

Trabajo Fin de Máster

Cerebro, ojos y acción. Trabajando el sistema nervioso y endocrino en 3º de la ESO

Brain, Eyes and Action. Working on the Nervous and Endocrine systems in 9th Grade

Autora

Carmen Gómez Royo

Directora

María José Sáez Bondía

FACULTAD DE EDUCACIÓN
Año 2024

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Presentación del trabajo por apartados	3
1.2 Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II	3
1.3. Presentación personal y trayectoria académica y profesional.....	4
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	5
2.1 Actividad 1. “Práctica 10. Disección”	5
2.2 Actividad 2. “Práctica 3. Rocas”	5
III. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	7
3.1. Título y nivel educativo.....	7
3.2 Evaluación inicial	8
3.2.1 Revisión bibliográfica relativa al conocimiento o ideas del alumnado sobre la temática y las dificultades de aprendizaje observadas	8
3.2.2 Instrumentos empleados.....	9
3.2.3 Resultados derivados de la evaluación inicial	9
3.2.4 Implicaciones de los resultados de la evaluación inicial.....	11
3.3 Fundamentación teórica	12
IV. ACTIVIDADES	14
4.1. Contexto de aula y participantes.....	14
4.2. Actividades realizadas	14
4.2.1 Actividad 1. Planteamiento de mapas conceptuales.....	15
4.2.2 Actividad 2. Juego de rol sobre el sistema endocrino.	18
4.2.3 Actividad 3. Disección de encéfalo.	19
4.2.4 Actividad 4. Kahoot!	20
4.2.5 Actividad 5. Proyecto vídeo.....	22
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	26
VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	31
VII. CONSIDERACIONES FINALES	33
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
IX. ANEXOS	37
A. Evaluación inicial.....	37
b. Presentación de powerpoint que sirvió de apoyo durante la primera actividad.....	38
c. Protocolo de disección de encéfalo de cordero	39

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación del trabajo por apartados

El presente Trabajo de Fin de Máster contiene la propuesta didáctica diseñada durante la asignatura del Prácticum II del curso 2022/2023, llevada a cabo en el Colegio La Salle Franciscanas Gran Vía. La propuesta se contextualiza en el bloque de saberes D. Cuerpo humano de la asignatura de Biología y Geología de 3º de la ESO, concretamente en los contenidos del sistema nervioso y endocrino.

Se inicia con una contextualización del centro en el cual se han realizado los Prácticum I y II, junto con una breve presentación personal. Continúa con un análisis didáctico de dos actividades que se han realizado a lo largo del Máster y que han servido para la realización de esta propuesta. Posteriormente se presenta la propuesta didáctica detallada, los resultados de aprendizaje de la propuesta y posibles propuestas de mejora. Se termina el trabajo con las consideraciones finales.

1.2 Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II

El Colegio La Salle Franciscanas Gran Vía es un colegio concertado-privado, cuya primera particularidad, a diferencia de otros centros de su misma tipología, es que solo cuenta con cursos de secundaria, comprendiendo desde 1º de ESO hasta 2º de Bachillerato. La Educación Secundaria Obligatoria es de carácter concertado, mientras que el Bachillerato es privado.

Se encuentra ubicado en la calle de Santa Teresa de Jesús nº 23, cerca de una de las vías principales de la ciudad de Zaragoza, la Gran Vía (como se indica en su nombre). La zona residencial colindante al colegio agrupa, a los pisos y edificios de renta antigua alquilados por estudiantes, dada la proximidad a la Universidad de Zaragoza, y familias con un estatus socioeconómico medio-alto, dado el precio medio de la vivienda en los alrededores de Plaza San Francisco.

En lo referido al profesorado, resulta llamativo el gran porcentaje de docentes que son ex alumnos del propio centro. En general, se trata de un claustro joven con un ambiente amable.

Respecto a las instalaciones del centro, se trata de un edificio antiguo que ha sido remodelado en varias ocasiones a lo largo de los años para ir adaptándolo a los nuevos tiempos y dotándolo de prestaciones. Una de las peculiaridades del centro es la ausencia de un patio de recreo propio debido a la antigüedad de las instalaciones. Debido a ello, el alumnado debe desplazarse un par de calles al norte para acceder a un recinto que comparten con el Colegio La Salle Franciscanas (ciclos de Educación Infantil y Primaria) en el que se encuentra un patio de recreo tradicional.

Respecto a las aulas, cuentan con todos los medios necesarios a nivel tecnológico (proyector, pantalla inteligente, etc). La mesa del profesor siempre se sitúa encima de la tarima que está al principio de la clase junto a las pizarras (una convencional y la otra digital), y las mesas de los y las alumnas se disponen en filas hasta el final del aula. Los estudiantes se sientan por parejas, que van cambiando periódicamente. El centro cuenta también con un laboratorio de Biología que se emplea en esta propuesta para realizar una disección.

Por último y como particularidad, existe la presencia de profesores jubilados que son los hermanos de La Salle que residen en el centro y que, si bien no forman parte del claustro, desarrollan de manera significativa las labores de apoyo extraescolar para el alumnado con necesidades especiales (por ejemplo, aquellos que no hablan el idioma) y aquellos estudiantes de Bachillerato que necesitan clase de repaso.

1.3. Presentación personal y trayectoria académica y profesional

Mi nombre es Carmen Gómez Royo, nacida en Zaragoza y con 26 años en el momento en el que se realiza este Trabajo de Fin de Máster. Estudié la carrera de veterinaria en la Facultad de Zaragoza y me gradué en el año 2021. Nada más terminar mis estudios, estuve trabajando durante un año en el norte de España, ya que el campo que más me interesaba era el de grandes animales.

Tras una experiencia que me permitió ver que el trabajo en campo es muy duro y exigente, decidí regresar a Zaragoza y preparar unas oposiciones de veterinaria, con el fin de buscar una estabilidad que el trabajo de campo no me permitía. En ese contexto, me encontré con el Máster de profesorado y me pareció una buena idea matricularme y valorar la opción de realizar unas oposiciones como docente.

A lo largo de la realización del Máster, he podido descubrir que la educación en secundaria es un campo que me atrae, sensación que se incrementó cuando realicé las prácticas. Si bien en la actualidad me encuentro trabajando como veterinaria, lo cierto es que no descarto la idea de prepararme para ejercer como docente en un futuro próximo.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

A lo largo de los dos cuatrimestres que componen el Máster de profesorado se han llevado a cabo muchas actividades que han servido para obtener herramientas y estrategias docentes de cara a la futura labor como profesores. Estas actividades han resultado útiles, también, para la realización de esta propuesta didáctica.

Concretamente, se van a analizar dos prácticas realizadas en la asignatura de “Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología”, ya que sirvieron de modelo e inspiración para el desarrollo de la propuesta didáctica en este trabajo.

2.1 Actividad 1. “Práctica 10. Disección”

Esta práctica consistió en la disección de diversos órganos utilizando una metodología puzzle o de grupos de expertos. La finalidad de la práctica era trabajar y promover el pensamiento sistémico o “system thinking”, que se basa en buscar estrategias en el aula de modo que el alumnado trabaje los contenidos desde diferentes perspectivas para que puedan identificar las relaciones existentes entre los diferentes elementos que conforma un sistema y puedan visualizar, en este caso, el cuerpo humano como tal (Cañal, 2008). Es decir, no solo las características de los diferentes órganos, sino las relaciones existentes entre ellos para el funcionamiento del cuerpo humano.

Esta práctica resultó muy interesante, ya que, con la metodología previamente mencionada, cada grupo tenía un experto en un tema, u órgano distinto. Se diseccionaron corazón, cerebro, ojo, pulmón, riñón e hígado. De este modo, los expertos en cada tema se reunían, poniendo en común toda la información que tenían y, a continuación, se la explicaban a su grupo. A título personal, la actividad sirvió para aumentar el interés por el tema, ya que por mi propia formación y el interés que me despertaba la anatomía a lo largo de la carrera, las disecciones resultaron amenas. Por otro lado, explicar a los compañeros la funcionalidad de los órganos a la par que su estructura, resultó en una mejor comprensión de los mismos.

En el apartado de *Fundamentación teórica* de este trabajo se detalla por medio de bibliografía la utilidad de llevar a cabo prácticas de laboratorio con los estudiantes, así como del uso de estrategias de trabajo cooperativo que aumentan la motivación del alumnado y generan un buen clima de aula. Es por todo esto que en esta propuesta didáctica se plantea realizar una disección de encéfalo, siguiendo un protocolo o guion que permita a los estudiantes visualizar aquellos conceptos explicados previamente de modo que se estimule su interés.

2.2 Actividad 2. “Práctica 3. Rocas”

Esta práctica, contextualizada en contenidos de tipo geológico, ha servido de inspiración para la realización de la presente propuesta didáctica por la metodología empleada. La práctica en el Máster va precedida de una salida de campo en la que se revisan las principales rocas ornamentales y de construcción que se pueden encontrar en la zona centro de Zaragoza (zonas

colindantes a la Plaza del Pilar y a la Plaza de la SEO).

A continuación, se pide a los estudiantes que realicen un trabajo en formato vídeo adaptado a un nivel educativo de 1º de la ESO que trate sobre el ciclo de las rocas y los tipos de rocas y que resulte atractivo para dicho nivel. Para terminar con la actividad, que se lleva a cabo en varias sesiones, se exponen los vídeos de manera grupal y se evalúan en conjunto.

La realización de esta práctica, así como la elaboración del vídeo y su posterior emisión en el aula resultaron estimulantes, a diferencia de otros trabajos de tipo escrito que resultan más repetitivos. También en el apartado de *Fundamentación teórica* se justificará bibliográficamente el uso de esta estrategia, que permite trabajar de manera cooperativa y con una división de roles, mientras que se aumenta el interés del alumnado y su motivación. Es por esto, que dado que esta propuesta busca incluir metodologías diversas que aumenten el interés por los contenidos trabajados relativos al bloque de saberes D. Cuerpo humano, se planteó la elaboración de un vídeo como estrategia motivadora.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

3.1. Título y nivel educativo

La presente propuesta didáctica se contextualiza en el curso 3º de la ESO, concretamente dentro de la Unidad Didáctica del Sistema Nervioso y Endocrino. Según lo dispuesto en la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, esta unidad didáctica se encuadra dentro del bloque de saberes D. Cuerpo humano.

La propuesta se titula “Cerebro, ojos y acción. Trabajando el sistema nervioso y endocrino en 3º de la ESO” y se llevó a cabo simultáneamente en los tres grupos de dicho curso. Se trata de 3 grupos (A, B y C) repartidos de manera arbitraria, atendiendo a sus calificaciones, entre el A y el B. Sin embargo, en 3º C se encuentra también el alumnado que tiene desdobles en Diversificación en algunas asignaturas y que no imparten Biología (9 estudiantes), así como el mayor número de alumnos y alumnas con Adaptaciones Curriculares No Significativas.

Las actividades que se desarrollan en esta propuesta tienen como **objetivo principal** la introducción del alumnado a la terminología anatómica y al aprendizaje de conceptos relacionados con la fisiología humana, desde una perspectiva sistémica y con una serie de metodologías que aumenten su interés y motivación y, por tanto, favorezcan el aprendizaje. Cabe destacar que se implementa esta propuesta una vez la docente ha impartido unas clases previas de conceptos sobre el sistema nervioso, de modo que sirvan para trabajar lo ya explicado en el aula. En la Tabla 1 se detallan las actividades realizadas y sus objetivos.

Tabla 1

Actividades que constituyen la propuesta didáctica y sus objetivos.

Actividad	Objetivos
<i>Planteamiento de esquemas (autónomos y colectivos)</i>	- Facilitar al alumnado la comprensión del funcionamiento del sistema nervioso por medio de la realización de un esquema de manera individual y colectiva.
<i>Juego de rol sobre el sistema endocrino</i>	- Facilitar la comprensión del sistema endocrino, favoreciendo la percepción sistémica del cuerpo humano como un todo. - Fomentar la motivación del alumnado frente a conceptos nuevos relacionados con fisiología.
<i>Disección de encéfalo</i>	- Proporcionar al alumnado una experiencia que permita que visualicen los conceptos que se han explicado previamente en el aula. - Promover el desarrollo de destrezas científicas como la comunicación, la observación y la comparación.
<i>Kahoot!</i>	- Dinamizar el repaso de conceptos previos y teoría aprendida.
<i>Proyecto vídeo</i>	- Promover los grupos colaborativos y la diversificación de tareas dentro de un grupo o equipo de trabajo mientras se realiza un trabajo autónomo de investigación sobre un tema relacionado con los contenidos impartidos.

3.2 Evaluación inicial

3.2.1 Revisión bibliográfica relativa al conocimiento o ideas del alumnado sobre la temática y las dificultades de aprendizaje observadas

Para poder conocer el punto de partida de los estudiantes y sus ideas alternativas con respecto a los contenidos que se tratan en esta propuesta, es necesario realizar una adecuada evaluación inicial. Las ideas alternativas se definen como ideas que el alumnado presenta que son previas a la instrucción escolar y diferentes de la explicación científica aceptada (Ejarque Ortiz et al., 2016). El estudio de estas ideas en el ámbito de la didáctica de las ciencias es amplio y está muy desarrollado (Carrascosa, 2005; Coley y Tanner, 2012; Duda et al., 2021; Leonard et al., 2014; Suprpto, 2020). Sin embargo, Cañal (2010) pone de manifiesto que en lo relativo a la enseñanza del cerebro y los sistemas de coordinación nerviosa los estudios son escasos.

Uno de los estudios principales en cuanto a ideas alternativas sobre el sistema nervioso es el de Villabona Orozco y Herrán Urrea (2017). En este estudio se señala que la mayoría de los estudiantes de secundaria muestreados conciben el sistema nervioso y el encéfalo como independientes el uno del otro. Cañal (2010) además, señala la concepción del sistema nervioso como los “nervios” y “otras partes”, que no se relacionan con el cerebro, sino más bien con estados de ánimo “nerviosos”.

Además, el cerebro se entiende como un todo, desligándolo de los órganos que lo integran. Molinatti (2011) muestra la dificultad de considerar la integración de las neuronas en una red de conexiones, así como su función de comunicación. Además, el concepto de mensaje nervioso no se asimila correctamente. Seah (2020) confirma esta idea, observando cómo el alumnado presenta dificultades a la hora de relacionar las neuronas con los procesos que llevan a cabo. Por otro lado, Molinatti (2011) también describe el modelo de cerebro-músculo que ordena, que acciona, pero que además se desarrolla en función de su uso. Otra idea muy marcada en los adolescentes es la del “tanto por ciento de cerebro utilizado”, en la que se imagina el funcionamiento del cerebro como modular, con unas zonas en reposo y otras activas.

Un último aspecto que resulta un reto para los estudiantes es poder ver el cuerpo humano como un sistema biológico complejo (Cañal, 2010). Esto puede deberse en parte a que en las distintas etapas educativas se estudian los sistemas que componen el cuerpo en distintos apartados que se describen sucesivamente, y que dificultan la visión sistémica del mismo (Cañal, 2008). Así mismo y relacionado con el sistema endocrino, Ospino et al. (2023) muestran por medio de un cuestionario realizado a alumnos y alumnas de secundaria una mirada “reduccionista”, donde el sistema endocrino se entiende de manera aislada al conocimiento del cuerpo humano, resultando en una dificultad para establecer una relación funcional entre los distintos sistemas.

Respecto a los contenidos impartidos en cursos anteriores y que están relacionados con los de esta secuencia didáctica, en el currículo de Biología y Geología de 1º de la ESO se encuentra el bloque de saberes E. El cuerpo humano, que trabaja la función de nutrición exclusivamente. Por tanto, la función de relación y reproducción, así como el sistema nervioso y el sistema endocrino se introducen, en la etapa de secundaria, en el curso en el que se desarrolla esta propuesta.

3.2.2 Instrumentos empleados

Para llevar a cabo la evaluación inicial se emplea como instrumento un cuestionario escrito de diseño propio ([Anexo A](#)), elaborado en base a los contenidos que se van a impartir y teniendo en cuenta las ideas alternativas que pueden estar presentes en el alumnado, atendiendo a la revisión bibliográfica realizada. En la Tabla 2 se relaciona cada pregunta con su objetivo específico dentro de la evaluación inicial.

Tabla 2

Preguntas de la evaluación inicial y objetivos asociados.

Preguntas	Objetivos de las preguntas
1. ¿En qué partes diferenciadas se dividen las neuronas? a. Cuerpo neuronal, axón y apéndices. b. Cuerpo neuronal, axón y dendritas. c. Cuerpo neuronal y axón.	Se relacionan con conceptos que el alumnado ya había trabajado en el aula con la tutora del centro. Es por esto, que se deciden incluir en la evaluación con un objetivo: comprobar lo aprendido por estos y valorar en función de sus resultados si se debe trabajar/reforzar de nuevo.
2. Indica 3 funciones por las que se pueden clasificar las neuronas.	
3. ¿Cómo se llama el espacio existente entre los extremos de dos neuronas, que permite el paso del impulso nervioso?	
4. Relaciona los siguientes conceptos con el sistema al que crees que pertenecen; Sistema Nervioso Central (1) o Sistema Nervioso Periférico (2).	Demandan la exteriorización de ideas sobre conceptos aún no trabajados, como las partes del sistema nervioso o la relación de estas con otros órganos. Además, buscan evaluar la posible presencia de ideas alternativas. Por último pretenden conocer el grado de interés que despierta el tema en el alumnado en función del desarrollo de las respuestas y su creatividad.
5. Tu amigo llega un día como “borracho” a clase. Anda raro, no puede abrir los ojos y habla balbuceando. Explica con tus palabras qué órgano del sistema nervioso crees que puede estar afectado y por qué.	
6. ¿Para qué piensas que puede ser útil tener conocimientos sobre el sistema nervioso? ¿Qué actividades te gustaría que viésemos en clase relacionadas con el tema, que te ayudasen a comprenderlo más fácilmente?	Se busca recoger las ideas o sugerencias de actividades de los estudiantes para estudiar el sistema nervioso.

3.2.3 Resultados derivados de la evaluación inicial

El análisis de las respuestas de la evaluación inicial se realiza de manera agrupada, y se obtienen los siguientes resultados:

- Preguntas sobre conceptos ya trabajados (preguntas 1, 2 y 3).

Estas preguntas son de tipo cerrado o de tipo test de elección múltiple, para analizar el nivel de comprensión del contenido. Se observa:

- En la primera pregunta, de tipo test, hay una clase que sobresale sobre las otras dos con un evidente porcentaje de acierto mayor (clase 3° B con un 100% de acierto, 3° A y 3° C con menos del 60 y del 50% respectivamente).
- En las otras dos preguntas también hay disparidad de resultados en las tres clases, aunque sobresalen las respuestas de la clase de 3° B, con mayor número de aciertos, así como dibujos del espacio sináptico. La presencia de estos dibujos permite inferir que si bien no recuerdan el término específico del concepto que se les requiere, saben qué es lo que se les pregunta.
- En general parece haber una comprensión conceptual superficial, con poca profundidad en las explicaciones y un alto nivel de creatividad en las respuestas. Se confirma lo evidenciado en la bibliografía, ya que una parte del alumnado relaciona las neuronas exclusivamente con acciones de tipo “muscular”, y en la pregunta sobre el impulso nervioso, la mayoría de las respuestas son vagas, dando la impresión de que no se comprende el concepto.
- Preguntas sobre conceptos nuevos (preguntas 4 y 5).

En estas preguntas de tipo abierto y de relación de conceptos, se observa:

- El nivel de creatividad y el uso de elementos gráficos en las respuestas es más elevada en alumnado con adaptaciones curriculares.
- En relación con la búsqueda bibliográfica realizada, se observa la dificultad del alumnado para asumir que los distintos sistemas del cuerpo humano interaccionan entre sí. También se confirma la percepción del cerebro como un todo, sin identificar las partes que lo componen.
- Pregunta 6 de sugerencias para las sesiones de esta propuesta.

En general, se observa un índice de respuesta muy elevado. El alumnado manifiesta su agrado por ser tenidos en cuenta. Se contabilizan las sugerencias y las que cuentan con más respaldo se consideran para tratar de introducirlas en la propuesta. Los gráficos que se muestran a continuación (Figura 1 y 2) corresponden a los resultados obtenidos en las clases de 3° A y 3° B, que fueron las que presentaron más variabilidad. Estos gráficos fueron proyectados en el aula, de modo que los y las alumnas observaran los resultados y fueran partícipes del desarrollo de las clases. En vista de las sugerencias realizadas por el alumnado, se añadieron a la propuesta dos actividades, una basada en la aplicación *Kahoot!* y otra de disección de un encéfalo.

Figura 1

Resultados de la pregunta 6 de la clase de 3º A.

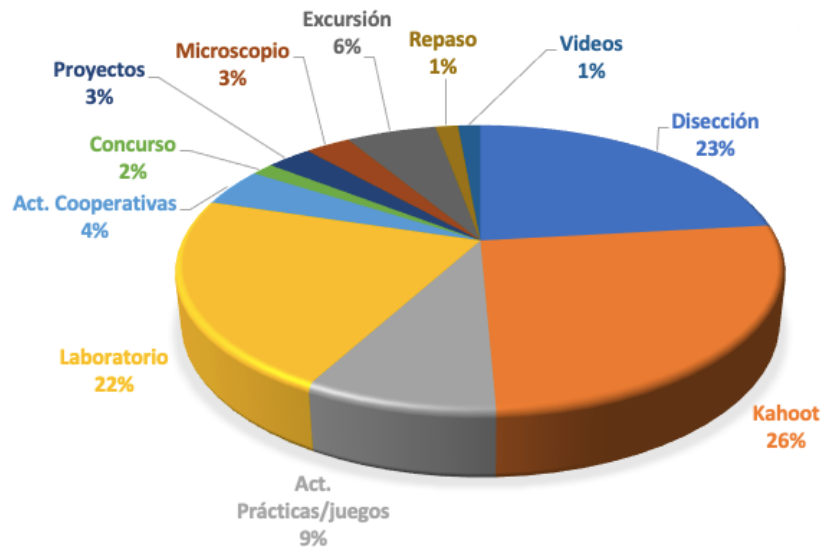
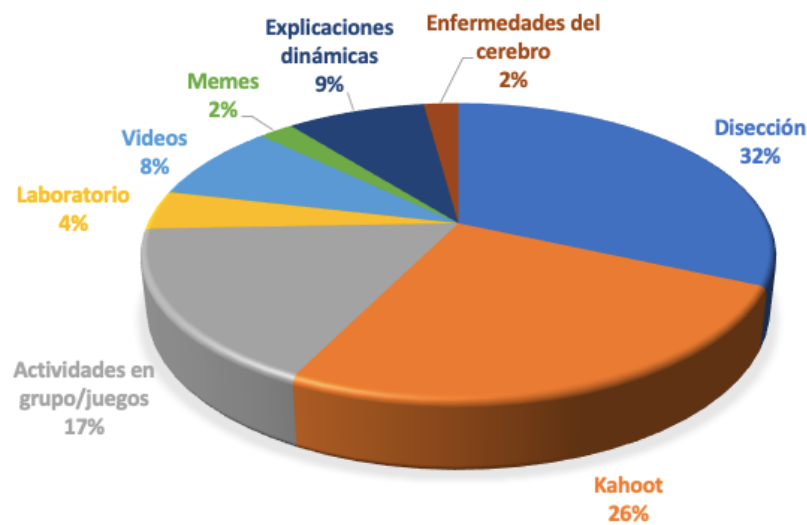


Figura 2

Resultados de la pregunta 6 de la clase de 3º B.



3.2.4 Implicaciones de los resultados de la evaluación inicial

Los resultados obtenidos se tienen en cuenta a la hora de diseñar la propuesta didáctica. Por un lado, se trata de implementar una variedad de metodologías que permitan estimular al alumnado y favorecer el proceso de aprendizaje, ya que se observa que el método tradicional empleado por la tutora del centro ocasiona una comprensión conceptual superficial y baja motivación. Por otro lado, se comprueba la dificultad del pensar sistémicamente entre el alumnado mencionada en la bibliografía. Además, determinados conceptos como “neurona” o “impulso nervioso” resultan difíciles de integrar para los estudiantes, aunque ya se hayan explicado en el aula. Por último, se tienen en cuenta las sugerencias del alumnado, añadiendo dos actividades a la propuesta, una basada en la aplicación *Kahoot!* y otra consistente en una

disección de encéfalo.

3.3 Fundamentación teórica

Como se ha indicado en los apartados anteriores, el sistema nervioso y el sistema endocrino y su enseñanza resultan complicados para los y las alumnas de secundaria. Se pueden encontrar muchas concepciones limitadas, inadecuadas o erróneas entre los estudiantes, bastante resistentes al cambio (Cañal, 2010). Esto podría deberse a que el sistema nervioso, por su propia complejidad, se aborda en las aulas más tardíamente que otros sistemas corporales. Además, por su carácter de estructura de coordinación sistémica general, es más complejo y difícil de abordar en la clase; al igual que sucede con el sistema endocrino y la función de relación. Así pues, en esta propuesta se plantean diferentes actividades que faciliten la adquisición de conocimiento al alumnado, a la par que permitan asimilar el carácter sistémico del sistema nervioso y endocrino y, en definitiva, del cuerpo humano.

Chávez-Aponte y Pereyra (2008) indican que la elaboración de diagramas y esquemas permiten una mejor comprensión de las ciencias. El uso de estrategias para la representación del conocimiento puede favorecer la visualización de conceptos complejos, así como integrar conceptos a la vez que se respeta el orden jerárquico natural, facilitando la comprensión de la función de cada parte para el funcionamiento del todo (Costamagna, 2001). De hecho, diversos estudios que plantean abordar sistemas complejos, como el ciclo del agua o la célula, proponen, como una de las fases en la secuencias de enseñanza y aprendizaje, que el alumnado exteriorice sus ideas y la relación entre los elementos que conforman los sistemas con el uso de esquemas y representaciones (Assaraf y Orion, 2005; Khajeloo y Siegel, 2022). Por ello, para la presente propuesta didáctica se plantea una actividad de realización de esquemas que permita al alumnado visualizar la función del sistema nervioso como un elemento integrador dentro del cuerpo humano. Estos esquemas serán de tipo organigrama, en los que se representa de manera gráfica la estructura orgánica y/o funcional de un sistema, mostrando las relaciones que mantienen entre sí las partes que lo integran (Viteri y Loayza, 2015).

Por otro lado, se plantea una actividad de disección de un encéfalo. Kawai et al. (2015) indican en su estudio sobre la utilidad de las disecciones en el aula de secundaria que se trata de una estrategia que mejora la adquisición de conocimiento del alumnado. Durante una disección de un órgano se puede explorar el mismo, debatir con los compañeros lo observado y responder de manera más efectiva a problemas planteados por el docente, favoreciendo el aprendizaje autónomo e independiente. Además, se trabajan habilidades propias de la ciencia como la observación y la experimentación en una interacción docente-alumno-órgano (Silva, 2018).

Para terminar, y de cara a aumentar la motivación del alumnado por el temario, además de siguiendo sus propias peticiones, se plantea añadir una actividad de repaso basada en la herramienta Kahoot! y un proyecto final de la unidad basada en la grabación de un vídeo. Gómez-Torres et al. (2018) en su estudio sobre la aplicación de la herramienta *Kahoot!* en el aula concluyen que favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje por varios motivos. Primero, por la propia percepción del alumnado que la valora positivamente. Segundo, porque ofrece la opción de retroalimentación a tiempo real lo cual permite solucionar dudas en el momento y valorar qué aspectos de la unidad han sido asimilados y cuáles no. Además, se trata de una herramienta con muy baja complejidad y fácil de utilizar, en la cual se puede también incluir

imágenes que permitan afianzar conceptos. Navarro-Sempere et al. (2022) indican también que el factor competitivo de la aplicación es una fuente de motivación, ya que permite observar el ranking de qué alumnos o alumnas han sido los mejores tras cada pregunta.

En la línea con el uso de Kahoot!, la realización de un vídeo por parte del alumnado busca también aumentar la motivación de estos mientras se utilizan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Los vídeos proporcionan una experiencia multisensorial al estudiante que contrasta con la clase magistral y son considerados de gran interés (De Juan et al., 2013). Se pueden utilizar en el aula de ciencias, tanto por el profesorado para mostrar contenidos o presentar problemas como por el alumnado para mostrar sus resultados de aprendizaje. Numerosos estudios destacan el potencial del uso de vídeos y su relación con el fomento de la creatividad, la comunicación y la colaboración, como recogen Cortés Gracia y Mazas Gil (2022).

Como último apunte, se incluye en la propuesta una actividad de *role-playing*, concretamente del sistema endocrino, que pretende ligarse con el sistema nervioso de modo que se facilite la visión sistémica de los y las alumnas. El *role-playing* o juego de rol es una actividad lúdica en la que los jugadores asumen un papel en un escenario cuyo final desconocen. Mediante un juego de rol se pueden convertir en significativos aspectos de una materia que no lo eran inicialmente para el alumnado (Giménez, 2003). Fernández-Rodríguez et al. (2017) recomiendan el uso de juegos de roles como una estrategia que pone en práctica los conocimientos teóricos a la vez que desarrolla otras competencias transversales como la participación y la motivación, las competencias de comunicación oral y la habilidad de resolver conflictos. Con el juego de rol se puede facilitar la manifestación de posturas diversas e identificar los criterios en los que se sustentan, experimentar cambios de opinión y tomar decisiones, y desarrollar el trabajo colaborativo (España Ramos et al., 2013).

IV. ACTIVIDADES

4.1. Contexto de aula y participantes

Esta propuesta se ha llevado a cabo de manera simultánea en tres clases de 3º de la ESO, 3º A, 3º B y 3º C, en la asignatura de Biología y Geología. La clase de 3º C engloba al alumnado que tiene desdobles en Diversificación en algunas asignaturas, así como el mayor número de estudiantes con adaptaciones curriculares no significativas.

La clase de 3º A cuenta con 29 alumnos y alumnas y se trata del grupo más heterogéneo. Cuenta con 4 alumnos con adaptaciones curriculares no significativas, además de una alumna repetidora. La clase de 3º B cuenta con 26 alumnos y alumnas, una de las cuales requiere de adaptación curricular significativa, ya que acaba de llegar al país procedente de un país de habla no hispana. La clase de 3º C, con 22 integrantes, tiene 5 alumnos con adaptaciones curriculares no significativas. Esta clase es la más “complicada”, ya que hay muchos de ellos muestran baja motivación y un comportamiento en clase de pasotismo e incluso, enfrentamiento.

En general, en las 3 aulas hay un clima tranquilo. Es interesante destacar que hay un alumno transgénero cuya identidad es ampliamente respetada tanto por el alumnado como por el equipo docente. Existe un índice ínfimo o inexistente de absentismo escolar.

4.2. Actividades realizadas

La presente propuesta didáctica se llevó a cabo durante un total de 9 sesiones de 55 minutos cada una. La primera sesión consiste en plantear la evaluación inicial y explicar al alumnado la propuesta que se va a llevar a cabo. En la segunda, tercera y cuarta sesión se repasan los conceptos ya impartidos del sistema nervioso que se ha visto en la evaluación inicial que no han sido comprendidos, y se avanza en el temario. A lo largo de estas tres clases se trabajan los conceptos estudiados por medio de esquemas que, como se ha fundamentado en el apartado de bibliografía, permiten al alumnado una mejor comprensión y facilitar el entendimiento de los conceptos. La quinta y sexta sesión se dedican al sistema endocrino, con una sesión dedicada a impartir los conceptos y, otra, a afianzarlos por medio de un juego de rol. La séptima sesión consiste en una disección de encéfalo y posteriormente un Kahoot! para repasar el temario. La octava y novena sesión cierran la propuesta didáctica con la realización en grupo de un vídeo divulgativo relacionado con los contenidos, de libre formato. Las actividades se detallan en la Tabla 3.

A continuación, en el siguiente apartado, se exponen cada una de las diferentes actividades realizadas con sus correspondientes objetivos, elementos curriculares involucrados, temporalización y recursos, breve descripción y evaluación.

Tabla 3

Actividades que componen la propuesta y los recursos necesarios.

	Actividad	Sesión	Descripción de la actividad	Recursos
0	<i>Evaluación inicial</i>	1	Presentación y evaluación inicial	Evaluación inicial impresa
1	<i>Planteamiento de esquemas</i>	2, 3 y 4	Clase magistral y realización de esquemas individuales y colectivos	Ordenador, proyector, esquema sobre el SN
2	<i>Juego de rol sobre el sistema endocrino</i>	5 y 6	Clase magistral y juego de rol para asimilar el funcionamiento del sistema endocrino	Ordenador, proyector, carteles con distintos roles
3	<i>Disección de encéfalo</i>	7	Disección de encéfalo en el laboratorio siguiendo un protocolo	Protocolo de disección impreso, encéfalos, instrumentos de disección
4	<i>Kahoot!</i>	7	Repaso de conceptos por medio de la aplicación <i>Kahoot!</i>	Dispositivos móviles
5	<i>Proyecto video</i>	8 y 9	Sesión de preparación y sesión de exposición de vídeos	Dispositivos móviles, ordenador, proyector

4.2.1 Actividad 1. Planteamiento de mapas conceptuales.

Objetivos didácticos de la actividad

- Comprender el sistema nervioso y sus elementos, e identificar la estructura y función de las neuronas.
- Identificar los órganos que conforman el Sistema Nervioso Central y Periférico, su clasificación y su función individual y conjunta.
- Participar activamente intercambiando ideas entre el alumnado y con profesor.
- Realizar un esquema individual y grupal sobre el sistema nervioso.

Relación curricular

La Tabla 4 muestra la relación curricular de la actividad 1, con los contenidos curriculares que se trabajan en la misma, las competencias clave y específicas y los criterios de evaluación.

Tabla 4

Contenidos, competencias clave y específicas, y criterios de evaluación de la actividad 1.

Saberes básicos	<ul style="list-style-type: none"> - Visión general de la función de relación. - Relación entre los principales sistemas y aparatos del organismo.
Competencias específicas (CE)	CE.BG.1 Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar

	conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.
Criterios de evaluación (CEv)	CE.BG.1.2 Facilitar la comprensión y análisis de información relacionada con los saberes de la materia de Biología y Geología transmitiéndola de forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales...).
Concreción de los CEv	1.2.1 Incluye el uso de la terminología anatómica y fisiológica relacionada con el sistema nervioso en sus respuestas e interacciones correctamente y a través de diferentes formatos.

Recursos y temporalización

Se realizan tres sesiones de 55 minutos cada una en el aula ordinaria empleando el ordenador y proyector presentes en la misma.

Se emplea una presentación de PowerPoint y un esquema impreso del sistema nervioso con espacios que rellenar que se reparte en la segunda sesión, así como el mismo esquema impreso resuelto.

Descripción de la actividad

La primera sesión de 55 minutos incluye un repaso sobre los contenidos ya impartidos previamente. Con ayuda de una presentación de PowerPoint ([Anexo B](#)) se repasan conceptos como la estructura de las neuronas o las funciones por las que se pueden clasificar. Además, se repasa el impulso nervioso y cómo se transmite. Al final de esta sesión se dedican 10 minutos a que los y las alumnas elaboren un esquema o diagrama sobre las partes de una neurona y su clasificación atendiendo a su estructura y su función.

Durante la segunda sesión de 55 minutos se continua con los contenidos sobre el sistema nervioso, concretamente con el Sistema Nervioso Central (SNC). Se explican sus componentes: médula espinal y encéfalo, así como las regiones de este y sus funciones. Se indica al alumnado que para la próxima sesión deben elaborar un esquema sobre los contenidos impartidos.

Para la tercera y última sesión de 55 minutos se explica el Sistema Nervioso Periférico (SNP) y sus subsistemas, el sistema nervioso somático y el sistema nervioso autónomo. Los últimos 15 minutos de clase se reparte un esquema con espacios vacíos que los y las alumnas deben rellenar con los contenidos que se han ido impartiendo a lo largo de las tres sesiones (Figura 3). Para finalizar se les reparte este mismo esquema completo (Figura 4).

Figura 3

Esquema entregado al alumnado con huecos para rellenar.

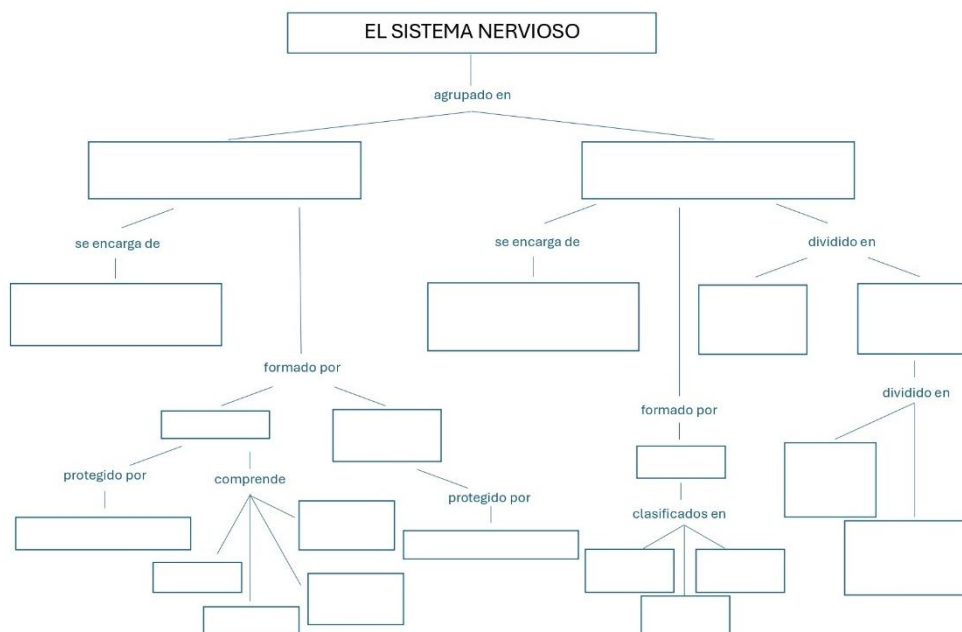
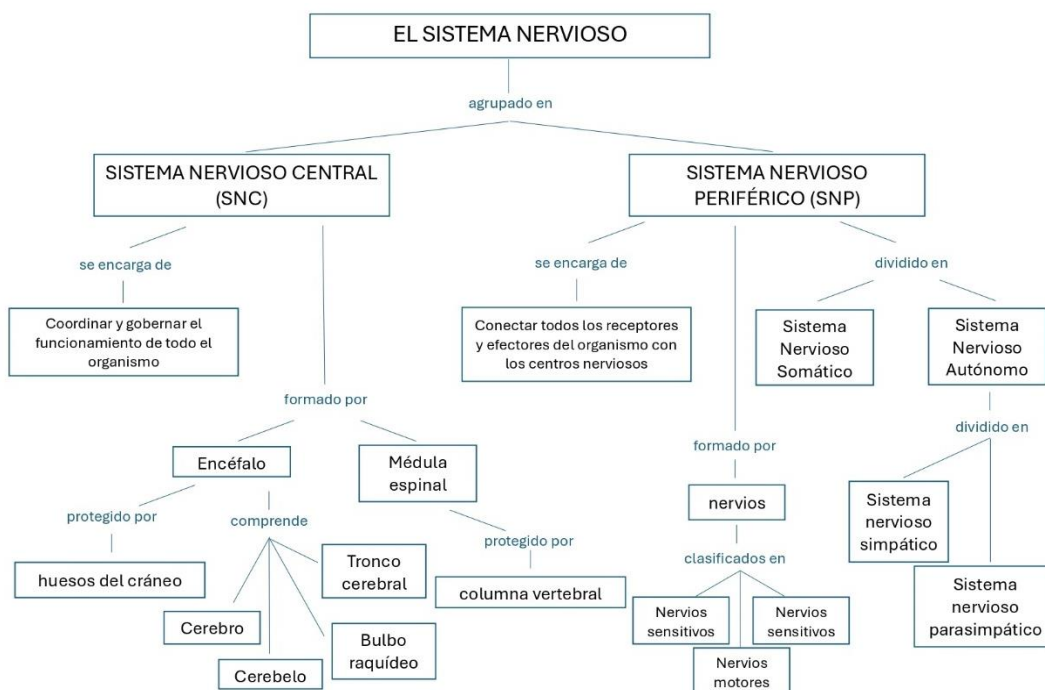


Figura 4

Esquema con los huecos rellenados.



Evaluación

La actividad 1 se evalúa mediante la observación directa de, por un lado, los esquemas realizados por el alumnado y que comparten en la tercera sesión; y por otro, la aportación al esquema del SNP realizado de manera conjunta, valorando la participación de cada clase.

4.2.2 Actividad 2. Juego de rol sobre el sistema endocrino.

Objetivos didácticos de la actividad

- Comprender el concepto de hormona y su mecanismo de acción.
- Comprender la acción del eje endocrino hipotálamo-hipófisis y su relación con las glándulas endocrinas secundarias.
- Diferenciar las principales hormonas, su función y las glándulas que las producen.
- Obtener una visión sistémica del cuerpo humano por medio de una estrategia de aprendizaje activo como es el juego de rol.

Relación curricular

La Tabla 5 muestra la relación curricular de la actividad 2, con los contenidos curriculares que se trabajan en la misma, las competencias clave y específicas y los criterios de evaluación.

Tabla 5

Contenidos, competencias clave y específicas, y criterios de evaluación de la actividad 2.

Saberes básicos	<ul style="list-style-type: none">- Visión general de la función de relación.- Relación entre los principales sistemas y aparatos del organismo.
Competencias específicas (CE)	<p>CE.BG.1 Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.</p> <p>CE.BG.4 Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.</p>
Criterios de evaluación (CEv)	<p>CE.BG.1.2 Facilitar la comprensión y análisis de información relacionada con los saberes de la materia de Biología y Geología transmitiéndola de forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales...).</p> <p>CE.BG.4.1 Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional y recursos digitales.</p>
Concreción de los CEv	<p>1.2.2 Incluye el uso de la terminología anatómica y fisiológica relacionada con el sistema endocrino en sus respuestas e interacciones correctamente y a través de diferentes formatos.</p> <p>4.1.1 Emplea el razonamiento lógico y sus conocimientos para resolver cuestiones sobre el funcionamiento del sistema endocrino</p>

Recursos y temporalización

Se realizan dos sesiones de 55 minutos cada una en el aula ordinaria empleando el ordenador

y proyector presentes en la misma. Se emplean una presentación de PowerPoint y unos carteles identificadores para el juego de rol.

Descripción de la actividad

Durante la primera sesión de 55 minutos se introducen conceptos teóricos como las *glándulas endocrinas* y el término de *hormona*. Además, se ahonda en la relación entre el sistema endocrino y el sistema nervioso recién estudiado.

En la segunda sesión de 55 minutos y, una vez vistos los conceptos y de cara a afianzarlos, se realiza un juego de rol. Se proporciona a cada alumno un cartel identificador, que puede ser una glándula endocrina secundaria (como la tiroides o el páncreas), la hipófisis o el hipotálamo. Tras enunciar unos supuestos prácticos, los estudiantes debían reagruparse o abstenerse y mantenerse en el sitio en función de la acción propuesta. Esto permite que el alumnado deba saber qué hormona u hormonas “sintetizan” y qué funciones tienen esas hormonas. Tras un par de supuestos prácticos, los y las alumnas intercambian los carteles identificadores entre ellos, de modo que se procure que toda la clase relacione cada glándula endocrina con sus hormonas.

Evaluación

La evaluación de la actividad se realiza mediante observación directa del juego de rol. Se valora que los estudiantes entiendan qué debe pasar en cada supuesto, de modo que se pueda inferir que comprenden cómo funciona el sistema endocrino.

4.2.3 Actividad 3. Disección de encéfalo.

Objetivos didácticos de la actividad

- Reconocer anatómicamente las partes que componen el encéfalo a partir de una disección.
- Desarrollar destrezas de observación y conocer material que se emplea para la realización de disecciones.

Relación curricular

La Tabla 6 muestra la relación curricular de la actividad 3, con los contenidos curriculares que se trabajan en la misma, las competencias clave y específicas y los criterios de evaluación.

Tabla 6

Contenidos, competencias clave y específicas, y criterios de evaluación de la actividad 3.

Saberes básicos	<ul style="list-style-type: none"> - Visión general de la función de relación. - Relación entre los principales sistemas y aparatos del organismo.
Competencias específicas (CE)	CE.BG.1 Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.
Criterios de evaluación (CEv)	CE.BG.1.2 Facilitar la comprensión y análisis de información relacionada con los saberes de la materia de Biología y Geología transmitiéndola de

forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales...).

Concreción de los CEv 1.2.1 Utiliza correctamente la terminología anatómica y fisiológica relacionada con el sistema nervioso en sus respuestas e interacciones.

Recursos y temporalización

Para llevar a cabo esta actividad se necesita acceso al laboratorio de biología, así como material de disección, guantes para el alumnado, protocolos de disección impresos y encéfalos de cordero (2 por clase).

Descripción de la actividad

A lo largo de una sesión de 55 minutos se separa al alumnado en dos grupos de trabajo y se les reparte el protocolo de disección ([Anexo C](#)). El docente va leyendo el guion junto con la clase y siguiendo los pasos del protocolo, realizando la disección. Sin embargo, se permite a los y las alumnas que lo deseen que realicen alguno de los pasos. Conforme se avanza en la disección se insta al alumnado a acercarse para palpar o visualizar de cerca las distintas regiones del encéfalo.

Evaluación

La evaluación de esta actividad se realiza por medio de la observación, analizando la participación general del grupo y su interés por la actividad.

4.2.4 Actividad 4. Kahoot!

Objetivos didácticos de la actividad

- Repasar los contenidos impartidos relativos al sistema nervioso y sistema endocrino por medio del uso de herramientas digitales que aumenten su interés.

Relación curricular

La Tabla 7 muestra la relación curricular de la actividad 4, con los contenidos curriculares que se trabajan en la misma, las competencias clave y específicas y los criterios de evaluación.

Tabla 7

Contenidos, competencias clave y específicas, y criterios de evaluación de la actividad 4.

Saberes básicos	<ul style="list-style-type: none"> - Visión general de la función de relación. - Relación entre los principales sistemas y aparatos del organismo.
Competencias específicas (CE)	<p>CE.BG.1 Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.</p> <p>CE.BG.4 Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana</p>

	relacionados con la biología y la geología, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.
Criterios de evaluación (CEv)	<p>CE.BG.1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica y obteniendo conclusiones fundamentales.</p> <p>CE.BG.4.1 Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional y recursos digitales.</p>
Concreción de los CEv	<p>1.1.1 Interpreta imágenes y diagramas de diferentes procesos implicados en la transmisión del impulso nervioso, la clasificación del sistema nervioso y el sistema endocrino.</p> <p>4.1.1 Emplea el razonamiento lógico y sus conocimientos para resolver cuestiones sobre el sistema nervioso y el sistema endocrino.</p>

Recursos y temporalización

Se necesita un ordenador y proyector, así como que cada alumno utilice su teléfono móvil personal o bien acceda desde el Chromebook.

Descripción de la actividad

Para esta actividad se realiza un cuestionario por medio de la aplicación *Kahoot!* que incluye tanto preguntas de tipo test y como preguntas de verdadero y falso. Se dedica la clase de 55 minutos a realizar este cuestionario, parando entre preguntas para valorar los resultados. De este modo, se procede a explicar todo aquello que se nota que no ha quedado claro. Además, el cuestionario pregunta varias veces los mismos conceptos, pero con distintas formulaciones, de modo que los resultados que se obtengan evidencien realmente el nivel de conocimiento y no se deban meramente a un efecto del azar. En la Tabla 8 se ejemplifican algunas de las preguntas que formaron parte del cuestionario. Estas se proyectaban de manera desordenada.

Tabla 8

Ejemplo de preguntas incluidas en el cuestionario por Kahoot!

Tema	Preguntas
La neurona	¿Cuál es la unidad anatómica y fisiológica del sistema nervioso? ¿Qué células forman el tejido nervioso? ¿Cuáles son las partes de la neurona? ¿Cuál de las siguientes no es una parte de las neuronas? ¿Qué tipos de neuronas hay según su estructura? ¿Cuál es la función de una neurona motora? ¿Las neuronas sensitivas se localizan en los centros nerviosos superiores?
La corriente nerviosa	¿Cuál es la célula encargada de las corrientes nerviosas? ¿Qué es la sinapsis? ¿Las sinapsis se localizan entre los axones de dos neuronas? ¿Dónde se localizan las sinapsis? ¿Qué es la hendidura sináptica? ¿Qué es un circuito nervioso convergente? Si un circuito nervioso transmite la corriente nerviosa desde un determinado lugar a varios órganos se llama...
Sistema nervioso Sistema Nervioso Central	¿Cuál es la función del Sistema Nervioso Central? ¿Qué tejidos lo forman? ¿Qué son las meninges? ¿La aracnoides es la membrana que se encuentra más cerca del cerebro? ¿Cuál es la función del líquido cefalorraquídeo? ¿De qué está constituida la sustancia blanca? ¿Cuáles son las funciones de la medula espinal? ¿Qué es el epéndimo? ¿La médula interviene en los actos voluntarios o en los involuntarios? ¿Cuál de las siguientes es una función de la medula espinal? ¿Cuáles son las regiones del encéfalo? ¿Qué función tiene el bulbo raquídeo? ¿Qué región del encéfalo regula la presión sanguínea? ¿Dónde se encuentra el cerebelo? ¿Qué es el cuerpo calloso? ¿Cuál es el lado del cerebro intuitivo y creativo?
Sistema Nervioso Periférico	¿Cuál es la función del Sistema Nervioso Periférico? ¿Cuál es la función de los nervios motores? ¿Qué son los nervios raquídeos? ¿Cuántos nervios craneales hay? ¿En qué se divide el Sistema Nervioso Periférico? ¿Cuál es la función del Sistema nervioso simpático? ¿El Sistema nervioso parasimpático predomina en los estados de alerta? ¿Cómo son los actos reflejos?
Sistema endocrino	¿Qué sustancias producen las glándulas endocrinas? ¿Qué son las hormonas? ¿Cómo se llaman las células donde actúan las hormonas? ¿Qué glándula endocrina libera la insulina? ¿Qué glándula endocrina libera la tiroxina? ¿Dónde se libera la hormona del crecimiento?
Función de relación	¿Cómo se produce la coordinación entre las distintas glándulas del sistema endocrino si no existe contacto entre ellas? ¿Por qué la acción del sistema endocrino es más lenta y duradera que la del sistema nervioso? ¿A qué región del encéfalo manda órdenes el hipotálamo? ¿Qué ocurre cuando una glándula recibe una hormona estimulante procedente de la hipófisis?

Evaluación

Se tienen en cuenta los resultados del cuestionario en cada clase de 3º de la ESO.

4.2.5 Actividad 5. Proyecto vídeo.

Objetivos didácticos de la actividad

- Desarrollar la creatividad y la motivación por medio de un trabajo de tipo audiovisual.
- Repasar los contenidos de la propuesta y comunicarlos por medio de un vídeo, manteniendo el rigor científico y un lenguaje apropiado.
- Trabajar en grupo, repartiendo las tareas entre todos los miembros de este.

Relación curricular

La Tabla 9 muestra la relación curricular de la actividad 5, con los contenidos curriculares que se trabajan en la misma, las competencias clave y específicas y los criterios de evaluación.

Tabla 9

Contenidos, competencias clave y específicas, y criterios de evaluación de la actividad 5.

Saberes básicos	<ul style="list-style-type: none">- Visión general de la función de relación.- Relación entre los principales sistemas y aparatos del organismo.
Competencias específicas (CE)	<p>CE.BG.1 Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.</p> <p>CE.BG.2 Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.</p> <p>CE.BG.3 Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías propias de la ciencia y cooperando cuando sea necesario para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.</p> <p>CE.BG.4 Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.</p>
Criterios de evaluación (CEv)	<p>CE.BG.1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, páginas web, etc.), manteniendo una actitud crítica y obteniendo conclusiones fundamentales.</p> <p>CE.BG.1.2 Facilitar la comprensión y análisis de información relacionada con los saberes de la materia de Biología y Geología transmitiéndola de forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales...).</p> <p>CE.BG.2.1 Resolver cuestiones sobre Biología y Geología localizando, seleccionando y organizando información de distintas fuentes y citándolas correctamente.</p> <p>CE.BG.2.2 Reconocer la información sobre temas biológicos y geológicos con base científica, distinguiéndola de pseudociencias, bulos, teorías conspiratorias y creencias infundadas y manteniendo una actitud escéptica ante estos.</p>

CE.BG.3.5 Cooperar dentro de un proyecto científico asumiendo responsablemente una función concreta, utilizando espacios virtuales cuando sea necesario, respetando la diversidad y la igualdad de género, y favoreciendo la inclusión.

CE.BG.4.1 Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional y recursos digitales

Concreción de los CEv	1.1.1 Interpreta información en distintos formatos (esquemas, tablas, páginas web...) del sistema nervioso y del sistema endocrino.
	1.1.2 Utiliza correctamente la terminología anatómica y fisiológica relacionada con el sistema nervioso y endocrino en sus producciones.
	2.1.1 Utiliza fuentes científicas para realizar trabajos sobre conceptos del sistema nervioso y endocrino.
	2.2.1 Reconoce la información sobre temas relacionados con el sistema nervioso y endocrino y la distingue de pseudociencias, bulos, teorías conspiratorias y creencias infundadas y manteniendo una actitud escéptica ante estos.
	3.5.1 Todos los miembros del grupo participan activa y equitativamente en la grabación y montaje de un proyecto.
	4.1.1 Realiza búsquedas de información para resolver un problema relacionado con el sistema nervioso o el sistema endocrino.

Recursos y temporalización

Se realizan dos sesiones de 55 minutos cada una en el aula ordinaria empleando el ordenador y proyector presentes en la misma. Además, se necesitan los teléfonos móviles del alumnado y sus Chromebooks.

Descripción de la actividad

Durante la primera sesión de 55 minutos, se introduce la actividad a los estudiantes, indicándoles las pautas que deben seguir para la realización del vídeo: grupos de 3 a 4 personas, duración aproximada de 5 a 6 minutos y temática libre pero relacionada con la función de relación y el sistema nervioso y/o endocrino. Se valora el contenido y rigor científico, la originalidad y que todos los integrantes del vídeo aparezcan en el mismo.

Una vez explicadas las pautas se permite a los y las alumnas que se coloquen en sus respectivos grupos y que recopilen ideas sobre el contenido del vídeo. El docente supervisa las ideas de cada grupo, dando el visto bueno y ofreciendo consejos para que el contenido del vídeo sea lo más riguroso y completo posible. Una vez aprobada la idea, los grupos comienzan a realizar un guion y a buscar información de una forma crítica en páginas web.

La segunda sesión de 55 minutos se emplea íntegra en la grabación de los vídeos así como en el montaje, utilizando sus Chromebooks. Se indica a los estudiantes que todos deben participar

en los vídeos por igual. Al finalizar la sesión suben los vídeos a la plataforma del centro.

Evaluación

Tal y como se indica al alumnado, se evalúan tres aspectos de los vídeos, por medio de una rúbrica (Tabla 10).

Tabla 10

Rúbrica para evaluar los vídeos de la actividad 5.

Categoría y ponderación	Sobresaliente	Notable	Aprobado	Insuficiente
<i>Contenido, rigor científico y citas</i>	Información completa y precisa sobre el tema elegido, terminología adecuada.	Se abarca parte del tema que se elige, la información que se transmite es adecuada y con una correcta terminología.	Se abarca parte del tema que se elige y la terminología usada es mayoritariamente correcta.	El contenido del tema que se trata en el vídeo es escaso y la terminología es informal.
<i>Originalidad y creatividad</i>	El vídeo es entretenido y con una idea original.	El vídeo es bastante entretenido, aunque otros vídeos comparten la misma temática.	El vídeo es correcto, con una idea poco original.	La idea del vídeo es pobre, resulta aburrido.
<i>Trabajo en equipo equitativo</i>	Todos los miembros del grupo, o sus voces, aparecen y participan en el vídeo por igual.	Todos los miembros del grupo, o sus voces, aparecen y participan en el vídeo, aunque no en la misma medida.	Todos los miembros del grupo aparecen y participan en el vídeo en porcentajes muy dispares.	Hay miembros del grupo que no aparecen en el vídeo o que no han participado en su montaje.

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

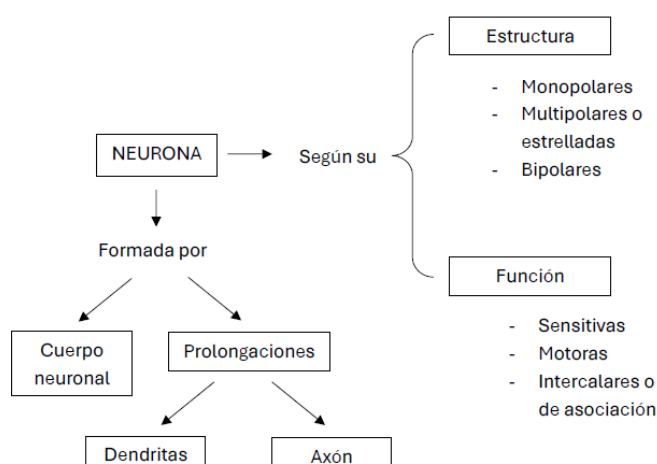
En este apartado se procede a analizar los resultados de las producciones de los estudiantes que se obtuvieron a lo largo del desarrollo de la secuencia didáctica. Sin embargo, de varias de las actividades no hay producciones finales, como la del juego de rol. En esas actividades se valorarán las impresiones obtenidas por medio de la observación directa.

Actividad 1: Esquemas del Sistema Nervioso

La actividad 1 de planteamiento de esquemas, se evaluó mediante la observación directa. En la primera sesión, los y las alumnas realizan un pequeño esquema de las partes de las neuronas y su clasificación por su función y por su estructura. En cada clase, se animaba a un/a alumno/a voluntario/a a que saliera a la pizarra a compartir su esquema con el resto de sus compañeros, con la ayuda de estos. Al tratarse de esquemas fáciles de hacer y de un contenido que ya habían impartido antes de comenzar con la propuesta pero que necesitaban repasar, en las tres clases se pudo hacer un pequeño esquema del contenido impartido. En la Figura 5 se observa un esquema similar al realizado en la pizarra con los tres grupos.

Figura 5

Ejemplo del esquema que se realizó en la pizarra tras la sesión 1.



En la tercera sesión se observaron más diferencias. Se les pedía realizar un esquema en casa sobre los contenidos impartidos en la segunda sesión sobre el Sistema Nervioso Central, esquema que compartían en clase en la tercera sesión. En la clase de 3º A y 3º B la mayoría del alumnado presentó el esquema, algunos más completos que otros. Sin embargo, la clase de 3º C tuvo menor respuesta y pocos estudiantes presentaron el esquema, menos de la mitad.

Para terminar con la tercera sesión, se repartía el esquema de la Figura 3 con espacios vacíos y se pedía que lo rellenaran. En general se observó que las tres clases completaban fácilmente los primeros niveles del esquema (como la división entre Sistema Nervioso Central y Periférico) y que las funciones, que requerían de más memoria, o las regiones del encéfalo costaban más. Se completó de manera oral mientras los estudiantes participaban activamente y posteriormente se repartió el mismo esquema completo.

Ya que no se disponen de los esquemas realizados por el alumnado, no se ha podido realizar

una valoración de este punto. Esta actividad, relacionada con el criterio CE.BG.1.2, pretendía que el alumnado hiciera un correcto uso del lenguaje anatómico y fisiológico relativo al sistema nervioso, mientras se trabajaban los contenidos del sistema nervioso con el uso de esquemas. Valorando estos esquemas se podría haber evaluado, en función de si se han resultado bien o no, el nivel de entendimiento de la organización y partes del sistema nervioso. Rellenando el esquema correctamente se podría comprobar también que los estudiantes identifican los órganos que conforman el Sistema Nervioso Central y Periférico.

Como conclusión general y en base a lo que se observó en las aulas, los esquemas parecieron servir para ordenar los conceptos. Por ejemplo, parte del alumnado recordaba que el Sistema Nervioso Central se divide en dos partes, médula espinal y encéfalo, y que el encéfalo a su vez se divide en cuatro regiones. Por tanto, el uso de esquemas se considera útil, a falta de una revisión extensa de las producciones, sobre todo en contenidos que, como el sistema nervioso, tienen una clara jerarquía intrínseca.

Actividad 2: Juego de rol

La actividad 2 de juego de rol se evaluó por medio de la observación directa en el aula en el momento de su desarrollo. En las tres clases se comenzó ejemplificando la actividad con solo tres alumnos (uno que hiciera de hipotálamo, otro de hipófisis y otro de alguna glándula endocrina secundaria). Tras mencionar una acción que requiera una hormona de esta glándula endocrina, estos tres alumnos deben recrear como se produce la respuesta del sistema endocrino, mientras sus compañeros de clase les ayudan y dan ideas. En general en las tres aulas esta parte de la actividad fue bien, aunque en la clase de 3º C fue necesario repasar nueva y brevemente las hormonas que secreta cada glándula endocrina secundaria. Finalmente se repartieron más carteles con roles, de modo que toda la clase participara mientras se iban formulando nuevos supuestos. La respuesta a esta actividad fue buena y en las tres clases se notó que el alumnado estaba animado y entretenido, pero, además, que le fue útil para reforzar el contenido que se había explicado de manera teórica previamente.

Así pues, el criterio de evaluación relativo al uso de la terminología anatómica y fisiológica (CE.BG.1.2 y concreción 1.2.2) se comprobaría observando las respuestas del alumnado, así como su comprensión del concepto de hormona y su mecanismo de acción, y la comprensión de cómo actúa el eje endocrino hipotálamo-hipófisis. Esto además servirá para comprobar que el alumnado emplea el razonamiento lógico y es capaz de dar respuesta a las preguntas que se plantean durante el juego de rol.

Actividad 3. Disección en el laboratorio

Respecto a la actividad 3 de disección, la evaluación iba encaminada a valorar su soltura con los términos anatómicos (CE.BG.1.2 y concreción 1.2.1). Las tres clases mostraron una clara aceptación y buena disposición por la actividad, siendo una novedad para ellos el uso del laboratorio de biología del centro, ya que no habían tenido ninguna actividad de este tipo durante el curso. A lo largo de la disección, la inmensa mayoría del alumnado mostró interés y quería ser voluntario para poder manipular el encéfalo. Al finalizar la actividad se plantearon

unas preguntas cuyas respuestas se había ido comentado a lo largo de la disección, como el nombre de las rugosidades del cerebro o de otras estructuras anatómicas. En general, los y las alumnas habían prestado atención y recordaban las respuestas. Por tanto, se puede concluir que se cumplen los objetivos de la actividad y que el alumnado ha observado durante la misma y es capaz de reconocer las partes del encéfalo y del material que se emplea, empleando correctamente los términos anatómicos y fisiológicos relacionados con el encéfalo.

Actividad 4. Kahoot

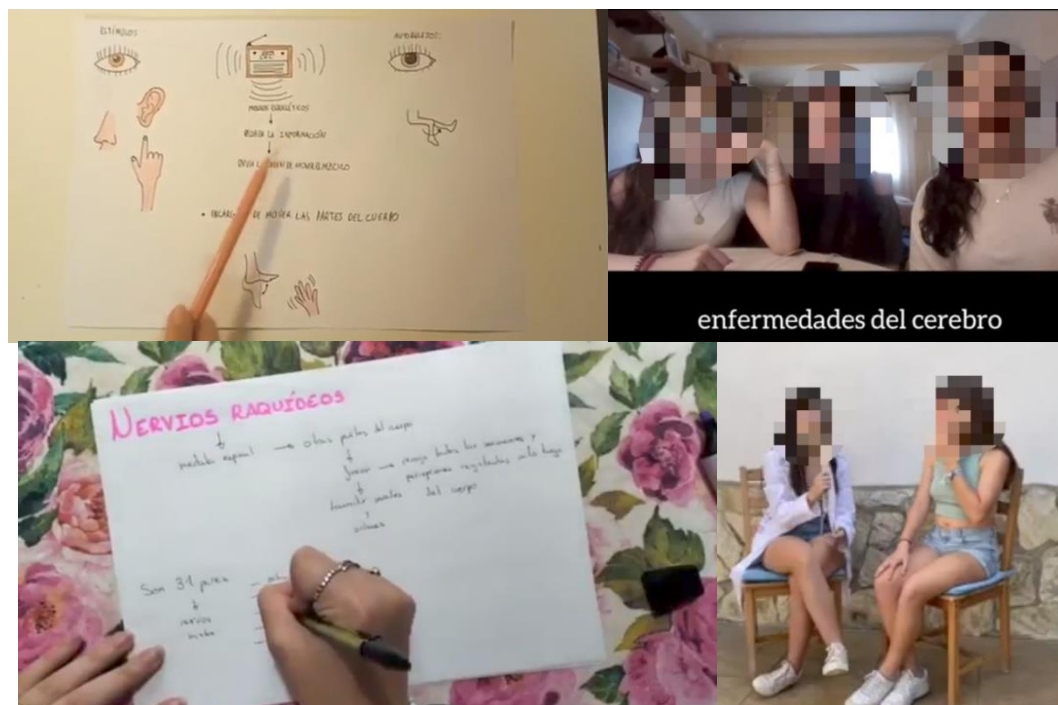
Los resultados de la actividad 4 no se conservan ya que esta secuencia se llevó a cabo en el año 2022/2023. Sin embargo, como consideraciones generales, la actividad entusiasmó al alumnado al tratarse de algo distinto a la instrucción directa a la que venía acostumbrado. Además, en general, se obtuvieron buenos resultados, destacando la clase de 3º B por delante de las otras. Se pudo comprobar por medio de esta actividad de repaso que los conceptos del sistema nervioso que más se habían trabajado, como la estructura de las neuronas (antes y durante esta propuesta) o las regiones del encéfalo (tanto por medio de esquemas como en la disección), eran los que más se habían interiorizado. Por otro lado, respecto al sistema endocrino, las preguntas del cuestionario con más aciertos fueron aquellas basadas en el juego de rol (las relacionadas con el funcionamiento del sistema endocrino a partir de un estímulo). Por tanto, el objetivo de la actividad de repasar los conceptos vistos hasta el momento se pudo cumplir, ya que entre cada pregunta se repasaba la respuesta correcta, explicando por qué lo era. Respecto a los criterios para evaluar esta actividad, se pudo comprobar que el alumnado interpretaba las imágenes y diagramas que aparecían en algunas preguntas (relacionado con la el criterio de evaluación CE.BG.1.1, concreción 1.1.1). En relación con el uso del razonamiento lógico y de sus conocimientos previos para contestar a las preguntas (criterio de evaluación CE.BG.4.1, concreción 4.1.1), en la mayoría de los casos se cumplía, si bien había preguntas que se contestaban rápido y al azar para probar suerte y comprobar si esa era la respuesta correcta.

Actividad 5. Proyecto vídeo

La actividad 5 del proyecto de vídeo se evaluó teniendo en cuenta la rúbrica planteada. En total se presentaron 17 vídeos pertenecientes a las tres clases de 3º ESO. Respecto al tipo de vídeos que se recibieron, destacan sobre todo los de tipo “presentación académica” siendo estos 9 sobre el total de vídeos. El resto de los vídeos fueron de tipo pódcast o tertulia (4), tipo informativo de televisión (2) y tipo entrevista (2). La Figura 3 muestra capturas de pantalla de cada tipología de vídeo producido por el alumnado.

Figura 3

Ejemplos de vídeos presentados por el alumnado.



Respecto a la evaluación de los vídeos, Siguiendo la rúbrica se observa que:

- la mayoría de los grupos tuvo un notable en originalidad, destacando cuatro vídeos con un sobresaliente; lo cual se relaciona con el objetivo de desarrollar la creatividad y motivación del alumnado. Por tanto y como se constata en la justificación teórica, la realización de vídeos fomenta la creatividad y genera interés entre el alumnado.
- solo en dos vídeos no participaron todos los miembros del grupo, siendo estos dos alumnos que no se coordinaron correctamente con el resto del grupo para llevar a cabo la grabación, aunque en varios vídeos se observaba que había algunos alumnos y alumnas que tenían un rol más relevante que otros; por tanto, el objetivo de trabajar en equipo de manera equitativa relacionado con la concreción de cooperación dentro de un grupo se cumple parcialmente (criterio de evaluación CE.BG.3.5, concreción 3.5.1).
- en cuanto al contenido y rigor científico, la mayoría de los vídeos desarrollaban por medio de esquemas o montaje de imágenes los contenidos del sistema nervioso o del sistema endocrino, pero había algunos que habían ampliado la información en internet y explicaban las partes del sistema nervioso o endocrino, y algunas patologías asociadas a su alteración. En la mayoría de los casos la información era correcta, aunque hubo un par de grupos que al copiar directamente de las páginas web donde habían buscado la información, se encontraban con contenidos complejos que no sabían explicar, propiciando errores. En relación con la visión sistémica que se buscaba conseguir con esta propuesta, en general se percibe cierta compartimentalización. Al tratarse de un vídeo de tema libre, todos los grupos realizan un vídeo o bien de sistema

nervioso o bien de endocrino. Pocos grupos mencionan ambos sistemas y los relacionan como parte de un todo. Es por esto por lo que se mantiene la percepción obtenida en la búsqueda bibliográfica de que existe una dificultad en el alumnado de establecer una relación funcional entre los distintos sistemas.

VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

Finalizada la secuencia didáctica y tras analizar los resultados de aprendizaje, se procede a analizar críticamente la propuesta aquí expuesta. Pero antes, se aportará el contexto en el cual se desarrolló. Días antes de mi llegada al centro para la realización del Prácticum II recibí un correo de la tutora del centro indicándome que debido a un asunto personal iba a estar de baja durante mi estancia en el instituto. Por tanto, el periodo de prácticas se realizó con un docente que cubría la sustitución y que llegó al centro el mismo día que inicié el prácticum. Esta situación implicó que tanto yo como mi compañera de prácticas nos involucramos en todas las asignaturas que nuestro nuevo tutor impartía, con el fin de ayudar en la organización de las clases y a la vez, de aprender de toda esta experiencia. Así pues, el desarrollo de esta propuesta al inicio fue un tanto caótico, de ahí que se pidiera la opinión al alumnado en la evaluación inicial de qué actividades les gustaría incluir en el tema que se iba a trabajar. No obstante, una vez decidido que yo iba a dedicarme a impartir esta unidad en las tres clases de 3º ESO, pude trabajar en la propuesta y decidir qué actividades incluiría y por qué.

Visto en la evaluación inicial el interés del alumnado por actividades “estimulantes” y “diferentes” a la instrucción directa a la que estaban acostumbrados, se trató de incluir en esta propuesta didáctica distintas metodologías que favorecieran su motivación por el temario. Lo cierto es que, aun así, fue complicado eliminar por completo las sesiones de teoría, ya que al tratarse de un tema con tanta carga conceptual y de terminología anatómica, se consideró necesario explicar esto al alumnado apoyado en un PowerPoint. Sin embargo, durante estas sesiones teóricas se procuraba interaccionar con los y las alumnas, haciéndoles preguntas, poniendo ejemplos y fomentando el debate en determinados momentos.

Una consideración a nivel general de esta propuesta es que había una gran diferencia entre los grupos con los que se trabajó. Los grupos de 3º A y 3º B tenían una mayor facilidad para entender lo explicado en clase, mientras que la clase de 3º C iba bastante más despacio. Un posible error a la hora de plantear la propuesta fue asignar el mismo tiempo por cada actividad en las tres clases. Así pues, en la primera sesión de planteamiento de esquemas, en una clase sobró tiempo ya que la clasificación de las neuronas y sus partes estaba más clara, y en otra clase el tiempo iba justo. Es por esto, que se considera vital tener en cuenta el contexto de aula y adaptar la propuesta didáctica al mismo, como señalan Ortiz et al. (2019).

Respecto a la disección realizada y dado que me encargué personalmente de buscar los encéfalos, solo se pudo contar con dos por clase. Esto implicó que, si bien los y las alumnas podían participar ofreciéndose voluntarios para llevar a cabo puntos del protocolo, la mayor parte de la labor de disección la realizara yo misma. Como propuesta de mejora, lo ideal sería un encéfalo por cada 2 o 3 alumnos, de modo que todos puedan participar en el proceso de disección.

Otro punto importante, relacionado con la literatura consultada, es que el alumnado tiende a relacionar sistema nervioso exclusivamente con el cerebro (Villabona Orozco y Herrán Urrea, 2017). Esta actividad podría complementarse con otro órgano, por ejemplo, un ojo, de modo que se pudiera ver el nervio óptico y combatir la idea distorsionada y reduccionista sobre el sistema nervioso. Además, si se incluyera en la actividad una tarea que implicara la recogida

de datos, como un informe posterior, se enriquecería la misma.

En cuanto a la actividad de *Kahoot!*, la respuesta del alumnado fue totalmente positiva. Se trata de una herramienta muy útil ya que tiene una interfaz que permite analizar los resultados de manera sencilla, en forma de tablas y gráficos. Sin embargo, existe un alto número de casos en los que el alumnado contesta al azar y rápido, ya que la aplicación muestra una puntuación tras cada pregunta, la cual no solo tiene en cuenta la respuesta sino la rapidez con la que se selecciona. Por esto, los resultados de la actividad deben ser tomados con cautela. Para evitar esto, se podría indicar a los y las alumnas que no respondan hasta pasados unos segundos, de modo que todos tengan tiempo de razonar la respuesta antes de pulsar.

Para terminar con el análisis crítico, se analiza la actividad de elaboración de un vídeo. Como se ha explicado previamente, se trata de una actividad que se llevó a cabo durante el Máster y que resultó enriquecedora. La temática, geológica, me resultaba complicada ya que la última vez que había oído hablar de rocas fue en 1º de ESO. El hecho de preparar un guion me hizo buscar y seleccionar información, y al tener que grabarla tuve que memorizarla. Añadiendo esta actividad a la propuesta, buscaba que se diera este mismo proceso en el alumnado. El problema estuvo en la disponibilidad de tiempo. En el Máster, teníamos más de un mes para elaborar el vídeo. Los y las alumnas del centro tuvieron poco más de una semana. Es por esto por lo que los vídeos son bastante sencillos y no tan preparados como podrían ser. Como propuesta de mejora, la tarea del vídeo se podría comunicar al inicio de la propuesta, de modo que tengan tiempo de desarrollarla mejor.

Por último, una mejora interesante sería la realización de una encuesta de satisfacción al finalizar la propuesta. De esta manera se obtendría el *feedback* del alumnado respecto a mi desempeño impartiendo estos contenidos y respecto a las diferentes actividades planteadas.

VII. CONSIDERACIONES FINALES

Para concluir este trabajo, considero que la elaboración e implementación de esta propuesta didáctica ha resultado gratificante. Siendo mi primera experiencia como docente, he podido ver lo complicado que es y a la vez lo satisfactorio que resulta comprobar que las actividades planteadas motivan e interesan al alumnado. La situación concreta de mi llegada al centro junto a un profesor sustituto me ha permitido involucrarme más durante las prácticas, ya que se trabajó codo con codo con el nuevo docente para poder ofrecer las mejores actividades a los y las alumnas.

Como valoración general de esta propuesta, estoy parcialmente satisfecha con las actividades que llevé a cabo dada mi inexperiencia como docente. Si bien en el momento de realizar el Prácticum II me pareció correcto hacer una serie de actividades implementando distintas metodologías para probar cuál podía funcionar mejor. No obstante, me hubiera gustado plantear una propuesta más coherente con los contenidos, quizá con más tiempo para poder profundizar más en el enfoque sistémico de la secuencia. Sin embargo, dado el estado de caos, nos repartimos los contenidos con la compañera de prácticas y el profesor sustituto de esta manera y con una temporalización poco meditada. El desempeño, al tratarse de la primera toma de contacto con un aula de secundaria, podría haber sido mejor. A pesar de esto, me quedo con sensación de satisfacción por haber tratado de diseñar una propuesta motivadora y entretenida. Además, los grupos de alumnos y alumnas con los que trabajé me acogieron desde un primer momento y me transmitieron mucha cercanía y confianza.

Respecto al Máster, he podido comprobar la utilidad de las asignaturas y trabajos realizados, que en un inicio me resultaban totalmente incomprensibles. Por ejemplo, la Programación Didáctica de la asignatura de Diseño Instruccional que durante el primer cuatrimestre me hizo enfrentarme con una legislación y un currículo que me resultaban totalmente desconocidos. O la asignatura de Diseño de actividades de biología y geología, con actividades en las cuales he podido inspirarme para la realización de esta propuesta.

Aun con todo, la impresión que me llevo tras realizar esta propuesta didáctica es que me queda mucho por aprender, tanto a nivel de metodologías activas y cómo implementarlas, a aprender a tener en cuenta el contexto de aula y prever mejor el tiempo que se necesita, y a concretar mejor los criterios de evaluación, de modo que sean coherentes con los objetivos de la propuesta. Además, la constante evolución de la enseñanza y las tecnologías emergentes hacen todavía más indispensable la ya necesaria formación permanente.

Para concluir, aunque en el momento de la realización de este trabajo no tengo certeza sobre si me veré trabajando como profesora en el futuro, lo que sí que sé es que la profesión docente comprende una enorme responsabilidad y satisfacción, además de un valor transformador, tanto para los estudiantes como para los propios educadores.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assaraf, O. B. Z., y Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.
- Cañal, P. (2008). El cuerpo humano: una perspectiva sistémica. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 58, 8-22.
- Cañal, P. (2010). Qué enseñar sobre el cerebro y la coordinación nerviosa. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 68, 42-59.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 388-402.
- Chavez-Aponte, E., y Pereyra, G. E. (2008). Estrategias de aprendizaje empleadas por los alumnos de biología de la Universidad Central de Venezuela. *Revista de Pedagogía*, 29(84), 15-60.
- Coley, J. D., y Tanner, K. D. (2012). Common origins of diverse misconceptions: Cognitive principles and the development of biology thinking. *CBE—Life Sciences Education*, 11(3), 209-215.
- Cortés Gracia, A. L., y Mazas Gil, B. (2022). Vídeo trabajos para el desarrollo de la creatividad. Una experiencia en la formación del profesorado de secundaria. En A. Benarroch (Ed.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1359-1364). Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada.
- Costamagna, A. M. (2001). Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución de conocimientos en alumnos universitarios. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 309-318.
- De Juan, J., Pérez-Cañaveras, R. M., Girela, J. L., Vizcaya, M. F., Segovia, Y., Romero, A., Martínez, A., Gómez-Torres, M. J., Torrús, D., Castillejo, A., Soto, J.L., Herrero-Santacruz, J., y Martínez-Lorente, A. (2013). Importancia del uso de videos didácticos en la docencia presencial de las asignaturas de Biología. En J.D. Álvarez et al. (Eds.), *la producción científica y la actividad de innovación docente en proyectos de redes XI Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria* (pp. 1245-1259). Universidad de Alicante.
- Duda, H. J., Wibowo, D. C., Wahyuni, F. R. E., Setyawan, A. E., y Subekti, M. R. (2021). Examines the misconceptions of students biology education: health biotechnology. *Pedagogika/Pedagogy*, 142(2), 182-199.

- Ejarque Ortiz, A., Bravo Torija, B., y Mazas Gil, B. (2016). Diseño e implementación de una actividad de modelización de geología: ¿realmente la corteza es tan gruesa y los volcanes tan profundos? *Revista internacional de investigación e innovación en didáctica das humanidades e das ciencias*, 3, 9-32.
- España Ramos, E., Rueda Serón, J. A., y Blanco López, A. (2013). Juegos de rol sobre el calentamiento global. Actividades de enseñanza realizadas por estudiantes de ciencias del Máster en Profesorado de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 763-779.
- Fernández-Rodríguez, I., González-Menéndez, M., Anadón, N., y Arias, A. (2017). Propuesta de utilización del role-playing como medio de evaluación en el Grado en Biología. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), 667-673.
- Giménez, P. (2003). Los Juegos de Rol: Hacia una propuesta pedagógica. *Primeras noticias. Revista de literatura*, (195), 81-84.
- Gómez-Torres, M. J., Sáez Espinosa, P., Robles-Gómez, L., Huerta-Retamal, N., Romero, A., Velasco-Ruiz, I., y Torrijo Boix, S. (2018). Kahoot! Como instrumento de refuerzo en Biología del Desarrollo. En R. Roig-Vila (Ed.), *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior* (pp. 1085-1095). Octaedro.
- Kavai, P., De Villiers, R., Fraser, W., Sommerville, J., y Strydom, N. (2015). Animal organ dissections in high schools: is there more than just cutting? *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 19(2), 143-155.
- Khajeloo, M., y Siegel, M. (2022). Concept map as a tool to assess and enhance students' system thinking skills. *Instructional Science*, 50, 571-597.
<https://doi.org/10.1007/s11251-022-09586-5>
- Leonard, M. J., Kalinowski, S. T., y Andrews, T. C. (2014). Misconceptions yesterday, today, and tomorrow. *CBE—Life Sciences Education*, 13(2), 179-186.
- Molinatti, G. (2011). Concepciones y obstáculos del alumnado sobre el cerebro y la coordinación nerviosa. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 68, 30-41.
- Monge, H. M., Monge, M. C. M., Aguado, A. M. W., y Pérez, R. J. (2012). Una propuesta metodológica para la enseñanza de la biología y geología en la educación secundaria. *Revista de Educación en Biología*, 15(2), 58-68.
- Navarro-Sempere, A., García, M., García, E., Jiménez, D., Pinilla, V., López-Jaén, A. B., Martínez-Peinado, P., Pascual-García, S., Sempere-Ortells, J. M., y Segovia, Y.

- (2022). Gamificación educativa en el laboratorio de biología celular. *International Journal of Morphology*, 40(6), 1426-1433.
- Ortiz, F. A. A., Cadavid, M. E. S., Herrera, Y. L., y Muñiz, M. D. S. (2019). Didáctica y aprendizaje (significativo), un proceso centrado en el estudiante y su contexto. *Kénosis*, 7(12), 156-187.
- Ospino, L. M. B., Restrepo, L. A. C., y Romero, J. S. R. (2023). Estrategia didáctica para la enseñanza del sistema endocrino como cuestión sociocientífica. *Revista Electrónica EDUCyT*, 14(Extra), 413-420.
- Seah, L. H. (2020). What Student Language Reveals About the Demands of Learning the Human Circulatory System. *Research in Science Education*, 51, 1529-1547. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09915-z>.
- Silva, J. G. (2018). El material natural en la Biología escolar. Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1-19.
- Suprpto, N. (2020). Do We Experience Misconceptions?: an Ontological Review of Misconceptions in Science. *Studies in Philosophy of Science and Education*, 1(2), 50-55.
- Villabona Orozco, C, y Herrán Urrea, A. (2017). Análisis de las ideas previas acerca del sistema nervioso en estudiantes de grado de octavo. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza*, 10(19), 1026. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7269>.
- Viteri, F. T., y Loayza, G. A. (2015). El uso de organizadores gráficos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Atlante: Cuadernos de educación y desarrollo*, 20(1), 2-14.

IX. ANEXOS

A. EVALUACIÓN INICIAL

Evaluación inicial – *¿Cuánto sabes sobre el sistema nervioso?*

Biología y Geología 3º ESO

Nombre: Clase:

1. ¿En qué partes diferenciadas se dividen las neuronas?

- a) Cuerpo neuronal, axón, apéndices
- b) Cuerpo neuronal, axón, dendritas
- c) Cuerpo neuronal y axón

2. Indica 3 funciones por las que se pueden clasificar las neuronas.

3. ¿Cómo se llama el espacio existente entre los extremos de dos neuronas, que permite el paso del impulso nervioso?

4. Relaciona los siguientes conceptos con el sistema al que crees que pertenecen: Sistema Nervioso

Central (1) o Sistema Nervioso **Periférico** (2):

Cerebro

Médula espinal

Sistema nervioso simpático

Nervios craneales

Hipotálamo

Reflejos

5. Tu amigo llega un día como "*borracho*" a clase. Anda raro, no puede abrir los ojos y habla balbuceando. Explica con tus palabras qué órgano del sistema nervioso crees que puede estar afectado y por qué.

6. ¿Para qué piensas que puede ser útil tener conocimientos sobre el sistema nervioso? ¿Qué actividades te gustaría que viésemos en clase relacionadas con el tema, que te ayudasen a comprenderlo más fácilmente?

B. PRESENTACIÓN DE POWERPOINT QUE SIRVIÓ DE APOYO DURANTE LA PRIMERA ACTIVIDAD

3. LAS NEURONAS

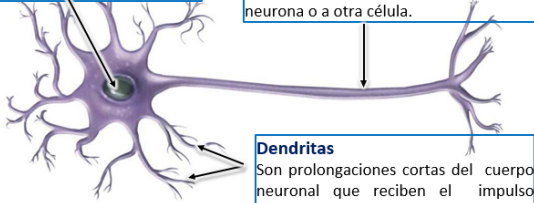
Oxford
EDUCACIÓN

Las **neuronas** son la unidad anatómica y fisiológica del sistema nervioso, encargadas de la transmisión de la información mediante una **corriente nerviosa** de naturaleza eléctrica. Presentan **3 partes diferenciadas**:

Cuerpo neuronal o soma
En él se encuentran el núcleo y la mayor parte de los orgánulos citoplasmáticos.

Axón
Es una prolongación citoplasmática encargada de conducir el impulso nervioso desde el cuerpo neuronal a otra neurona o a otra célula.

Dendritas
Son prolongaciones cortas del cuerpo neuronal que reciben el impulso nervioso procedente de otra neurona.



© Oxford University Press España, S. A.

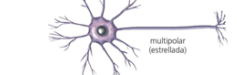
Biología y Geología

8

3. LAS NEURONAS: Clasificación de las neuronas

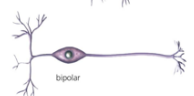
• Según su ESTRUCTURA

- **Monopolares o unipolares**: presentan una proyección corta que luego se ramifica en dos o más ramas
- **Bipolares**: presentan 2 proyecciones que se extienden en direcciones opuestas: dendrita y axón
- **Multipolares**: son una mayoría en el ser humano (99%) presentan 3 o más dendritas y un axón partiendo del cuerpo



• Según su FUNCIÓN

- **Sensitivas**: conducen la información desde receptores hasta centros nerviosos
- **Motoras**: transmiten las órdenes desde los centros nerviosos a los órganos efectores
- **Intercalares o de asociación**: conectan las neuronas sensitivas con las motoras



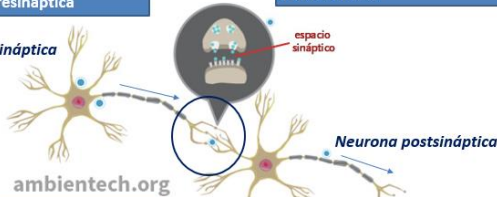
4. LA CORRIENTE NERVIOSA: Secuencia de la sinapsis

<https://youtu.be/wqH8ulEQG6U>

1. El impulso nervioso se transmite por el axón de la neurona presináptica

3. Los neurotransmisores se fijan a los receptores de la membrana de la neurona postsináptica

Neurona presináptica



ambientech.org

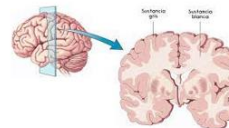
2. Al llegar al extremo final estimula el botón sináptico, las vesículas se rompen y los neurotransmisores son liberados a la brecha sináptica

4. La unión neurotransmisor-receptor provoca cambios para generar un nuevo impulso nervioso que se transmitirá a continuación a la neurona adyacente

2. TEJIDO NERVIOSO

El sistema nervioso central está formado por **dos tipos de tejidos** de aspecto distinto:

- La **sustancia gris**, constituida por cuerpos neuronales y dendritas, que son los centros de control y desempeñan funciones determinadas.
- La **sustancia blanca**, que contiene únicamente prolongaciones neuronales, generalmente axones, cubiertas de mielina.

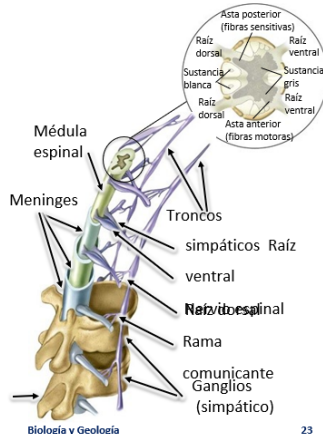


5. EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC)

Oxford
EDUCACIÓN

Médula espinal

- En el centro se sitúa la zona gris y en la zona externa la sustancia blanca.
- En el interior de la zona gris, presenta un fino conducto llamado epéndimo, que contiene líquido cefalorraquídeo.
- **FUNCIONES**:
 - Realiza actos reflejos.
 - Conduce los impulsos sensitivos hacia el cerebro y las órdenes motoras procedentes de este a los órganos efectores.



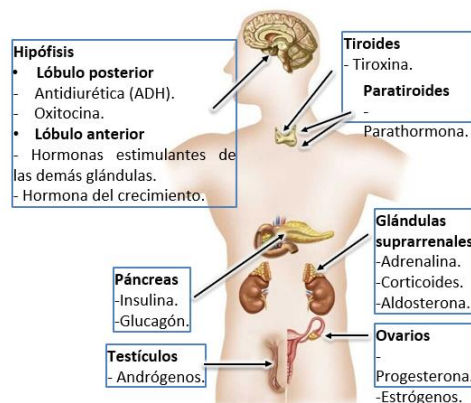
© Oxford University Press España, S. A.

Biología y Geología

23

8. SISTEMA ENDOCRINO

Oxford
EDUCACIÓN



© Oxford University Press España, S. A.

Biología y Geología

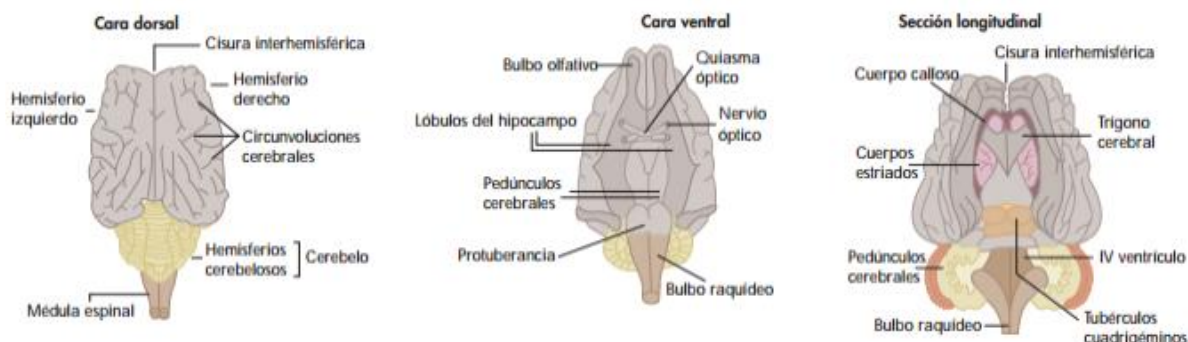
40

C. PROTOCOLO DE DISECCIÓN DE ENCÉFALO DE CORDERO

PRÁCTICA: DISECCIÓN DE ENCÉFALO DE CORDERO

Biología y Geología 3º ESO – La Salle Franciscanas Gran Vía

INTRODUCCIÓN



OBJETIVO

- Observar y exploración externa e interna algunas de las principales estructuras anatómicas del encéfalo de un cordero.
- Disección e identificación del cerebro, cerebelo y tronco encefálico.

MATERIAL

- Encéfalo de cordero
- Bisturí
- Pinzas
- Bandeja de disección

PROCEDIMIENTO

Observación externa:

- Coloca el encéfalo en una bandeja de disección por su cara dorsal. Así dispuesto puedes observar sus tres partes: el **cerebro** (la parte más voluminosa distinguiendo los **hemisferios cerebrales** derecho e izquierdo), el **cerebelo** (que se encuentra detrás y presenta dos **lóbulos** y el **vermis** central) y el **bulbo raquídeo** (cubierto parcialmente por el cerebelo).
- El **encéfalo** está rodeado por una cubierta muy fina, las meninges, que contienen vasos sanguíneos y está pegada a su superficie. Puedes observarla tirando de ella con unas pinzas.
- El **cerebro** está dividido en dos partes, los **hemisferios cerebrales**, separados por una profunda hendidura central (la **cisura interhemisférica**). Su superficie está recorrida por numerosas rugosidades.
- El **cerebelo** está formado por dos zonas, los **hemisferios cerebelosos**, separadas por una parte central que tiene estrías transversales.

5. El **bulbo raquídeo** está cubierto parcialmente por el cerebelo, se observará mejor por su cara ventral.

6. Da la vuelta al encéfalo y colócalo por su cara ventral. En la zona anterior se observan dos pequeños abultamientos llamados **lóbulos olfatorios**. Justo por detrás, aparecen dos cintas aplastadas que se cruzan formando una equis, son los **nervios ópticos**. Debajo de ellos se encuentra un abultamiento que corresponde a la glándula **hipófisis**.

Observación interna:

Con bisturí corta con cuidado el encéfalo por su cara dorsal, siguiendo la hendidura central (**cisura interhemisférica**). Observarás en la zona central del cerebro una zona de consistencia dura y de color blanco que se denomina **cuerpo calloso** y que está constituido por *sustancia blanca* del cerebro. Sigue cortando hacia atrás separando el cerebelo en sus dos hemisferios. Verás la sustancia blanca ramificada como las ramas de un árbol, debido a esta disposición se le conoce como el *árbol de la vida*. Observar en la base del encéfalo los **bulbos olfativos**, los **nervios ópticos** y otros nervios craneales. Observa, tras el nervio óptico, un orificio correspondiente a la posición de la **hipófisis**. Observa también una franja transversal encima del bulbo raquídeo, el **punto de Varolio**.

También puedes cortar transversalmente uno de los hemisferios y extraer una "rodaja" de tejido. Observar la posición de la **sustancia gris y blanca** en el cerebro y en el cerebelo.

CUESTIONARIO

- c. ¿Cuántas meninges existen? ¿Qué papel desempeñan?
- d. Muchos mamíferos tienen la superficie del cerebro lisa, ¿podrías decir qué se debe que el nuestro tenga rugosidades? ¿Cómo se llaman?
- e. ¿Podrías indicar si existe alguna diferencia entre la disposición de la sustancia blanca en el cerebro y el cerebelo con respecto a la médula espinal?
- f. Dibuja la vista externa e interna del encéfalo y escribe el nombre de las estructuras que has localizado.