría haber incluido durante todo el proceso de la intervención didáctica el método HERVAT y obtener así unos resultados propios de su eficacia.
- Con respecto al cuestionario de las emociones, el no haber encontrado diferencias claras entre el test previo y el final (en las emociones positivas y negativas) creo que no defenestra el uso de las técnicas de la neurodidáctica, sino que podría aplicarse en otra época y con otro tema para corroborarlo, ya que este alumnado veía de haber vivido un confinamiento duro del que podrían haber aprendido a controlar sus emociones.
- Intentar validar el cuestionario haciendo participar a un grupo de expertos que lo analicen y mejoren e intentar categorizar las posibles respuestas sobre el tópico de estudio que permitan vislumbrar las posibles respuestas en otros grupos discentes que pudiesen ser estudiados.
- En general, el tiempo fue una cuestión limitante a la hora de poner en práctica esta propuesta de intervención didáctica, por lo que sería una buena opción realizarla con mayor margen de tiempo.
- Se podría analizar si los aprendizajes imprescindibles del currículo vigente en ByG recogen las aportaciones neurocientíficas aplicadas a la educación para el desarrollo de las competencias claves del currículum y en la educación emocional.
- Se podría añadir a la metodologías de aprendizaje testadas, el aprendizaje basado en el pensamiento (ABP o TBL, *Thinking Based Learning*), el aprendizaje-servicio (ApS), para examinar su potencialidad en el aula.
- Desde el punto de vista emocional se podría trabajar en mayor profundidad el tema COVID-19 (prognosis de la enfermedad, profilaxis y vacunas) en el marco de las competencias transversales del ODS-4 y las competencias clave del currículo (3º ESO).

Bibliografía

- Ajaja.O.P. (2011). Concept mapping as a study skill: Effects on students' achievement in biology. *International Journal of Educational Sciences*, 3(1), 49 – 57
- Ajaja, P.O. (2013) Which strategy best suits biology teaching? Lecturing, concept mapping, cooperative learning or learning cycle? *Electronic Journal of Science Education*. Vol. 17, No. 1.
- Álvarez, A. (2019). Propuesta desde la neurodidáctica de ambientes de aprendizaje lúdicos y virtuales sobre los problemas ambientales en 1º ESO: memoria, emoción y TDAH.
- ARCOS, A. (2017). El programa HERVAT para activar y aumentar los estados atencionales duraderos en clase.
- Asriyadin, S., Yulianci, A., Adiansha, I., Kaniawati, W., Liliawati y Muliana (2020). The development of character and scientific knowledge of students through inquiry-based learning neuroscience approach. *Journal of Physics: Conference Series*. doi:10.1088/1742-6596/1806/1/012019
- Barbosa, L. H. (2013). Construcción, validación y calibración de un instrumento de medida del aprendizaje: Test de Ley de Bernoulli. *Revista Educación en Ingeniería*, 8(15), 24-37. <https://doi.org/10.26507/rei.v8n15.301>
- Beatriz, M. (2017). El curriculum y las prácticas pedagógicas del docente de educación superior desde los aportes de la neurociencia. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad*. Volumen 3, Número 4, Octubre 2017, ISSN: 2387-0907, Dep. Legal: J-67-2015 <http://riai.jimdo.com/>
- Benavidez, V., Flores, R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica.
- Blakemore, S. y Frith, U. (2005). El cerebro de aprendizaje: lecciones para la educación: un resumen.
- Burke, B. (2012). Gamification 2020: what is the future of gamification?
- Cantador, I.(2016). La competición como mecánica de gamificación en el aula: una experiencia aplicando aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo.
- Cantó, J. (2015). Resultados de la implementación de la neurodidáctica en las aulas de educación infantil.

- Cantó, J. (2015). Resultados de la implementación de la neurodidáctica en las aulas de educación infantil.
- Codina, M. (2014). Neuroeducación en virtudes cordiales. http://www.academia.edu/12975357/Tesis_doctoral_Neuroeducaci%C3%B3n_en_virtudes_cordiales._Una_propuesta_a_partir_de_la_Neuroeducaci%C3%B3n_y_de_la_%C3%A9tica_discursiva_cordial
- Contreras, R., Erguía, J.L. (2016). Gamificación en aulas universitarias.
- Costillo, E., Borrachero, B., Brígido, M., y Mellado, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de secundaria.
- Crosby, M.S., y Owens, E.M. (1993). The disadvantages of tracking and ability grouping: A look at cooperative learning as an alternative. In *National Dropout Prevention Center Bulletin: Solutions and Strategies*, 5, 1 - 8.
- De la Cuesta, I. (2016). *Neurodidáctica aplicada*. www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:944465
- Débora, M. (2018). ¿Qué nos indica las neurociencias sobre la introducción de nuevos contenidos en Biología y Geología en 3º ESO?: propuesta metodológica.
- Deterding, S. (2011). Gamification: toward a definition.
- Gamo, J. (2012). La neuropsicología aplicada a las ciencias de la educación: Una propuesta que tiene como objetivo acercar al diálogo pedagogía/didáctica, el conocimiento de las neurociencias y la incorporación de las tecnologías como herramientas didácticas válidas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En J. Navarro, M^a Fernández, F. Soto y F. Tortosa (coords.), *Respuestas Flexibles en Contextos Educativos Diversos*. <http://diversidad.murciaeduca.es/maspublica.php>.
- Gerhard, F., Gerhard, P. (2003). Neurodidáctica, *Revista Mente y cerebro: 4 –Esquizofrenia*. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/mente-y-cerebro/esquizofrenia-356/neurodidctica-3910>
- Gluck, M., Mercado, E. (2009). *Aprendizaje y memoria*.
- Goleman, D. (1996). *La Inteligencia Emocional*.

- González, C.M. (2020) Ejemplificación de estados emocionales positivos a través de situaciones problemas en el aprendizaje de la Biología.
- Henríquez, M. (2018). Atender a la diversidad en las clases de biología y geología de la ESO mediante la gamificación y los paisajes de aprendizaje.
- Larrondo-Ureta, A., Fernández, S.-P., y Morales-i-Gras, J. (2021). Desinformación, vacunas y Covid-19. Análisis de la infodemia y la conversación digital en Twitter. *Revista Latina De Comunicación Social*, (79), 1-18. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2021-1504>
- Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria. *Cuadernos de Información y Comunicación*, 10, 221-233.
file:///C:/Users/Veronica/Downloads/8143-8226-1-PB%20(1).PDF
- Negrín, M.A. y Marrero, J.J. (2021). La nueva Ley de Educación (LOMLOE) ante los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y el reto de la COVID-19. *Avances en Supervisión Educativa*, 35 (en prensa).
- Hart, L. (2018). Neurociencias y Educación: Una puerta abierta hacia el desarrollo humano. Asociación Educativa para el Desarrollo Humano. Batallón Libres de Trujillo 229. <https://es.scribd.com/document/355438843/Neurociencias-y-Educacion-una-puerta-abierta-hacia-el-desarrollo-humano-pdf>
- Ortiz-Colón, A., Jordán, J. y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. <https://doi.org/10.1590/S1678-4634201844173773>
- Otero, M.R. (2006). Emociones, Sentimientos y Razonamientos en Didáctica de las Ciencias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 1(1).
<http://www.scielo.org.ar/pdf/reiec/v1n1/v1n1a03.pdf>
- Paz, C., Acosta, M., Bustamante, R., y Paz, C. (2018). Neurociencia vs. Neurodidáctica en la evolución académica en la educación superior. *Didasc@lia: Didáctica y Educación. Volumen X*, 207-228.
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., La Mantia, A. S., McNamara, J. O. y Williams, A. M. (2004). Neuroscience.
- Roehrig, G.H., Michlin, M., Schmitt, L., MacNabb, C. y Dubinsky, J.M. (2012). Teaching neuroscience to science teachers: facilitating the translation of inquiry-based teaching instruction to the classroom.

- Sander, L., Roozenbeek, J. y Compton, J. (2020). Inoculating against fake news about COVID-19. doi: 10.3389/fpsyg.2020.566790
- Serrano, J.-M., y Pons, R.-M. (2014). Introduction: Cooperative Learning [Introducción: aprendizaje cooperativo]. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 30(3), 781-784. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201251>
- Shearer, E. y Mutsaers, K. E., (2018). News use across social media platforms 2018. Pew Research Center, Journalism and Media. <https://www.journalism.org/2018/09/10/news-use-across-social-media-platforms-2018/>
- Soldevilla, P., Palma, D., Hernández, A. y Rius, C. (2021) Vacuna antiCOVID-19. La otra cara del espejo: la opinión de 5 expertos en vacunas frente a la actitud de los negacionistas y de los antivacunas.
- Souza, D. (2017). *El Cerebro reconectado*. España. https://issuu.com/sergiocristerna/docs/neurociencia_educativa_mente_cereb
- Stevens, R., y Slavin, R. (1995). The cooperative elementary school: Effects on students' achievement, attitudes, and social relations. *American Educational Research Journal*, 32(2), 321 – 351.
- Tudela, L., Gómez, A. y Cantero, M. (2017). Una propuesta en neurociencia y aula invertida para el trabajo en ámbito: un legado que cuidar. *El Bucio*, 22, 65-73.
- Zichermann, G. (2012). Rethinking elections with gamification.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor, Miguel Ángel, por todo lo aportado, por su comprensión y apoyo sabiendo mi situación laboral. Por su buena actitud, su cercanía y las risas compartidas en los meets.

A mi colega y amigo *Rhizobium*, que sin él tal vez no estuviera presentado a la fecha de hoy este TFM. Gracias por estar y ser esa ayuda incondicional y gratuita desde siempre y especialmente en este año.

A mi familia, por todo el apoyo recibido, por la confianza ciega en que yo podría lograrlo y que podría hacerlo todo a la vez como siempre he hecho. Sin ese apoyo incondicional, esta vez, tal vez no hubiera podido. Les quiero.

A ti, CGR, mi mejor amiga y pareja, por soportar todas mis ausencias tanto físicas como mentales, por aguantar la chapa de cuando descubría algo interesante (para mí) de neurociencia, didáctica o metodologías y por estar ahí siempre cuando te necesitaba. Todo lo demás ya está dicho y lo sabes, simplemente, gracias.

Anexo

Cuadro resumen de los moluscos

Recordemos que en los moluscos, a diferencia de los _____ su cuerpo _____ y es _____. Además, tienen un _____ que lo usarán, dependiendo del grupo, para diversas _____.

La _____ los moluscos tienen _____ que _____ al animal. Esta _____ es de un material _____ duro y es creada por un pliegue llamado _____, que es donde están los _____. La _____ puede tener _____ y _____.

GRUPOS DE MOLUSCOS			
Tipos			
Alimentación			
Concha			
Pie			
Ejemplos			

Preguntas:

- 1) ¿Qué funciones desempeña el pie de los moluscos?
- 2) Sólo observando sus conchas, explica cómo distinguirías a los 3 grupos de moluscos.
- 3) ¿Cómo se desplaza un calamar?
- 4) Di a qué grupo pertenecen las siguientes fotos:



Ficha para generar la indagación en el apartado de los moluscos, dentro de la propuesta de intervención didáctica de 1º ESO.

**LOS
ARTRÓPODOS**

“Animales con armadura articulada”

Prof. A. Daniel Rodríguez Zamora
Contacto, dudas: Daniel.rodriguez@cevlamilagrosaorotavaesur.es


Presentación para la clase de artrópodos de la propuesta de intervención de 1º de la ESO.


Enlace: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1Pt3-i2s2OGxwSdzqS2AwIpE9Ys1Hw0a1>




Video puesto al alumnado para complementar la clase de equinodermos, dentro de la propuesta de intervención didáctica de 1º de la ESO. Enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=STh4Kzq1PRM>

1 - Kahoot **Repaso de los animales**  1 of 1 < > X

 **A public kahoot**

 **danirguezamora18**
Created on 26 April 2021

Questions (33) **Show answers**

1 - Quiz
Todos los animales tienen nutrición

2 - Quiz
La mayoría de los animales tiene simetría

3 - True or false

Kahoot! de repaso hecho para la propuesta de intervención didáctica de 1º de la ESO. Enlace:
<https://create.kahoot.it/collection/f32df001-a236-4ac5-93d7-73d063458daa>

Cuestionario Animales

Después de haber realizado el Kahoot! en clase no deberías tener problemas con este!!
No tiene tiempo, pero solo podéis hacerlo una vez.

Tu correo se registrará cuando envíes este formulario

¿No es tuya la dirección

daniel.rodriguez@cevlamilagrosaorotavaesur.es? [Cambiar de cuenta](#)

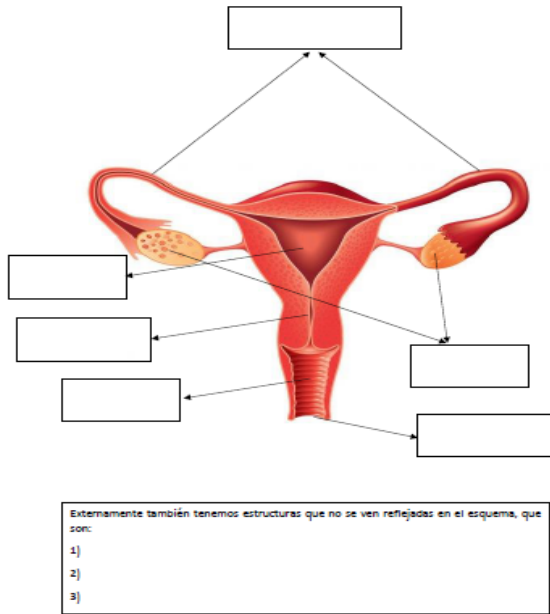
***Obligatorio**

Nombre y apellidos *

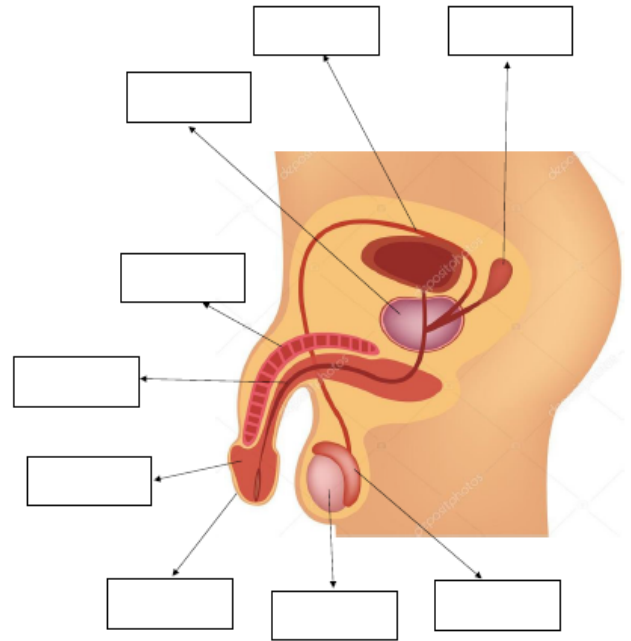
Tu respuesta

Cuestionario que forma parte de la nota de la propuesta de intervención didáctica de 1º de la ESO. Enlace:
<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeone7dBqjjA8PLYx13xGu6Mpknv3uNZR48bFFVTPj7baHccw/viewform>

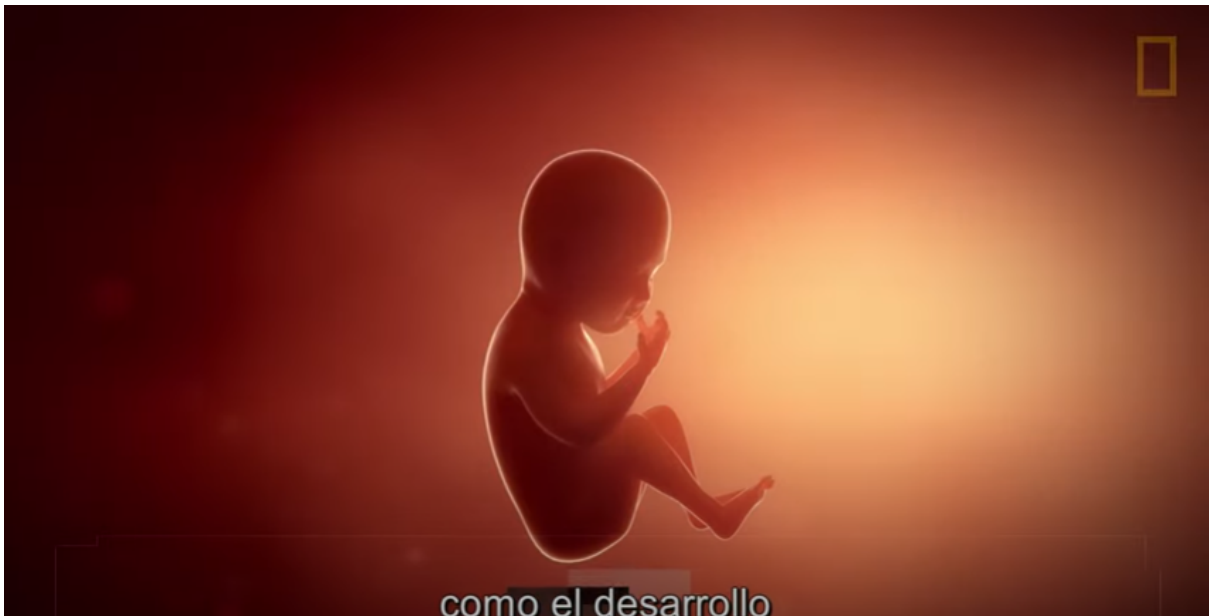
SISTEMA REPRODUCTOR FEMENINO



SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO



Esquemas para la propuesta de intervención didáctica de 3º de la ESO. Enlace: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1Pt3-i2s2OGxwSdzqS2AwIpE9Ys1Hw0a1>



Video que sirvió de apoyo para explicar el contenido de fecundación, desarrollo y parto de la propuesta de intervención didáctica de 3º de la ESO. Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=beQWrufIvQ>

Sistema reproductor

Este cuestionario está relacionado con la clase que dimos sobre el aparato reproductor femenino. Solo una respuesta de las opciones es correcta. No tienen tiempo límite. Solo pueden hacerlo una vez.

Tu correo se registrará cuando envíes este formulario

¿No es tuya la dirección

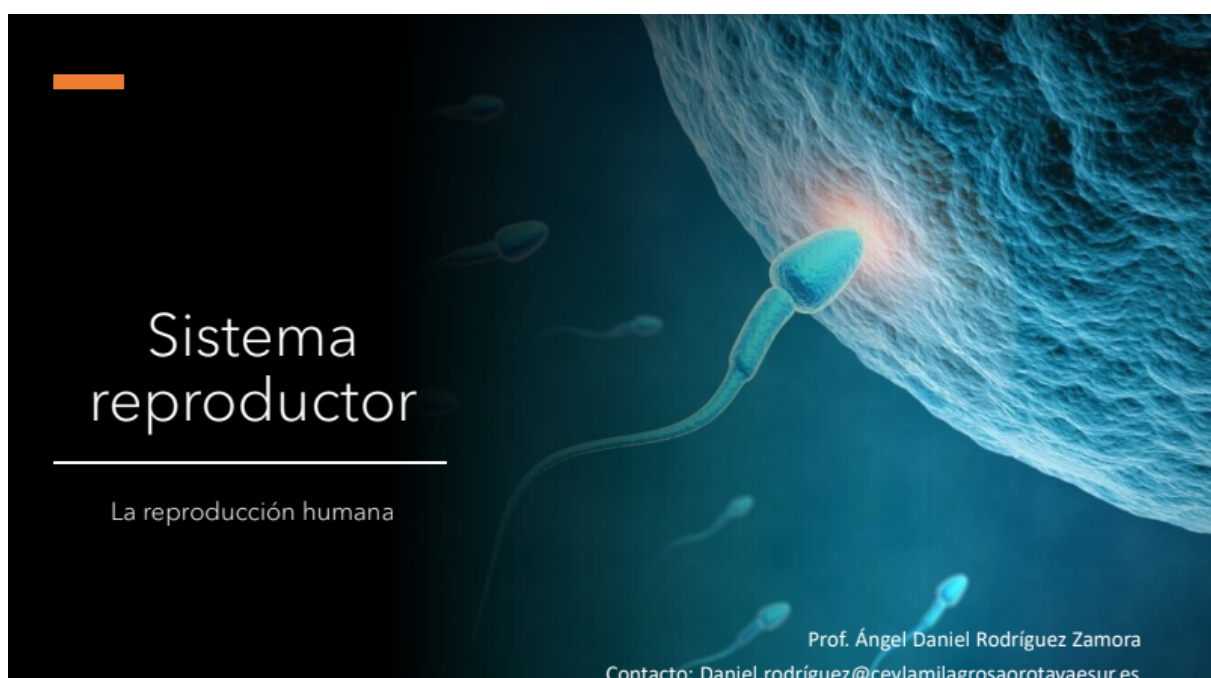
daniel.rodriguez@cevlamilagrosaorotavaesur.es? [Cambiar de cuenta](#)

***Obligatorio**

Nombre y apellidos *

Tu respuesta

Cuestionario que servía de repaso y contaba para parte de la nota de la propuesta de intervención didáctica de 3º de la ESO. Enlace: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSekZnkxbrEp8MbiaAd7GxmFMl0uiJM74qdD8BDdJkg15_Z9Nw/viewform



Presentación utilizada para la explicación del sistema reproductor en la propuesta de intervención didáctica de 3º de la ESO. Enlace: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1Pt3-i2s2OGxwSdzqS2AwIpE9Ys1Hw0a1>

Cuestionario 1ºESO

Rellena en cada caso como te sientes. No hay tiempo límite, puedes tomarte tu tiempo. Solo puedes contestar este cuestionario una vez.

Este formulario registra automáticamente los correos de los usuarios de Colegio La Milagrosa. [Cambiar configuración](#)

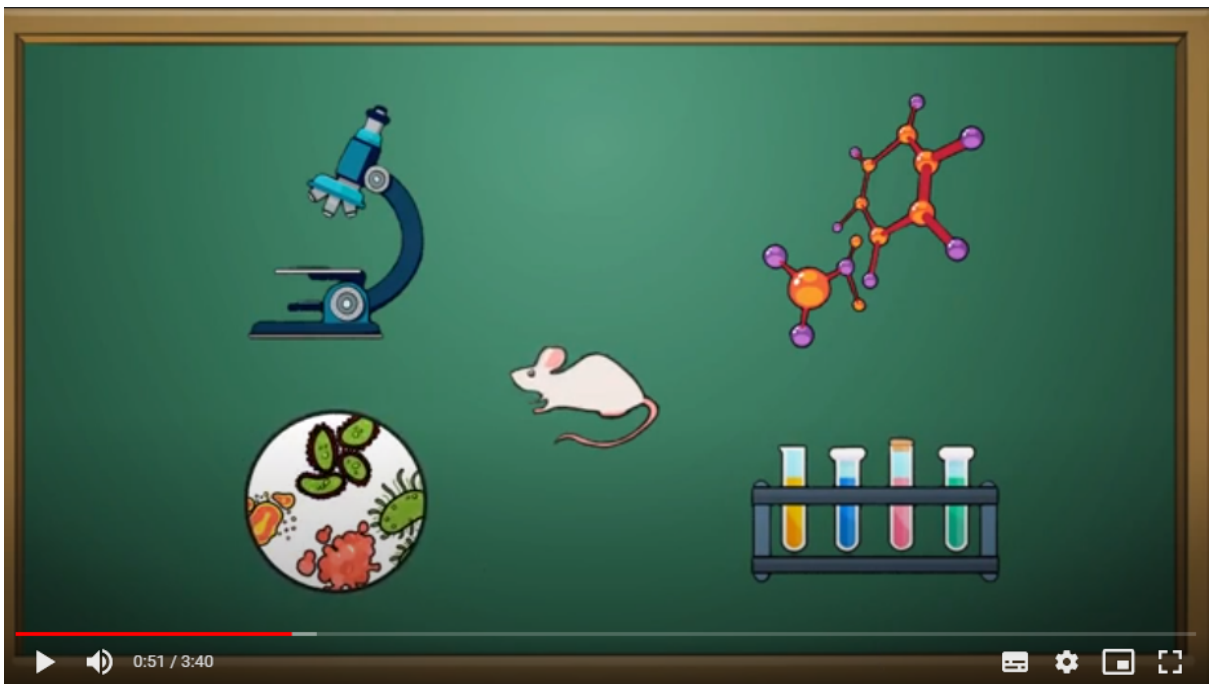
Conocer los animales me hacen sentir: *

- Alegría
- Diversión
- Indiferencia
- Rabia
- Tristeza

Cuestionario realizado al alumnado de 1º de la ESO, en el apartado de indagación de las emociones, con respecto al tema de la experimentación animal. Enlace: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeS3tQ1K9HqxlvJnGsFZG0Pug9_m7LA0mzMTsLEvukPuQ-2-w/viewform



Primer video, acerca de la experimentación animal, usado en la indagación acerca de las emociones del alumnado de 1 de la ESO. Enlace: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1Pt3-i2s2OGxwSdzqS2AwIpE9Ys1Hw0a1>



Segundo video, acerca de la experimentación animal, usado en la indagación acerca de las emociones del alumnado de 1 de la ESO. Enlace: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1Pt3-i2s2OGxwSdzqS2AwIpE9Ys1Hw0a1>

Cuestionario previo 3º ESO

Esto es para saber el nivel que tienen, sean sinceros/as. Intenten responderlo sin libro ni apuntes. No hay tiempo máximo para contestar, tómense su tiempo. Solo pueden responder una vez.

Tu correo se registrará cuando envíes este formulario

¿No es tuya la dirección

daniel.rodriguez@cevlamilagrosaorotavaesur.es? [Cambiar de cuenta](#)

***Obligatorio**

La reproducción en los seres humanos siempre sigue la siguiente secuencia: formación de gametos, fecundación, desarrollo embrionario (gestación/embarazo) y nacimiento: *

- Sí
- No lo sé
- No, faltan/sobran pasos

Cuestionario previo en la indagación realizada a 3º de la ESO para valorar sus conocimientos acerca de la COVID-19 antes de la propuesta de intervención didáctica para este curso. Enlace: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeIFcA9Ux0kTD6TaIx_wGThhe65imRJBj7ZvzCN92QLCGwmg/viewform

Cuestionario final 3ºESO

Esto es para saber con lo que se han quedado respecto a la Covid-19, sean sinceros/as. Intenten responderlo sin libro ni apuntes. No hay tiempo máximo para contestar, tómense su tiempo. Solo pueden responder una vez.

Tu correo se registrará cuando envíes este formulario

¿No es tuya la dirección

daniel.rodriguez@cevlamilagrosaorotavaesur.es? [Cambiar de cuenta](#)

***Obligatorio**

La Covid-19 es una enfermedad de transmisión sexual *

- Sí
- No lo sé
- No

Cuestionario final en la indagación realizada a 3º de la ESO para valorar sus conocimientos acerca de la COVID-19 después de la propuesta de intervención didáctica para este curso. Enlace: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc3Gw47NoHy5XdM08B4Jz6vamlODGQefEfBz8LIFEFj7mSzew/viewform>