



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Y tú, ¿cuidas tus nervios?: Propuesta de Aprendizaje-
Servicio para trabajar el sistema nervioso en 3º de
ESO

And you, do you take care of your nerves?: Proposal of
Service-Learning to work on the nervous system in 3º
ESO

Autora

M^a Cristina Villellas Arilla

Directora

Beatriz Carrasquer Álvarez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2023/2024

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO POR APARTADOS.	3
1.2. CONTEXTO DEL CENTRO DONDE SE HAN REALIZADO LOS PRACTICUM I Y II.	3
1.3. PRESENTACIÓN PERSONAL Y TRAYECTORIA ACADÉMICA Y PROFESIONAL.....	4
2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM.....	4
2.1. TRABAJO SISTEMA NERVIOSO 1º BACHILLERATO	5
2.2. PRACTICUM - PROYECTO <i>MICROMUNDO</i>	6
3. PROPUESTA DIDÁCTICA	7
3.1. TÍTULO Y NIVEL EDUCATIVO	7
3.2. EVALUACIÓN INICIAL	7
3.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	13
4. ACTIVIDADES.....	15
4.1. CONTEXTO DEL AULA Y PARTICIPANTES	15
4.2. METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA.	16
4.3. ACTIVIDADES REALIZADAS	16
4.3.1. <i>Actividad/tarea 1. Análisis de noticias</i>	22
4.3.2. <i>Actividad/tarea 2. Concurso de maquetas “Conexiones perdidas: disfunciones del sistema nervioso”</i>	24
4.3.3. <i>Prueba escrita</i>	27
4.3.4. <i>Evaluación global</i>	27
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE	29
5.1. ACTIVIDAD DE ANÁLISIS DE NOTICIAS	29
5.2. CONCURSO DE MAQUETAS	32
6. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	32
7. CONSIDERACIONES FINALES	34
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
9. ANEXOS	38

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo de fin de Máster se ofrece un resumen de los conocimientos adquiridos, combinando tanto las experiencias vividas como estudiante en el Máster de Profesorado como aquellas obtenidas como docente en formación en el IES Andalán de Zaragoza.

1.1. Presentación del trabajo por apartados.

La primera sección se centra en describir el contexto del centro educativo donde se realizaron los Practicum I y II, además de una breve presentación de la trayectoria académica y profesional de la autora. Este marco introductorio ayuda a situar las actividades en su contexto real. A continuación, se realiza un análisis de dos actividades didácticas del máster: “Sistema Nervioso en 1º de Bachillerato” y el “Proyecto *MicroMundo*”, las cuales han inspirado la propuesta didáctica que aquí se expone.

Seguidamente, se presenta la propuesta didáctica, comenzando por la evaluación inicial y la fundamentación teórica que respalda el uso de estrategias como el Aprendizaje-Servicio, la modelización y la argumentación. Esta sección se complementa con una descripción detallada de las dos actividades desarrolladas en el aula para trabajar el sistema nervioso en 3º ESO, que consistieron en un análisis de noticias y en un concurso de maquetas, y el proceso de evaluación de cada una. En los apartados finales se exponen los resultados de aprendizaje y se lleva a cabo un análisis crítico de la propuesta didáctica, donde se destacan áreas de mejora y se sugieren posibles ajustes. Finalmente, el trabajo cierra con una reflexión sobre los aprendizajes adquiridos a lo largo del máster.

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

El IES Andalán es un Instituto de Educación Secundaria de titularidad pública. Su página web es: <https://sites.google.com/a/iesandalan.es/> . Está localizado en Zaragoza, en la calle París nº, 1 50.003.

Figura 1. Localización del IES Andalán, Google Maps 2024



El barrio de la Almozara en Zaragoza tenía en 2022 una población de 28.494 personas, representando el 4,2% de la población total de la ciudad. Es una comunidad envejecida, con más del 51% de los habitantes mayores de 50 años, y solo el 9,2% menores de 14. El porcentaje de población extranjera es del 12,1%, similar a la media de Zaragoza, con mayoría de europeos, africanos y americanos. El IES Andalán, con 77 profesores, 14 PAS y 650 alumnos, es un centro PROA+ debido a que más del 30% de sus estudiantes están en situación de vulnerabilidad, y es

centro preferente para alumnado con TEA. Ofrece ESO, tres modalidades de Bachillerato, y ciclos formativos de FP en áreas como electricidad y telecomunicaciones.

En la planta baja del centro está situada el aula de Tecnología, que se utilizará para parte de la propuesta.

1.3. Presentación personal y trayectoria académica y profesional

Antes de iniciar el Máster de Educación, dediqué 15 años de mi vida profesional a la investigación, relacionada con *Mycobacterium tuberculosis* y con micobacterias no tuberculosas. Durante los 4 primeros años, tras terminar la Licenciatura de Bioquímica, realicé el Máster de Biología Molecular y Celular y mi tesis doctoral en la Universidad de Zaragoza, en el Grupo de Genética de Micobacterias de la Facultad de Medicina. En 2013 obtuve mi título de Doctora en Bioquímica. Encontré un puesto de investigadora post-doctoral en la empresa farmacéutica Janssen, que se sitúa en Beerse, Bélgica. Allí trabajé con bedaquilina, un antibiótico contra la tuberculosis, que fue el primero descubierto y aprobado en 40 años, estudiando los mecanismos por los cuales esta bacteria se vuelve resistente a su acción. Al cabo de 3 años cambié de puesto para comenzar en un nuevo equipo dedicado a la búsqueda de nuevos antibióticos contra la tuberculosis, en las que yo estaba a cargo de los ensayos de actividad de los nuevos compuestos contra las bacterias. Mi experiencia en Janssen terminó a mitad de 2023, con una reestructuración de la empresa, y decidí volver a España.

Durante estos 15 años, tuve la oportunidad de tutorizar a varios estudiantes de grado y máster, así como un estudiante de doctorado, y en estas actividades descubrí que disfrutaba de enseñar y de aprender a la vez. Me planteé varias veces realizar el Máster de Educación a distancia, pero debido a la alta carga laboral no me fue posible. Por ello, con la perspectiva de desempleo tras la reestructuración, busqué la oportunidad de hacer el Máster en mi ciudad natal, Zaragoza, y estoy muy satisfecha con mi decisión, porque todo lo que he aprendido en el Máster y las experiencias vividas durante este curso me han reafirmado más si cabe en mi vocación docente.

He realizado este curso con gran motivación. Las prácticas en el IES Andalán, aunque al principio me generaron inquietud por mi falta de experiencia con adolescentes, han sido muy positivas tanto a nivel personal como académico. El ambiente de trabajo en el Departamento de Ciencias Naturales es de compañerismo, y los y las estudiantes me recibieron con buena actitud, en general. No todo fueron buenos momentos, puesto que en algunas clases el alumnado estaba más revoltoso y, a veces, mis planteamientos fueron mejorables; pero estoy convencida de que la docencia es un camino profesional que me gustaría continuar.

2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM

Esta propuesta didáctica está basada fundamentalmente en dos actividades realizadas durante este máster: un trabajo sobre una actividad didáctica del sistema nervioso en 1º de Bachillerato y el proyecto MicroMundo. Estas dos actividades se expondrán con detalle en los subapartados 2.1 y 2.2. Además, en la asignatura “Procesos y contextos educativos” del primer cuatrimestre, dentro del tema de metodologías, se hizo un análisis por grupos de varias actividades publicadas por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado, fácilmente transferibles a distintos centros, y que tienen como objetivo servir de referencia didáctica y de inspiración.

En mi grupo, la actividad seleccionada fue “Callejero científico” (Cuesta Gonzalo & Hernández Ramos, 2019) elaborada originalmente por dos profesores del Colegio Hispano Inglés de Santa Cruz de Tenerife, y que consiste en nombrar las estancias comunes del centro en honor a científicos y científicas de diferentes nacionalidades y épocas, con unos carteles atractivos que describen brevemente sus hallazgos más importantes. El objetivo principal de esta actividad era hacer énfasis en la importancia de la ciencia en la sociedad y la contribución de científicos y científicas, de distintas nacionalidades, con sus respectivos descubrimientos. Me pareció que esta actividad contribuye notablemente a visibilizar científicos y científicas tradicionalmente olvidados, especialmente a las mujeres.

Inicialmente fue pensada por los profesores como “actividad ambiental”, no directamente encajada en el currículo de una asignatura, sino relacionada con todas las asignaturas de ciencias y dentro de la agenda de la Semana de la Ciencia en el centro. Uno de los puntos interesantes es que partiendo de unos materiales iniciales (los carteles del callejero describiendo científicos y científicas), las actividades de los estudiantes de 1º ESO enriquecen el callejero con más información para que el alumnado de 2º ESO puedan trabajar sobre él y generar un producto final que, a su vez, facilita un juego el alumnado y sus familias el día de puertas abiertas del centro. El hecho de que el callejero forme parte del centro durante semanas permite aprovechar el trabajo de docentes y alumnado, puesto que son múltiples las actividades derivadas de esta que pueden plantearse, no solo en materias científicas, sino también de Lengua Castellana y otros idiomas.

Esta actividad fomenta el sentido de pertenencia a la comunidad educativa, pues los esfuerzos de todos resultan en una mejora progresiva del callejero, y que es visible para todos.

Uno de los elementos que he aplicado a mi propuesta didáctica es que el alumnado genere un código QR con un link que amplíe información sobre su producto final, en este caso una maqueta de neuronas, que forma parte del concurso formativo para la comunidad educativa. Además, me ha inspirado para llevar la actividad más allá del centro, con la participación de otros miembros de la comunidad como un neurólogo, y también para dejar las maquetas en el centro una vez concluido el concurso, para beneficio de toda la comunidad educativa. Finalmente, mi propuesta es también interdisciplinar, entre Biología y Geología y Tecnología y Digitalización.

2.1. Trabajo Sistema Nervioso 1º Bachillerato

En la asignatura de *Diseño de Actividades de aprendizaje de Biología y Geología*, se realizó un trabajo final en grupo sobre una actividad propuesta dentro del saber *E. La función de relación* de Anatomía Aplicada de 1º Bachillerato. El tema elegido fue el sistema nervioso, y la actividad se basó en otra publicada en un monográfico del cerebro de la revista *Alambique* (Badia, 2011) en la cual se proponía la elaboración de maquetas para explicar el efecto de diferentes drogas en la comunicación neuronal. En nuestra actividad, cada grupo debía elaborar una maqueta y grabar un vídeo sobre esta. La pregunta que se lanzaba al inicio de esta actividad de modelización era: “¿cómo actúan las drogas en el sistema nervioso?” A la clase se la dividió en 5 grupos, cada uno de los cuales tenía un tema asignado (sinapsis fisiológica, efecto de la cocaína, de los opioides, del alcohol, y finalmente sistema de recompensa). Tras una explicación teórica de la sinapsis, el alumnado de 1º Bachillerato tenía que buscar la información necesaria para elaborar sus maquetas, utilizando para esto diversos medios, como libros que aportaban los docentes, el libro de texto y diversas fuentes de internet. Se utilizó la metodología de grupos de expertos para que el alumnado pudiese comentar un primer borrador de sus maquetas entre compañeros, con el objetivo de detectar lagunas en su conocimiento o en su explicación. Una

vez finalizadas las maquetas, cada grupo grabó un vídeo por grupo que se visualizó en clase. Además de esta actividad de modelización, se planteó un ejercicio adicional para trabajar las consecuencias de las drogas mediante visualización de un documental sobre los efectos del fentanilo, seguido de un ejercicio de argumentación.

Para la propuesta en este trabajo, se ha tomado como referencia la actividad de elaboración de maquetas, aunque adaptándola a 3º ESO. Hay dos elementos que se han mantenido por su utilidad: la creación de un modelo físico en sí y la interacción temprana entre los alumnos/as de distintos grupos para que se expliquen qué van a hacer y por qué. El simple hecho de tener que explicar su boceto de maqueta les obliga a crear un modelo mental con el que puedan explicar sus respectivos temas, y los compañeros pueden hacer preguntas a su mismo nivel, de lo cual el alumnado se beneficia. El riesgo en este último caso es que los modelos mentales de los compañeros sean incorrectos, con lo cual siempre será necesario el *feedback* del docente.

Dentro de las adaptaciones realizadas se incluye que la información no la tiene que buscar el alumnado, sino que el docente se la proporciona; el motivo es la falta de tiempo, puesto que en Biología y Geología solo se dispone de 2 horas semanales en 3º ESO. Además, los temas de las maquetas varían ligeramente, puesto que en la actividad propuesta en el trabajo presente el objetivo es comprender el sistema nervioso de forma más global, y no casi exclusivamente centrado en la sinapsis neuronal. Dado que los estudiantes ya han tenido que elaborar un trabajo sobre diferentes noticias relacionadas con disfunciones del sistema nervioso, la actividad de modelización profundiza sobre estos mismos conceptos. Por último, en lugar de realizar un vídeo, como en el trabajo de *Diseño de actividades*, se ha optado por hacer un concurso en el que un experto actúe como juez; con esto se pretende subir el nivel de compromiso de los alumnos.

En esta misma asignatura, dentro de las prácticas, se hizo una práctica de análisis de noticias, que ha servido también como inspiración para la primera parte de la propuesta.

2.2. Prácticum - Proyecto *MicroMundo*

El proyecto *MicroMundo* es un proyecto de aprendizaje-servicio y ciencia ciudadana (<https://www.semicrobiologia.org/noticias/el-proyecto-micromundo>), que pretende divulgar sobre la problemática de la resistencia a antibióticos, y que realiza anualmente la Universidad de Zaragoza desde 2018, entre otras muchas universidades españolas (<https://indo.unizar.es/proyecto/921/ficha>). Inicialmente surgió en la Universidad de Yale en 2012, y se expandió a universidades por distintas partes del mundo, incluyendo la Universidad Complutense de Madrid en 2016.

El objetivo de este proyecto es doble: por un lado, tiene un objetivo educativo, y por el otro, científico. Respecto al objetivo educativo, es importante destacar que se sirve del aprendizaje-servicio para mejorar dos necesidades sociales claras: la disminución de las vocaciones científicas y el desconocimiento del problema de la resistencia a antibióticos por parte de la población (Valderrama et al., 2018). Los investigadores principales de la Universidad de Zaragoza forman grupos con estudiantes de grado y de doctorado de diversas especialidades, e imparten 5 sesiones en el laboratorio de un instituto con alumnado de entre 4º ESO y 2º Bachillerato, en las que los alumnos/as realizan un experimento para descubrir bacterias productoras de antibióticos. Para ello los estudiantes tienen que recoger muestras de suelo, recopilando datos específicos de la toma de muestra, y siembran diluciones de dicha muestra, para después seleccionar colonias de bacterias que se testan frente a dos microorganismos testigo.

En el IES Andalán, donde realicé el Practicum, *MicroMundo* estaba a cargo de Etopía Centro de Arte y Tecnología de Zaragoza (<https://etopia.es>). El resultado fue que el alumnado estuvo centrado y motivado; ver con sus propios ojos cómo son las colonias de bacterias, cómo algunas inhiben el crecimiento de otras, le ayudó a entender qué es un antibiótico. También les ayudó a sentirse como científicos y científicas, sobre todo al explicarles que esta metodología fue la que sirvió para descubrir los primeros antibióticos. *MicroMundo* contribuye a despertar vocaciones científicas, puesto que los estudiantes de ESO y Bachillerato pueden probar a hacer un experimento real con sus propias manos.

De esta experiencia se han tomado dos elementos principales: primero, la metodología del aprendizaje-servicio, en la que los estudiantes ayudan a divulgar sobre el tema que han tratado, y segundo, el hecho de realizar algo manual, que tengan que manipular, pues esto les ayuda a pensar sobre lo que están haciendo.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

3.1. Título y nivel educativo

Esta propuesta lleva por título: “Y tú, ¿cuidas tus nervios?: Propuesta de Aprendizaje-Servicio para trabajar el sistema nervioso en 3º de ESO”.

La propuesta consta de 2 actividades principales sobre el sistema nervioso, dentro de los bloques *D. Cuerpo humano* y *E. Hábitos Saludables* de la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto. Dichas actividades constan de una actividad de análisis de noticias y un concurso de maquetas con un folleto informativo incluido. La asignatura donde se encuadra es Biología y Geología de 3º ESO, y se realiza en colaboración con la asignatura de Tecnología y Digitalización. Los grupos clase donde se realiza esta propuesta son: uno de 19 estudiantes (11 chicos y 8 chicas) y otro de 11 estudiantes (7 chicos y 4 chicas), poco habituados al trabajo cooperativo.

3.2. Evaluación inicial

Revisión bibliográfica de las ideas iniciales del alumnado sobre el sistema nervioso

Para comprender mejor las ideas iniciales que el alumnado puede tener sobre el sistema nervioso, se llevó a cabo una revisión de la literatura académica sobre el tema. Cañal (2011) señala que el cerebro es un tema que, generalmente, despierta gran interés tanto en el público en general como en el alumnado. Sin embargo, la exposición frecuente a información de medios de comunicación, que a menudo es imprecisa o incorrecta, contribuye a la aparición de concepciones erróneas. Entre las ideas preconcebidas más comunes se encuentran la creencia de que los seres humanos solo utilizamos el 10% de la capacidad cerebral, que el cerebro es una masa homogénea y sin diferenciación, que no cambia una vez que se para el crecimiento, y la falsa noción de que el cerebro no forma parte del sistema nervioso.

Este último malentendido también fue descrito por Villabona y Herrán (2017), quienes destacaron que el alumnado suele ser capaz de mencionar algunas funciones del sistema nervioso, pero tiene dificultades para explicarlas con detalle o para asociarlas con los órganos y estructuras correspondientes. En la misma línea, Olave y Martín (2015) describen que los y las estudiantes reconocen el cerebro y los nervios como parte del sistema nervioso, ignorando el resto del encéfalo y la médula espinal. Existe, también, confusión entre el sistema nervioso periférico somático y autónomo. Otra concepción alternativa consiste en que el alumnado no logra reconocer la neurona como la unidad básica del sistema nervioso (Villabona y Herrán,

2017), lo que refleja una comprensión fragmentada y limitada de cómo este sistema opera. Viveros (2022) informa, a su vez, de las dificultades en la identificación de las partes de las neuronas, así como de la confusión entre el concepto de receptor y órgano de los sentidos.

Por otro lado, Molinatti (2011) subraya la importancia de poner un mayor énfasis en la enseñanza de la plasticidad cerebral. El autor también observa que muchos/as estudiantes mencionan patologías cerebrales, pero su conocimiento sobre ellas es superficial y muchas veces vinculado a casos de celebridades que padecen estas condiciones. Aunque el alumnado puede estar familiarizado con los nombres de ciertas enfermedades, su comprensión sobre las causas biológicas u orgánicas de estas patologías suele ser escasa o incorrecta.

La revisión de estos estudios revela la existencia de diversas concepciones erróneas sobre el sistema nervioso entre el alumnado, en gran medida influenciadas por la información inexacta que reciben de fuentes no académicas. Estas ideas previas constituyen un obstáculo importante para la comprensión adecuada de los contenidos científicos y, por ello, deben ser abordadas de manera explícita en el proceso de enseñanza.

Por tanto, uno de los retos principales para los docentes es corregir estas concepciones erróneas mediante estrategias didácticas que ayuden al alumnado a integrar el conocimiento correcto sobre el sistema nervioso.

Conocimientos previos del alumnado basados en el currículo

Los bloques de saberes que se abordan en estas actividades de 3º ESO son *D. Cuerpo humano* y *E. Hábitos saludables* según la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto. El bloque *D* hace énfasis en la visión general de la función de relación y el pensamiento sistémico, y el *E* en los hábitos saludables que facilitan la conservación de la salud física, mental y social.

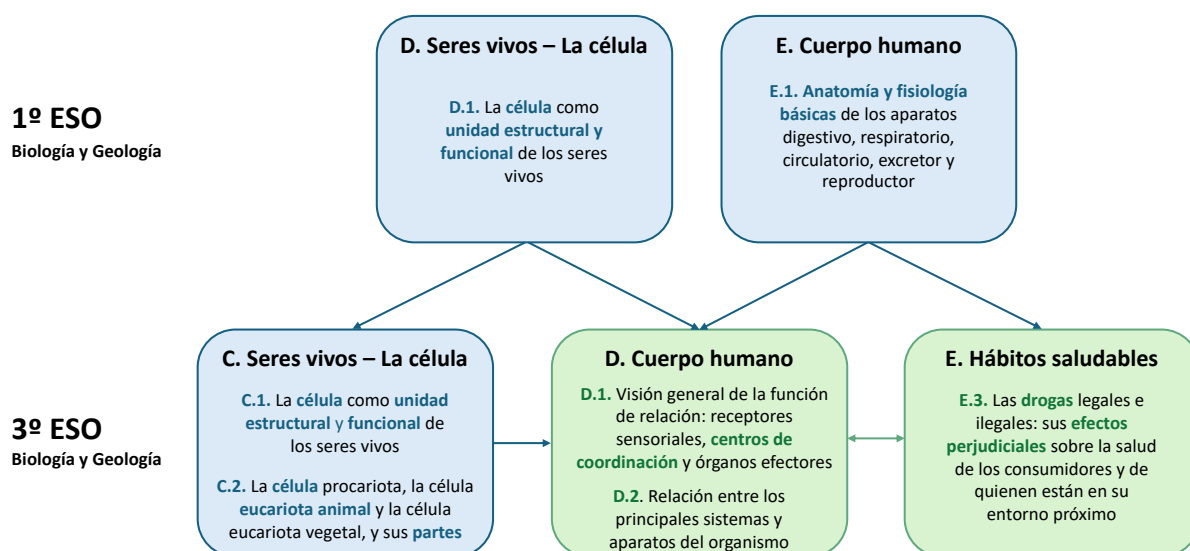
Los conocimientos previos del alumnado se han sintetizado en la Figura 2. En el curso anterior de Biología y Geología, 1º de ESO, el alumnado comienza a aprender sobre el cuerpo humano a un nivel general, especialmente en términos de su estructura y organización, en el bloque *E. Cuerpo Humano*. Aunque no se aborda específicamente la función de relación ni, por tanto, el sistema nervioso, se introduce la noción de los distintos sistemas del cuerpo humano y cómo trabajan en conjunto para mantener las funciones vitales. Este conocimiento básico proporciona una base esencial para la comprensión de sistemas más complejos en cursos posteriores.

Uno de los pilares del aprendizaje en 1º de ESO es el estudio de la célula como la unidad básica de los seres vivos, en el bloque *D. Seres vivos – la célula*. Aunque no se profundiza en tipos específicos de células como las neuronas, el conocimiento general sobre la estructura y función de las células es clave para el aprendizaje futuro sobre el sistema nervioso, así como la noción de que no todas las células son iguales. Este aprendizaje sobre la célula prepara a los y las estudiantes para comprender en 3º de ESO cómo funcionan las neuronas.

Ya en 3º de ESO, se introduce la función de relación. Se profundiza en el sistema nervioso humano, abordando tanto su estructura como su función. Aquí se estudian en detalle las partes del sistema nervioso, incluyendo el sistema nervioso central (cerebro y médula espinal) y el sistema nervioso periférico (nervios). Los y las estudiantes también aprenden sobre la neurona como la unidad funcional del sistema nervioso y cómo se transmite el impulso nervioso a través de las sinapsis. En este mismo curso se estudia más en detalle la célula animal y la vegetal, en el bloque de saberes *C. Seres vivos – la célula*, lo cual contribuye a una mejor comprensión de la neurona.

Además, en 3º de ESO se estudian las disfunciones del sistema nervioso y las enfermedades relacionadas con este sistema, como el Alzheimer y las lesiones medulares, así como los efectos de las drogas sobre el sistema nervioso. Estos contenidos permiten que los estudiantes apliquen el conocimiento teórico sobre el sistema nervioso a situaciones reales, ayudándoles a comprender las implicaciones de los fallos en el funcionamiento del sistema nervioso y su impacto en la vida diaria.

Figura 2. Mapa vertical del Sistema Nervioso de 3º ESO



Por último, en 3º de ESO se introduce el sistema endocrino, comparando su función con la del sistema nervioso. Ambos sistemas son fundamentales para la regulación y coordinación de las funciones del cuerpo, aunque el sistema nervioso actúa mediante impulsos eléctricos y el endocrino mediante hormonas. Esta comparación ayuda a los estudiantes a obtener una visión más completa de cómo el cuerpo mantiene su equilibrio y responde a los estímulos.

Evaluación inicial del alumnado de 3º ESO B y C del IES Andalán

A partir de las ideas previas y dificultades identificadas en la literatura sobre el aprendizaje del sistema nervioso, se diseñó un cuestionario breve para evaluar los conocimientos iniciales del alumnado. Este cuestionario, que fue anónimo, incluyó preguntas de verdadero o falso, que requerían justificación en caso de ser falsas, una nube de palabras y un ejercicio de KPSI (del inglés, Knowledge and Prior Study Inventory).

Respecto a las preguntas de verdadero o falso, un ejemplo puede observarse en la Figura 3. Únicamente dos estudiantes en total marcaron como falso “el cerebro es el único órgano que contiene neuronas”, pero no lo justificaron adecuadamente. En general, las justificaciones de las respuestas falsas fueron ambiguas y muy generales, lo que sugiere que, aunque identificaban que eran incorrectas, no entendían bien los motivos.

Figura 3. Ejemplo de pregunta de verdadero o falso en la evaluación inicial

3. Indica si las siguientes afirmaciones son Verdaderas o Falsas. JUSTIFICA brevemente aquellas que sean falsas o pon un ejemplo.

	V	F	
Ejemplo: El oído sólo desempeña la función de audición		☒	
1. La función de relación se da en animales, plantas, hongos, protistas y bacterias.	☒	☐	✓
2. Algunos animales, como los gatos y murciélagos, pueden ver en condiciones de oscuridad total (ausencia completa de luz).	☐	☒	✓
3. Los humanos percibimos igual los olores y los sabores.	☐	☒	✓
4. El cerebro y los nervios forman parte del sistema nervioso.	☒	☐	✓
5. El cerebro es el único órgano que contiene neuronas.	☐	☒	✓
6. Las hormonas se relacionan exclusivamente con el desarrollo sexual.	☐	☒	✓
7. Los desequilibrios hormonales son raros y no tienen importancia en la salud y el bienestar.	☐	☒	✓
8. El sistema nervioso y el sistema endocrino son independientes y no interactúan entre sí.	☒	☐	✗

Ejemplo: el oído desempeña también la función de equilibrio

✓ 1. Se da en todos los seres vivos, ya que es una función vital

✓ 2. Se dan por otros sentidos como el oído (murciélagos) pero no ven perfectamente en la oscuridad

3. Se perciben de formas distintas, los olores por las fosas nasales y a través del aire y los sabores por las papilas gustativas

R 5. Otros órganos contienen neuronas aunque menos

R 6. Hay otras hormonas

R 7. Tienen gran importancia en la salud, pueden causar enfermedades no infecciosas

La nube de palabras, que se presenta en la Figura 4, de elaboración propia, tenía como finalidad que los y las estudiantes hiciesen memoria de los conceptos que conocían, y a partir de ahí debían emparejar conceptos relacionados, por ejemplo, “cerebro-neurona: el cerebro está formado por neuronas”. Algunos ejemplos de esta relación se han mostrado en la Figura 5. El alumnado relacionó de manera frecuente “cerebro” con “sistema nervioso”, “neuronas” y “nervios”.

Figura 4. Nube de palabras para evaluación inicial



Figura 5. Ejemplos de relación de conceptos del alumnado en la nube de palabras de la evaluación inicial

2. Observa la nube de palabras. Escoge 2 palabras que estén relacionadas y explica brevemente esa relación. Repite el proceso con otras dos parejas de palabras. NO se pueden repetir palabras.

Ejemplo: el cerebro forma parte del encéfalo

Los nervios forman parte del sistema nervioso ✓
La insulina es una hormona ✓
La vista es uno de los sentidos ✓

2. Observa la nube de palabras. Escoge 2 palabras que estén relacionadas y explica brevemente esa relación. Repite el proceso con otras dos parejas de palabras. NO se pueden repetir palabras.

Ejemplo: el cerebro forma parte del encéfalo

el cerebro y medula espinal están relacionados con el sistema nervioso

2. Observa la nube de palabras. Escoge 2 palabras que estén relacionadas y explica brevemente esa relación. Repite el proceso con otras dos parejas de palabras. NO se pueden repetir palabras.

Ejemplo: el cerebro forma parte del encéfalo

✓ El dolor lo podemos sentir a través del tacto.
✓ En el cerebro hay neuronas
✓ Hay nervios en el sistema nervioso (los nervios)

2. Observa la nube de palabras. Escoge 2 palabras que estén relacionadas y explica brevemente esa relación. Repite el proceso con otras dos parejas de palabras. NO se pueden repetir palabras.

Ejemplo: el cerebro forma parte del encéfalo

el sistema nervioso tiene nervios

Las palabras que los y las estudiantes eligieron para relacionar conceptos se contabilizaron y se presentan en la Tabla 1. Se puede observar que la palabra que más aparece es “cerebro” en las dos clases. Sin embargo, encéfalo y médula espinal prácticamente no se mencionan, aunque ésta última sí ha aparecido en 2 evaluaciones de la clase de 3º C. Además, parece que el alumnado está algo familiarizado con la “neurona”, pero nadie utilizó la palabra “sinapsis” en sus frases, ni tampoco “neurotransmisor”.

Tabla 1. Recuento de palabras relacionadas en la nube de palabras de la evaluación inicial. Las palabras que se han mencionado al menos un 10% se han marcado en morado, y las que se han mencionado un 2% o menos se han marcado en naranja.

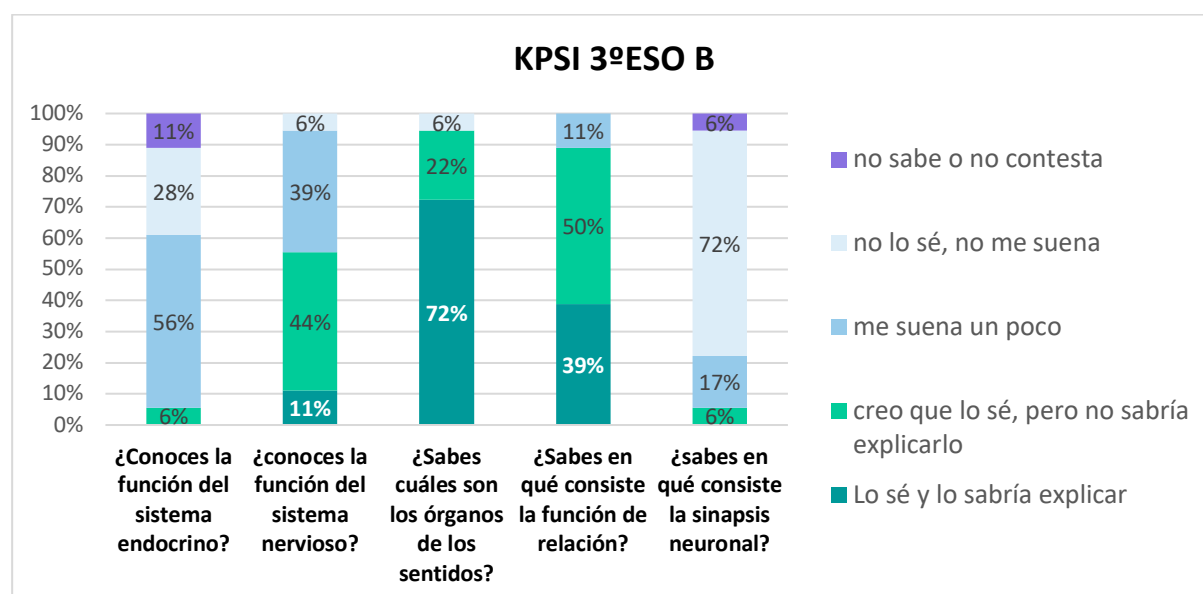
Palabra	Recuento de palabras (y porcentaje respecto al total)	
	3º ESO B	3º ESO C
cerebro	12 (15%)	5 (14%)
neurona	10 (13%)	3 (9%)
sistema nervioso	8 (10%)	6 (17%)
sentidos	8 (10%)	4 (11%)
nervios	7 (9%)	4 (11%)
insulina	6 (8%)	1 (3%)
páncreas	6 (8%)	0 (0%)
dolor	5 (6%)	1 (3%)
olfato	4 (5%)	2 (6%)
vista	4 (5%)	2 (6%)
tacto	4 (5%)	1 (3%)
acto reflejo	3 (4%)	2 (6%)
sistema endocrino	1 (1%)	0 (0%)
mecanorreceptores	1 (1%)	0 (0%)
neurotransmisor	1 (1%)	0 (0%)
médula espinal	0 (0%)	2 (6%)
estímulo	0 (0%)	1 (3%)
hormona	0 (0%)	1 (3%)
sinapsis	0 (0%)	0 (0%)
glándula	0 (0%)	0 (0%)
encéfalo	0 (0%)	0 (0%)
sed	0 (0%)	0 (0%)

Finalmente se incluyó un ejercicio KPSI según el modelo de Guerra y Segovia (2020) para que los y las estudiantes reflexionaran sobre sus propios conocimientos del sistema nervioso. El KPSI consistió en cinco preguntas, que pueden encontrarse en la Figura 6, para las cuales tenían que indicar su nivel de conocimiento autoevaluado: *no lo sé, me suena un poco, creo que lo sé, pero no sabría explicarlo y lo sé y lo sabría explicar*.

Los resultados se pueden observar en la Figura 6. El ejercicio KPSI reveló que la mayoría de los y las estudiantes habían oído hablar del sistema nervioso pero no estaban muy seguros de su función, y que la mayor parte del alumnado reconocían no tener conocimientos sobre la sinapsis.

Estos resultados destacan la necesidad de poner atención a temas como la neurona y la sinapsis, áreas en las que los estudiantes mostraron mayor desconocimiento, así como aclarar conceptos erróneos sobre la anatomía del sistema nervioso. El análisis de este cuestionario servirá como base para ajustar las estrategias didácticas.

Figura 6. KPSI 3º ESO B



Al comparar estos resultados de las clases de 3º ESO B y C con la revisión bibliográfica, se puede observar que las dificultades del alumnado se corresponden con varias de las descritas en el estudio de Villabona y Herrán (2017), especialmente que los y las estudiantes conocen la existencia del sistema nervioso e intuyen sus funciones, pero no las saben explicar ni asociarlas con sus estructuras. Asimismo, el conocimiento de la neurona en estas clases es muy superficial, con lo que es coherente con lo que estos autores describen acerca del desconocimiento de la neurona como unidad funcional del sistema nervioso. Respecto a los componentes del sistema nervioso, como relatan Olave y Martín (2015), los y las estudiantes hacen referencia al cerebro y los nervios, pero dejan de lado el resto de los componentes del sistema nervioso; esto es además esperable porque no han estudiado todavía la anatomía de este sistema.

No se trató en la evaluación inicial de las patologías del sistema nervioso, con lo cual no se pueden obtener conclusiones en este aspecto de los grupos evaluados.

3.3. Fundamentación teórica

El aprendizaje-servicio

El aprendizaje-servicio es una metodología que combina el aprendizaje curricular y el servicio a la comunidad. Es, por tanto, una estrategia de aprendizaje activo en la que el alumnado adquiere competencias y conocimientos mientras abordan una necesidad real de su entorno, mediante el desarrollo de un proyecto concreto. De esta manera, el aprendizaje está contextualizado, y los y las estudiantes entienden la aplicación real de los conocimientos que están adquiriendo. Batlle, en su *Guía práctica para el aprendizaje-servicio* (Batlle, s. f.), lo expresa como un “círculo virtuoso”, en el que el aprendizaje aporta calidad al servicio, a la vez que el servicio dota de sentido al aprendizaje.

El aprendizaje-servicio es, además, una metodología inclusiva, pues cada miembro del grupo puede aportar al proyecto según sus propias capacidades y talentos (Batlle et al., s. f.). Durante la realización de estos proyectos, el alumnado está expuesto a situaciones reales en los que puede descubrir su futura vocación profesional, como es el caso del proyecto *MicroMundo* (Valderrama et al., 2018; Webb, 2017). Es una doble herramienta, tanto educativa como social,

pues uno de los objetivos del aprendizaje-servicio es la formación de ciudadanos competentes, activos y responsables (Batlle, s. f.).

Se ha relacionado el aprendizaje-servicio con mejoras actitudinales de los y las estudiantes hacia sí mismos y la materia que se aprende, así como con el compromiso con su aprendizaje y el desempeño académico, desarrollo de las habilidades sociales y el razonamiento moral. Además, aumenta el sentimiento de pertenencia a la comunidad y el respeto a la diversidad (Nikolaus, 2007; Webb, 2017). Los beneficios se extienden a su vez a la comunidad, ya sea en forma de recursos materiales o educativos.

Además del proyecto *MicroMundo*, otra experiencia reseñable de aprendizaje servicio es el proyecto *Ciclobioma* (Perez-Urria Carril et al., 2020), tiene como meta reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades a partir de residuos agroalimentarios para la producción de biomateriales. En secundaria, un ejemplo de este tipo de metodología es la puesta en marcha de huertos escolares (Gilabert et al., 2024).

Figura 7. El aprendizaje-servicio



El aprendizaje-servicio está íntimamente relacionado con el aprendizaje basado en proyectos, que es una metodología activa, centrada en el alumno y en la cual es necesario cooperar para obtener un producto final (Botella & Ramos, 2019).

Modelización y argumentación

Una de las recomendaciones para la enseñanza de las ciencias, como está reflejado en las orientaciones didácticas y metodológicas de la ORDEN ECD/1172/2022, de 2 de agosto, es el uso de las 3 prácticas científicas: indagación, modelización y argumentación. En esta propuesta se van a trabajar fundamentalmente la modelización y la argumentación. La modelización, tanto en el ámbito científico como en el educativo, se refiere al proceso de crear representaciones simplificadas y parciales de objetos o fenómenos con el objetivo de describir, predecir y explicar aspectos específicos de estos. Modelizar implica expresar los modelos propios, ponerlos a prueba y, como consecuencia de este análisis, reelaborarlos para que describan mejor las observaciones realizadas (Couso et al., 2020). Según Peticarrari y Oliveira Figueiredo (2022) la modelización fomenta un compromiso activo por parte del estudiante, promueve la atención y permite un *feedback* efectivo basado en la identificación de errores. Además, cuando los modelos se construyen en grupo, se facilita el intercambio de ideas, lo que implica discutir y comparar los modelos mentales individuales hasta alcanzar un consenso. Este proceso no solo ayuda a detectar errores, sino también a validar el modelo final.

La modelización es un proceso complejo que se desarrolla en varias etapas (Galera Flores, 2024). Este proceso comienza con la contextualización o justificación del problema, en la que se define el objeto a modelar, revisando experiencias previas y seleccionando los aspectos relevantes. Luego, se elabora una primera versión del modelo, desarrollándolo con un lenguaje adecuado. A continuación, el modelo se evalúa mediante resolución de problemas o predicciones, utilizando recursos como analogías o simulaciones. Si los resultados son inconsistentes, se modifica el modelo volviendo a las fases iniciales. Si es coherente, se determina su validez y limitaciones y se aplica en otras situaciones.

Este esquema fomenta el aprendizaje activo y reflexivo del estudiante, involucrándolo en la creación y revisión de modelos. Además, el docente desempeña un rol esencial como guía y mediador, ofreciendo apoyo, formulando preguntas y generando reflexiones para facilitar el aprendizaje.

Como metodología didáctica, la modelización se utiliza en todas las etapas educativas en la enseñanza de ciencias experimentales. Por ejemplo, para optimizar el escaso tiempo de docencia y, al mismo tiempo, mostrar cómo funciona esta metodología en sí, se utilizaron modelos de ser vivo para la formación de maestros (Galera Flores, 2024). En secundaria, la modelización es de mucha utilidad para comprender conceptos abstractos como los fenómenos electrostáticos (Sara & Hernández, 2021), de la dinámica oceánica (Manzanos & Lozano, 2017) o la síntesis de proteínas (Occelli et al., 2022).

Por otro lado, la argumentación es una herramienta clave para desarrollar el pensamiento crítico, ya que involucra habilidades científicas como la identificación de evidencias, el uso de razonamientos para justificar ideas y la formulación de conclusiones. La participación en la argumentación ha demostrado ser efectiva para mejorar el aprendizaje de conceptos y modelos científicos, fortaleciendo la comprensión y el razonamiento de los estudiantes en temas relacionados con la ciencia (Couso et al., 2020). Además, la argumentación y la modelización están intrínsecamente unidas, como describen Uskola et al. (2021), pues los alumnos/as que han formado un modelo de mayor complejidad, en este caso del sistema inmunológico, son capaces de expresar mejores argumentos sobre la vacunación.

4. ACTIVIDADES

4.1. Contexto del aula y participantes

Referente al contexto de las aulas, se han impartido las sesiones en 2 grupos-clase de 3º ESO. En este nivel hay 3 vías: A, B y C. Al iniciar el Practicum II, la clase de 3º ESO B constaba de 19 estudiantes (11 chicos y 8 chicas), pero un alumno tenía perfil absentista, y 2 alumnos tenían necesidades específicas de apoyo educativo, debido a su incorporación tardía al sistema educativo. La clase de 3º ESO C se desdobló, y se asignaron 11 estudiantes (7 chicos y 4 chicas) a esta propuesta didáctica.

El grupo con menor número de alumnos, 3º ESO C, tenía sus clases de Biología y Geología programadas el martes a las 8.30h y el jueves a las 13.30h, lo cual constituye un obstáculo porque algunos/as estudiantes no asistieron a clase en varios días. En esta clase la motivación hacia la asignatura era en general baja y había una tendencia alta a la distracción, posiblemente incrementada por el cansancio del alumnado a las horas de la lección, con excepción de una alumna que tenía un interés alto. Destacaban dos alumnos por interrumpir frecuentemente las clases con preguntas no relacionadas con la lección.

En 3º ESO B, la motivación en general era mayor. Las y los estudiantes eran más participativos e intentaban contestar a las preguntas espontáneamente, aunque solían ser siempre los mismos. En este grupo, las lecciones estaban programadas los martes a la 13.30h y el viernes a las 10.20h. En ninguno de los dos grupos se hacían preguntas espontáneas por parte del alumnado para clarificar sus dudas. Los dos alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo no hablaban bien español, y durante las clases ellos iban rellenando un cuadernillo específico consistente en material de Biología y Geología básico; ellos no formaron parte de esta propuesta didáctica.

Cabe mencionar que durante mi estancia en el IES Andalán, varios alumnos realizaron un viaje a Alemania (7 de 3ºESO B y 4 de 3ºESO C) que duró una semana, por lo que hubo que adaptar la planificación para que las actividades comenzasen cuando estuvieran de vuelta.

En general, los/as alumnos/as realizaban las tareas que se les encomendaba, pero tenían pocas habilidades organizativas. Estaban poco familiarizados con el trabajo cooperativo y con las presentaciones orales de su trabajo. Durante las clases se distraían con facilidad. Otorgaban al examen escrito mucha más importancia que al resto del trabajo, lo que se vio claramente una semana antes del examen escrito, en la que preguntaron qué páginas del libro debían estudiarse.

4.2. Metodología de la propuesta.

El aprendizaje cooperativo se utiliza a lo largo de esta propuesta, pues el alumnado se distribuirá por grupos y tendrán que generar, trabajando en equipo, un producto final, ya sea el trabajo de análisis de noticias o una maqueta con un folleto informativo. Las actividades propuestas están basadas en el aprendizaje-servicio, puesto que el concurso de maquetas tiene una parte de servicio a la comunidad, que consiste en la divulgación sobre el sistema nervioso y sus alteraciones, tanto a la comunidad educativa como los pacientes del servicio de Neurología del Centro de Especialidades Inocencio Jiménez (CEIJ). Para esta actividad se utiliza además la modelización, al estar basada en la representación de modelos del sistema nervioso, y la argumentación, necesaria para que los y las estudiantes lleguen a un consenso de modelo satisfactorio para todo el grupo.

4.3. Actividades realizadas

Elementos curriculares y objetivos

A continuación, se muestran en la Tabla 2 los objetivos y competencias, así como su relación con los saberes trabajados en la propuesta y que se marcaron previos a la implementación de la misma. Al ser una propuesta interdisciplinar entre Biología y Geología y Tecnología y Digitalización, se presentan los objetivos de ambas asignaturas.

Las competencias clave principales incluyen la competencia matemática y la competencia en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), ya que se abordarán esencialmente contenidos y prácticas científicas, como la modelización y la argumentación. La competencia personal, social y para aprender a aprender (CPSAA) está especialmente vinculada al enfoque de aprendizaje-servicio. Además, el alumnado deberá presentar sus proyectos y modelos de manera escrita y oral, lo que permitirá el desarrollo de la competencia en comunicación lingüística (CLL). Para la creación de folletos informativos virtuales, los estudiantes utilizarán herramientas digitales, como PowerPoint o Canvas, y generarán un código QR, promoviendo así también la competencia digital (CD).

Tabla 2. Objetivos didácticos generales

Objetivo	Concreción de saber básico*§	Competencia específica*	Competencias clave*
1. Comprender los elementos de los sistemas receptores y coordinadores dentro de la función de relación.	D1	CE.BG.1	CLL, STEM, CD
2. Relacionar las funciones del sistema nervioso y con el resto de los aparatos del cuerpo (pensamiento sistémico).	D2	CE.BG.4	STEM, CD, CPSAA, CE
3. Analizar información de diferentes medios, relacionarla con lo aprendido y comunicar los puntos clave.	D1, D2, E3	CE.BG.1, CE.BG.2	CLL, STEM, CD, CPSAA
4. Construir modelos del sistema nervioso mediante la manipulación de materiales y aplicando mecanismos de electricidad.	A4	CE.TD.3	STEM, CD, CPSAA, CE

*Según Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto

§ Las concreciones de los saberes se muestran también en la Figura 2

Además, los objetivos de innovación que se plantean para estas actividades pueden verse en la Tabla 3. Se centran en mejoras actitudinales, del alumnado especialmente de interés hacia las ciencias y una profundización en el contenido, asociadas a la metodología de aprendizaje-servicio, la modelización y la argumentación.

Tabla 3. Objetivos de innovación

Objetivo	Situación inicial
1. Aumento del interés hacia ciencias, medida por observación de la participación en clase (objetivo: 60%)	~30% de los alumnos participa activamente
2. Profundizar en el contenido mediante la aplicación de metodologías novedosas	Mayoritariamente clases magistrales

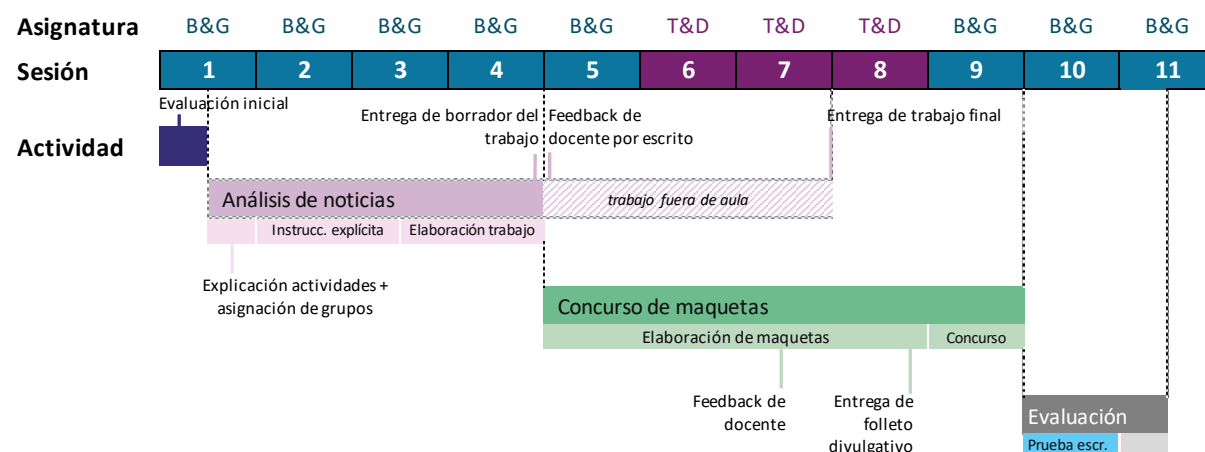
Esta propuesta consta de dos actividades: un análisis de noticias, llevado a cabo mediante aprendizaje basado en proyectos, y una actividad de modelización y argumentación que consiste en un concurso de maquetas, desarrollada utilizando la metodología de aprendizaje-servicio. La propuesta se presenta en forma esquemática en la Figura 8.

Debido a la importancia de los medios de comunicación en la difusión de mitos sobre el sistema nervioso, se decidió plantear una actividad basada en proyectos en la que el alumnado, por grupos, analice críticamente una noticia relacionada con este tema, elabore un resumen y conteste a unas preguntas proporcionadas por la docente. Cada una de estas noticias trata un tema relacionado con el sistema nervioso y de lo que ocurre cuando se producen fallos en este, para enfatizar su funcionamiento.

Este análisis de noticias no se centra especialmente en analizar la fiabilidad de estas, ya que se dispone de sesiones limitadas, aunque sí se pide al alumnado que localice las fuentes y se detenga a pensar si estas son de fiar o no. El mayor trabajo de esta actividad se dirige a que los alumnos/as reflexionen sobre la teoría de manera que pudiesen dar explicación a los fenómenos descritos en cada noticia. Así, los grupos que tuvieron que analizar los efectos de las drogas,

tenían que identificar y comprender cómo funciona la transmisión del impulso nervioso entre neuronas; y los estudiantes que tenían asignada la noticia de Creutzfeldt-Jakob, debían comprender que si las neuronas de un determinado punto del encéfalo morían, la función fisiológica que lleva a cabo esta parte del encéfalo se vería afectada. Es, por tanto, un primer acercamiento a la comprobación de los modelos mentales del alumnado en cuanto al sistema nervioso.

Figura 8. Esquema de la propuesta



B&G: Biología y Geología

T&D: Tecnología y Digitalización

Una vez analizadas las noticias, que tienen como temática común que están basadas en alteraciones del funcionamiento normal del sistema nervioso, la siguiente actividad profundizará en las disfunciones de dicho sistema mediante representación de estas en forma de maquetas. Aprovechando que los impulsos nerviosos tienen naturaleza electroquímica, se pensó que una colaboración con la asignatura de Tecnología y Digitalización sería de gran ayuda para generar estas maquetas, pues podrían incluirse circuitos eléctricos sencillos que ayudasen a representar los modelos.

Estas maquetas sobre alteraciones o enfermedades del sistema nervioso se evaluarán en un concurso por la Dra. Saida Atenza, experta en Neurología del CEIJ. Acompañando a las maquetas habrá un código QR que llevará a un folleto divulgativo virtual preparado por su correspondiente grupo. Estos folletos informativos virtuales versarán sobre disfunciones y lesiones del sistema nervioso, serán revisados y corregidos por la Dra. Atenza, y tendrán finalidad educativa tanto para la comunidad educativa del IES Andalán como para los pacientes del Servicio de Neurología del CEIJ. Las maquetas se quedarán expuestas en una vitrina del instituto para que el resto de los estudiantes del centro puedan verlas y acceder al contenido de los códigos QR, y dichos códigos se imprimirán también para colocarlos en la sala de espera del Servicio de Neurología del CEIJ para que los pacientes y sus familiares puedan leer su contenido mientras esperan.

En la Tabla 4 se puede observar un resumen por puntos de la planificación de estas actividades por sesión.

Tabla 4. Planificación de las sesiones

Sesión	Asignatura	Actividad	Plan
1	B&G	Evaluación inicial	– Evaluación inicial (~25 min). – Explicación de las actividades. Asignación de grupos, entrega de materiales (noticias, información complementaria) (~25 min).
2	B&G	Análisis de noticias	– Instrucción explícita: las funciones y partes del sistema nervioso (~35 min). – Trabajo en grupo para el análisis de noticias (~15 min).
3	B&G		– Instrucción explícita: la neurona y la sinapsis (~35 min). – Trabajo en grupo para el análisis de noticias (~15 min).
4	B&G		– Trabajo en grupo para el análisis de noticias. Elaboración de borrador del trabajo. (~50 min)
5	B&G	Concurso de maquetas	– Explicación recordatoria de las instrucciones del concurso (~5 min) – Elaboración de boceto de las maquetas por cada grupo (~25 min). – Reagrupación de los estudiantes con un representante de cada grupo inicial para explicar brevemente a los compañeros el boceto de la maqueta y recibir comentarios (~20 min).
6	T&D		– Elaboración de las maquetas con apoyo de los docentes de B&G y T&D (~50 min). – Envío de borrador de folleto divulgativo (fuera de clase).
7	T&D		– Elaboración de las maquetas con apoyo de los docentes de B&G y T&D (~40 min). – <i>Feedback</i> sobre el folleto divulgativo y la maqueta por parte de la docente de B&G (~10 min por grupo).
8	T&D		– Elaboración de las maquetas con apoyo de los docentes de B&G y T&D (~50 min). – Finalización del folleto divulgativo (fuera de clase).
9	B&G		– Concurso de maquetas. Explicación de cada maqueta a un experto (neurólogo) y ronda de preguntas por cada grupo. (~9 min por grupo). – Co-evaluación de compañeros/as.
10	B&G	Evaluación	– Prueba escrita individual (~50 min)
11	B&G		– Entrega de prueba escrita y resolución de dudas (~20 min).

B&G: Biología y Geología

T&D: Tecnología y Digitalización

En total, serán 10,5 sesiones organizadas en los meses de marzo y abril, como se plantea en la Tabla 5 y la Figura 9.

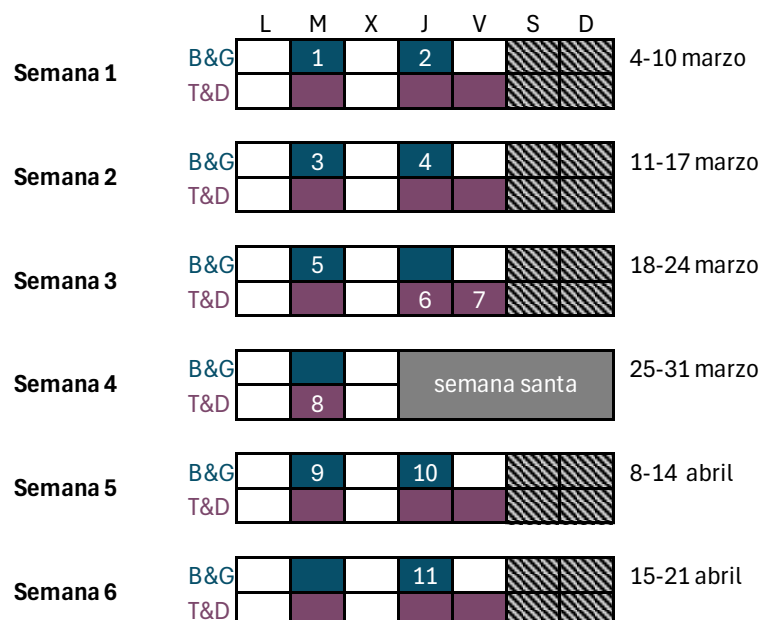
Tabla 5. Temporalización

Bloque	Título del bloque	Horas clase	Horas laboratorio	Horas evaluación	Horas totales	Mes
0	Evaluación inicial	0,5			0,5	Marzo
1	Actividad de noticias	1,5	2		3,5	Marzo
2	Concurso de maquetas		3 B&G + 1 T&D	1	5	Marzo- abril
	Prueba escrita (formulario individual)			1	1	Abril
	Entrega de prueba escrita			0,5	0,5	Abril
	HORAS TOTALES	2	6	2,5	10,5	

B&G: Biología y Geología

T&D: Tecnología y Digitalización

Figura 9. Temporalización de las sesiones de Biología y Geología (B&G, verde oscuro) y de Tecnología y Digitalización (T&D, granate). El número de sesión se indica en los días correspondientes



Para evaluar estas actividades, se han planteado 5 concreciones de criterios de evaluación relacionados con competencias específicas de Biología y Geología, y uno de la asignatura de Tecnología y Digitalización, como se puede ver en la Tabla 6.

Tabla 6. Criterios de evaluación

Actividad	Comp. Esp.*	Crit. Ev.**	Descripción de Crit. Ev.	Concreción de Crit. Ev.	Descripción de Concreción de Crit. Ev.
Actividad de noticias	CE.BG.1	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 fundamentadas.	1.1.1	Analizar y explicar el funcionamiento del sistema nervioso (encéfalo y médula espinal)
				1.1.2	Analizar y explicar las alteraciones del sistema nervioso y las consecuencias en el normal funcionamiento del cuerpo
	CE.BG.2	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.	2.2.1	Reconocer la información fiable sobre el sistema nervioso
Concurso de maquetas	CE.BG.1	1.3	Analizar y explicar fenómenos biológicos y geológicos representándolos mediante modelos y diagramas y utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería (identificación del problema, exploración, diseño, creación, evaluación y mejora).	1.3.1	Representar las funciones de sistema nervioso en un modelo físico
	CE.BG.4	4.1	Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales.	4.1.1.	Dar explicación a las disfunciones del sistema nervioso, y cómo afectan al resto del cuerpo, (pensamiento sistémico)
	CE.TD.3	3.1	3.1. Fabricar objetos o modelos mediante la manipulación y conformación de materiales, empleando herramientas y máquinas adecuadas, incluidas máquinas de fabricación digital como las impresoras 3D, aplicando los fundamentos de estructuras, mecanismos, electricidad y electrónica y respetando las normas de seguridad y salud correspondientes.	3.1.1	Fabricar maquetas que representen estructuras del sistema nervioso, incluyendo, elementos eléctricos que simulen el impulso nervioso

*Comp. esp.: competencia específica; **Crit. Ev.: criterio de evaluación

En las siguientes secciones se explicarán para cada una de las actividades: introducción, objetivos didácticos, elementos curriculares involucrados, temporización y recursos, una descripción detallada de las sesiones y la evaluación. Además, se presentarán la evaluación mediante prueba escrita y una visión global de la evaluación de toda la propuesta.

4.3.1. Actividad/tarea 1. Análisis de noticias

4.3.1.1. Introducción y contextualización

El análisis de noticias es una técnica usada en las clases de ciencias que facilita la aproximación de los avances científicos en un entorno real, con lo cual la actividad está más contextualizada y se espera que los estudiantes aprecien su utilidad. Además, la lectura de noticias será una de las herramientas que los estudiantes actuales emplearán como fuente de aprendizaje a lo largo de su vida (Oliveras et al., 2013), con lo cual es interesante realizar estos análisis dentro de las clases para proporcionarles un primer marco de referencia para su valoración crítica.

En el caso del sistema nervioso y, concretamente, del cerebro, las noticias de la prensa son muchas veces origen de concepciones alternativas y dan lugar a mitos, puesto que no se tratan de manera rigurosa. Por ejemplo, el mito de que solo utilizamos el 10% del cerebro parece complicado de erradicar, ya que la idea de desbloquear un mayor potencial mental resulta más atractiva.

4.3.1.2. Objetivos didácticos

La intención del análisis de noticias, junto con la información adicional proporcionada, es que comprendan la importancia del sistema nervioso en el funcionamiento de nuestro cuerpo, que identifiquen las partes y las consecuencias de posibles lesiones o disfunciones del sistema nervioso. Además, se busca también que lean las noticias de manera crítica, comprobando si lo que leen puede explicarse con sus modelos mentales. Corresponden con los objetivos 1, 2 y 3 de la Tabla 2

4.3.1.3. Elementos curriculares involucrados.

En esta actividad se trabajan fundamentalmente la CE.BG.1 (Interpretar y transmitir información y datos científicos), CE.BG.2 (Identificar, localizar y seleccionar información, evaluándola críticamente) y CE.BG.4 (Utilizar el razonamiento para dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología). Los bloques de saberes se corresponden al *D. Cuerpo humano* y *E. Hábitos saludables*. Los criterios de evaluación se detallan en la Tabla 6.

4.3.1.4. Temporalización y recursos

La actividad de las noticias está planteada en tres sesiones, más una semana extra de trabajo fuera de clase. Las sesiones de clase de Biología y Geología corresponden a 1 semana y media, teniendo en cuenta que contamos con 2 horas semanales. Está planteada para realizarse durante el mes de marzo.

Como recursos, además del libro de texto, los alumnos cuentan con su correspondiente noticia e información complementaria que se imprimen para ellos. Aunque no es imprescindible, pueden buscar información adicional en internet, pero no en clase, pues no tienen permiso para usar sus teléfonos móviles. Desde su casa, los alumnos tienen acceso a todas las noticias e información en la carpeta de Google Classroom, que se han preparado dentro de una tarea

específica. El primer borrador y el trabajo final pueden hacerse tanto a mano como con ordenador y entregarse en formato físico o digital en dicha tarea de Google Classroom.

4.3.1.5. Descripción de la actividad

Esta actividad consistió en un análisis de noticias relacionadas con enfermedades y alteraciones del sistema nervioso, y sirve como punto de partida para la siguiente, que es la elaboración de maquetas.

Sesión 1

En esta sesión, una vez concluida la evaluación inicial, se explica al alumnado las actividades con sus instrucciones y se comunica cómo va a ser la evaluación, incluyendo las rúbricas de evaluación. También se componen los grupos y se les entrega una noticia diferente para analizar, así como información complementaria: un ex-futbolista que sufrió un ictus, los estragos causados por el fentanilo, el mito de que usamos el 10% del cerebro, la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob y un puente digital en la médula espinal que ha permitido a un tetrapléjico volver a caminar. Las noticias y la información adicional pueden encontrarse en este [enlace](#).

En primer lugar, se formaron los grupos de alumnos de 3 ó 4 miembros con ayuda de la profesora titular, de forma que fueran heterogéneos. Para ayudarlos con el análisis y preparación de la presentación, se les aportó la estructura del trabajo (Anexo I) y algunas preguntas (Anexo II). Estas instrucciones se colgaron también en el Google Classroom, de manera que toda la clase tenía acceso a todo el material, no sólo el correspondiente a su grupo.

Sesión 2

Como parte de esta actividad se incluye una sesión de instrucción explícita para tratar las partes y funciones del sistema nervioso incluyendo el sistema nervioso central, periférico, los actos voluntarios y reflejos, y las dos actividades contrapuestas del sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático. Esta parte constará de unos 35 minutos, para que el alumnado comience a familiarizarse con la teoría. Para estas sesiones se han preparado presentaciones de PowerPoint, que se proyectan a la clase, y la docente intercala preguntas a los y las estudiantes, teniendo en cuenta las respuestas que dieron en su evaluación inicial y las ideas alternativas de estos. Las presentaciones se suben a Google Classroom después de las clases para que los alumnos puedan consultarlas. En los últimos 15 minutos de la clase, se sitúa al alumnado por grupos para que comiencen el trabajo de la actividad de noticias, y se les comunica que deberían leerse la noticia y comenzar a organizar el trabajo en equipo.

Sesión 3

Al igual que en la sesión anterior, esta comienza con la continuación de la teoría, correspondiente a la neurona y la sinapsis. Se utiliza una presentación de PowerPoint, pero se incorpora en las explicaciones el uso de la pizarra para realizar esquemas. En los últimos 15 minutos de clase, se coloca al alumnado por grupos para continuar con el borrador del trabajo de análisis de noticias. La docente pregunta en voz alta a toda la clase si tienen dudas sobre el trabajo para resolverlas en primer lugar, y luego se pasea entre los pupitres para evaluar si los miembros del grupo están colaborando, si necesitan apoyo, y reconducir la actividad si es necesario. Se les explica a los y las estudiantes que el próximo día dispondrán de toda la hora para terminarlo, y deberán entregarlo ese mismo día ya sea en mano o subiéndolo al Google Classroom, para que se puedan organizar.

Sesión 4

El alumnado dispondrá de toda la hora para la realización del trabajo de análisis de noticias. Este primer borrador puede entregarse tanto escrito a mano como a ordenador. La docente se paseará por los grupos para resolver dudas y evaluar a cada estudiante. Este primer borrador es evaluado por la docente para proporcionar comentarios escritos sobre el contenido y las preguntas, haciendo explícito tanto lo que está correctamente realizado como lo que es susceptible de mejora, aportando en este último caso preguntas guía o referencias al texto en lugar de proporcionar la respuesta directamente. El borrador con los comentarios se devuelve a los alumnos por correo electrónico para que los puedan consultar y modificarlo para la versión final. Con esta información deben reelaborar su trabajo en forma digital, fuera de las clases, y entregar la versión final para la sesión 7.

4.3.1.6. Evaluación:

Durante el desarrollo de esta actividad en clase, la docente evalúa al alumnado por observación, de manera individual. Además, resuelve dudas y proporciona *feedback* inmediato a los y las estudiantes para que puedan realizar el primer borrador con éxito. En esta actividad se ha evaluado tanto el borrador como el trabajo final, aunque solamente se califica este último mediante el uso de una rúbrica (Anexo III), con un peso del 25% de la nota final de la propuesta. El compromiso de cada estudiante con la tarea, así como la participación se evalúa por observación, con un peso en la calificación final del 5%.

4.3.2. Actividad/tarea 2. Concurso de maquetas “Conexiones perdidas: disfunciones del sistema nervioso”

4.3.2.1. Introducción y contextualización

La modelización y la argumentación son prácticas científicas fundamentales que deben ejercitarse en la enseñanza de las ciencias. En este concurso de maquetas, el alumnado elaborará representaciones físicas que reflejarán sus modelos mentales, lo que permitirá identificar ideas alternativas no corregidas y posibles lagunas en su conocimiento. El hecho de que el concurso sea evaluado por la Dra. Atenza, experta en Neurología, le otorga mayor relevancia, incentivando a los y las estudiantes a tomarse la actividad con más seriedad. Además, esta propuesta de aprendizaje-servicio tiene como objetivo sensibilizar e informar a toda la comunidad educativa y los pacientes del Servicio de Neurología del CEIJ, lo que se espera aumente el compromiso de los estudiantes con la actividad.

Se plantea esta actividad como una propuesta interdisciplinar, en colaboración con Tecnología y Digitalización, que se espera haga énfasis en la naturaleza electroquímica del impulso nervioso que se transmite a través de un “circuito”.

4.3.2.2. Objetivos didácticos

El objetivo de esta actividad es profundizar en los modelos mentales que los alumnos generaron durante la actividad de noticias, mediante la construcción de maquetas o modelos físicos. Los contenidos son similares a los de la actividad anterior, y en esta ocasión se busca reforzarlos. Además, se pretende que el alumnado sea capaz de comunicar claramente sus conclusiones. Estos objetivos corresponden a los objetivos 1, 2 y 4 de la Tabla 2.

4.3.2.3. Elementos curriculares involucrados

De la asignatura de Biología y Geología, en esta actividad se trabajan fundamentalmente la CE.BG.1 (Interpretar y transmitir información y datos científicos), y CE.BG.4 (Utilizar el razonamiento para dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología). Además, de la asignatura de Tecnología y Digitalización se ha incluido la CE.TD.3 (Aplicar conocimientos interdisciplinares para fabricar soluciones tecnológicas que den respuesta a necesidades en diferentes contextos). Los criterios de evaluación se detallan en la Tabla 6.

4.3.2.4. Temporalización y recursos

El concurso de maquetas tiene una duración de 5 sesiones, de las cuales dos son de Biología y Geología y 3 de Tecnología y Digitalización. En esta planificación, las 5 sesiones se realizarán en marzo de abril, con una pausa durante las vacaciones de Semana Santa.

Para realizar las maquetas se necesitan materiales comunes como espuma de poliestireno, goma eva, cartulina, cartón pluma, arcilla polimérica, pegamento, pinturas acrílicas, alambre, cables, interruptores y baterías.

4.3.2.5. Descripción de la actividad

En esta actividad, cada grupo construirá una maqueta que represente una disfunción o alteración del sistema nervioso, y que irá acompañada de un folleto divulgativo virtual, al cual se accederá desde un código QR. Las maquetas se presentarán de forma oral en un concurso, y serán evaluadas por la experta en Neurología, la Dra. Atenza. Los folletos informativos podrán ser consultados escaneando el código QR, tanto por la comunidad educativa, pues las maquetas con su respectivo código quedarán expuestas en una vitrina en un espacio público del instituto, como por los pacientes del CEIJ que acuden a la sala de espera del Servicio de Neurología, donde habrá una copia impresa de los códigos QR. La maqueta ganadora se llevará un premio, que consistirá en una visita guiada del grupo ganador a la sección de Neurología del CEIJ.

Las actividades se realizan en el aula habitual, excepto en las sesiones 6, 7 y 8 que se harán en el aula de Tecnología.

Sesión 5 (Biología y Geología)

Al principio de esta sesión, la docente recordará a la clase en qué consiste la actividad. Cada grupo elige una disfunción del sistema nervioso, que puede estar relacionada o no con la noticia que han tenido que trabajar en la actividad anterior. La maqueta tiene que representar una o varias partes del sistema nervioso y debe incluir un circuito eléctrico que simule la transmisión del impulso nervioso. Durante la primera media hora de clase, cada estudiante debe esbozar sobre el papel cómo va a ser su maqueta, tratando de llegar a un consenso con sus compañeros/as de grupo, y dejando claro qué elementos se van a incluir y por qué. Harán una lista con los materiales que van a necesitar y se organizarán para traerlos a clase el próximo día.

A continuación, los grupos se rompen temporalmente para formar nuevos grupos que constarán de un miembro de cada uno de los equipos anteriores (grupos de expertos). El objetivo de estos grupos temporales es que cada miembro explique a los demás en qué va a consistir su maqueta y escuche los planes de los demás. Esto les hará cuestionarse sus modelos y detectar conflictos entre lo que sus compañeros/as piensan y lo que ellos hacen, y ayudará a que todas las maquetas tengan información más completa. La docente se paseará por los grupos para ofrecer *feedback* y resolver dudas.

Fuera de clase, el alumnado comienza a elaborar el folleto divulgativo.

Sesión 6 (Tecnología y Digitalización). Aula de Tecnología.

Se cuenta en esta sesión y en las dos siguientes con 2 docentes: el de Tecnología y Digitalización y la de Biología y Geología. Antes de esta sesión, los alumnos han tenido que aprender los conocimientos básicos de los circuitos eléctricos, para poder aplicarlos a la construcción de la maqueta.

Los grupos originales se reconstituyen para comenzar a construir la maqueta y continuar con la elaboración del folleto divulgativo. Los docentes se pasearán por las mesas para ir aclarando dudas y evaluar la participación de cada estudiante. Al final de este día, los grupos enviarán el borrador de folleto divulgativo por Google Classroom.

Sesión 7 (Tecnología y Digitalización). Aula de Tecnología.

Durante esta sesión se continúa la elaboración de las maquetas. La docente de Biología y Geología dedicará 10 minutos por grupo a hacer preguntas sobre la maqueta para guiar el proceso, y a darles *feedback* sobre el folleto divulgativo.

Sesión 8 (Tecnología y Digitalización). Aula de Tecnología.

Con esta sesión finaliza la elaboración de las maquetas. Los docentes se van moviendo de un grupo a otro para seguir el proceso, atender a las dudas y corregir si es necesario, y para evaluar los comportamientos y la participación. Antes del final de día se enviarán los folletos divulgativos finales por Classroom.

Sesión 9

Esta es la sesión del concurso de maquetas. El alumnado dispone las mesas en un círculo y se colocan las maquetas con sus códigos QR sobre los pupitres, de manera que queden alejadas unas de otras. La Dra. Atenza se coloca en el centro al principio de la clase y se acerca a cada una de las maquetas conforme toque presentarlas.

Cada grupo expondrá su maqueta a la doctora, y contestará las preguntas que les haga. Para esto hay 9 minutos por grupo. A su vez, se pedirá a cada grupo que evalúe la maqueta de los otros grupos. Para esto, se les recordará la rúbrica y se les proporcionará una diana de co-evaluación (Anexo V) que permite valorar cada criterio con 4 niveles de logro de forma visual.

Al final del concurso, la doctora dispondrá de unos minutos para reflexionar y elegir la maqueta y nombrará al equipo ganador. Este equipo será premiado con una visita a la Sección de Neurología del CEIJ.

La doctora revisará el contenido de los folletos divulgativos y los devolverá corregidos a la clase. Cada grupo añadirá una foto de su maqueta a su folleto virtual. La docente imprimirá todos los códigos QR para que la Dra. Atenza pueda colocarlo en la sala de espera de su sección, y así los pacientes y familiares puedan consultar la información mientras esperan. El alumnado podrá invitar a sus familias a ver las maquetas en las jornadas de puertas abiertas o cuando tengan que acudir al centro.

4.3.2.6. Evaluación:

En esta actividad se evaluarán por parte de la docente el borrador del folleto informativo y su versión final, la participación durante la elaboración de las maquetas, las maquetas finales y su exposición oral. De estas, todas excepto el borrador del folleto informativo se tendrán en cuenta para la evaluación sumativa. Como instrumento de evaluación se utilizó una rúbrica (Anexo IV). Tanto la evaluación de la actividad de noticias como el concurso de maquetas se hace de forma grupal, y la participación, de forma individual. Se realiza, además, una co-evaluación entre compañeros. Los pesos de cada parte en la evaluación pueden consultarse en la Figura 10 A y en la Tabla 7.

4.3.3. Prueba escrita

Para evaluar de forma individual al alumnado, se plantea una prueba escrita con preguntas sobre el funcionamiento del sistema nervioso y sus disfunciones.

Sesión 10

En esta sesión se realizará la prueba escrita, que tendrá un peso del 40% de la calificación final, y que puede consultarse en este [enlace](#).

Sesión 11

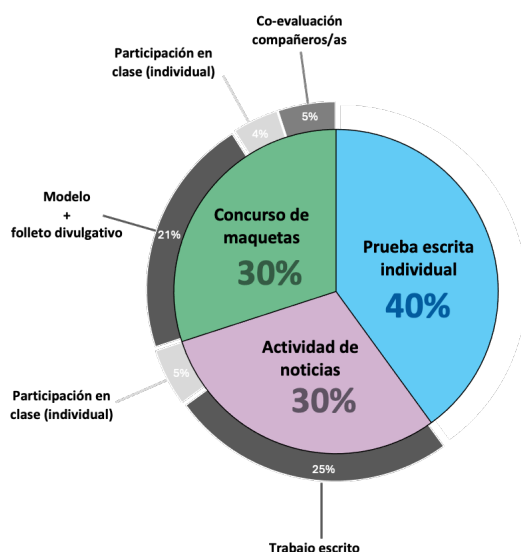
La prueba escrita se devolverá corregida al alumnado, para que localicen sus fallos y se aclaren las dudas finales por parte del docente.

4.3.4. Evaluación global

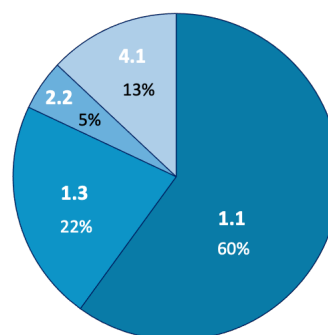
La evaluación sumativa global de la propuesta se describe en la Figura 10 A. Las actividades del análisis de noticias y del concurso de maquetas suponen el 60% de la nota final. La calificación individual es un 49% de la nota final, e incluye tanto la prueba escrita como las observaciones del docente en clase. Por otro lado, la co-evaluación de los compañeros/as es un 5% de la nota global, frente al 95% de la docente.

Figura 10. Evaluación. A. Calificación por actividad. B. Calificación por criterios de evaluación

A: Calificación por actividad



B: Calificación por criterio de evaluación



Los instrumentos y procedimientos de evaluación están detallados en la Tabla 7, asociados a sus respectivos criterios de evaluación. En la Figura 10 B puede observarse como el criterio con mayor peso es el 1.1, pues se le ha dado mayor importancia a analizar y explicar el funcionamiento del sistema nervioso y sus alteraciones. A continuación, se sitúa el criterio 1.3, que atiende a la parte de representación en un modelo físico, y 4.1, que hace énfasis en dar explicación a las disfunciones del sistema nervioso. El criterio 2.2 es el que menos peso tiene, pues en estas actividades no se hecho una labor exhaustiva de búsqueda de fuentes y evaluación de su fiabilidad.

Tabla 7. Peso de evaluación por criterios

Comp. esp.*	Crit. Ev.**	Concr. Crit. Ev.‡	Descripción de Concreción de Crit. Ev.	Instrumentos de evaluación	Procedimiento de evaluación	Peso (calificación) %
CE.BG.1	1.1	1.1.1	Analizar y explicar el funcionamiento del sistema nervioso (encéfalo y médula espinal)	Borrador análisis de noticias	Revisión del trabajo escrito con rúbrica	0
				Trabajo final análisis de noticias	Revisión del trabajo escrito con rúbrica	10
				Participación en clase	Observación	5
				Cuestionario individual	Análisis de respuestas	15
		1.1.2	Analizar y explicar las alteraciones del sistema nervioso y las consecuencias en el normal funcionamiento del cuerpo	Trabajo final análisis de noticias	Revisión del trabajo escrito con rúbrica	10
				Cuestionario individual	Análisis de respuestas	20
	1.3	1.3.1	Representar las funciones de sistema nervioso en un modelo físico	Boceto maquetas	Revisión del modelo con rúbrica	0
				Maquetas	Revisión del modelo con rúbrica	13
					Co-evaluación compañeros	5
				Participación en clase	Observación	4
CE.BG.2	2.2	2.2.1	Reconocer la información fiable sobre el sistema nervioso	Trabajo final análisis de noticias	Revisión del trabajo escrito con rúbrica	5
CE.BG.4	4.1	4.1.1.	Dar explicación a las disfunciones del sistema nervioso, y cómo afectan al resto del cuerpo, (pensamiento sistemico)	Folleto divulgativo QR	Revisión del trabajo escrito con rúbrica	8
				Cuestionario individual	Análisis de respuestas	5

*Comp. esp.: competencia específica; **Crit. Ev.: criterio de evaluación; ‡Concr. Crit. Ev.: concreción de criterio de evaluación

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

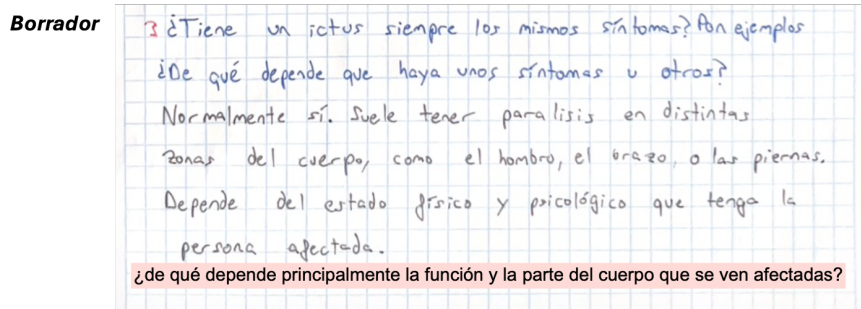
Durante el Practicum II, se puso a prueba la actividad de noticias, mientras que el concurso de maquetas se ha implementado en esta propuesta de manera teórica. Se describirán primero los resultados del análisis de noticias, y a continuación se hipotetizará sobre los resultados esperables de aprendizaje con la actividad de modelización.

5.1. Actividad de análisis de noticias

Uno de los primeros problemas que se advirtieron en esta actividad fue la comprensión lectora, a varios estudiantes les costó comprender el mensaje principal, en especial con la noticia del mito del 10% del cerebro. Se detectaron también problemas actitudinales al empezar la actividad, como por ejemplo algunos/as estudiantes que no querían leer la noticia.

Aunque se les proporcionó un guión para hacer el trabajo, muchos no incluyeron todos los apartados en el borrador inicial. Todos los grupos entregaron el borrador, muchos sin nombre, otros incompletos porque faltaban apartados. La evaluación de algunas preguntas de estos primeros borradores, incluyendo mis comentarios y sugerencias, pueden verse en la Figura 11 y la Figura 12, y los trabajos completos de varios grupos, tanto el borrador con comentarios como el trabajo final, en este [enlace](#). En la Figura 13 se muestran los resultados de un grupo que no asistió a las clases teóricas por encontrarse de viaje en Alemania. En este caso, como se puede ver en la figura, los comentarios proporcionados para mejorar el borrador no fueron efectivos. Esta es una de las razones por las que añadir una sesión más en la que explicar el *feedback* en persona podría mejorar el proceso. La mayoría de los alumnos adaptaron los cambios con éxito, incluyeron los apartados que habían olvidado y corrigieron las respuestas erróneas localizando la información en el material que se les proporcionó o en el libro de texto. Los trabajos finales, junto con la participación en clase, sugieren que el alumnado comprendió en general cómo funciona el sistema nervioso. Sin embargo, en el examen se hizo patente que el concepto de sinapsis y la neurona como unidad funcional no lo entendieron completamente, pues la pregunta específica de este punto solo fue contestada con al menos la mitad de la puntuación por un 30% de todos los alumnos evaluados.

Figura 11. Ejemplo de respuesta en análisis de la noticia sobre un ictus. En el recuadro rojo del borrador está mi comentario, que los alumnos tuvieron en cuenta para la versión final



Trabajo final

3 ¿Tiene un ictus siempre los mismos síntomas? Pon ejemplos. ¿De qué depende que haya unos síntomas u otros?
No siempre son los mismos hay algunos más habituales que otros como:
Pérdida de fuerza en alguna zona del cuerpo(cara,brazo o pierna.)
Dificultad para hablar.
Pérdida de sensibilidad.
Lo que determina que haya unos síntomas u otros son,la zona del encéfalo que ha sido afectada.Dependiendo la zona afectada, la pérdida de fuerza se produce en el lado afectado.

Figura 12. Ejemplo de respuesta en análisis de la noticia sobre la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob

Borrador

2. ¿Porque se llama "encefalopatía espongiforme"? ¿Qué ocurre en el encéfalo?

Porque podía ser transmitida a primates no humanos inoculando en sus cerebros extractos procedentes de biopsias humanas portadoras del agente infeccioso.

3. ¿Cuales son las consecuencias de esta infección en el funcionamiento del cuerpo? ¿Por qué?

Primero se empieza con una descoordinación de los movimientos voluntarios, reflejos tendinosos intensos y postura rígida. Más tarde se presentan movimientos espasmódicos y acaba con dificultad para andar, se pueden presentar síntomas de confusión, desorientación y graves demencia, aparte de una neurodegeneración en la corteza cerebral y los ganglios profundos del cerebro.

4. ¿Existe tratamiento para esta enfermedad?

Hasta la fecha de enero de 2022, no existe un tratamiento curativo para las enfermedades priónicas, como la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob y la encefalopatía espongiforme bovina o "enfermedad de las vacas locas". Estas enfermedades son raras, progresivas y fatales.

2. Esto no es correcto. "Espongiforme" hace referencia a que el encéfalo de los animales infectados se parece a una esponja, ¿recordáis por qué?

2. ¿Porque se llama "encefalopatía espongiforme"? ¿Qué ocurre en el encéfalo?

En la encefalopatía espongiforme, las células cerebrales comienzan a morir y se forman espacios vacíos dentro del tejido cerebral, lo que le da un aspecto esponjoso bajo el microscopio. Esto es una característica distintiva de las enfermedades priónicas. A funciones corporales medida que progresa la enfermedad, estos cambios pueden afectar diversas regiones del encéfalo, incluidas áreas importantes para funciones como la memoria, el movimiento y el control de otras

3. ¿Cuales son las consecuencias de esta infección en el funcionamiento del cuerpo? ¿Por qué?

Primero se empieza con una descoordinación de los movimientos voluntarios, reflejos tendinosos intensos y postura rígida. Más tarde se presentan movimientos espasmódicos y acaba con dificultad para andar, se pueden presentar síntomas de confusión, desorientación y graves demencia, aparte de una neurodegeneración en la corteza cerebral y los ganglios profundos del cerebro. En resumen, la variabilidad en los efectos de la encefalopatía espongiforme se debe a una combinación de factores, incluidos el tipo de enfermedad, la ubicación y la gravedad de la degeneración cerebral, la progresión de la enfermedad y los factores genéticos y ambiente

4. ¿Existe tratamiento para esta enfermedad?

Hasta la fecha de enero de 2022, no existe un tratamiento curativo para las enfermedades priónicas, como la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob y la encefalopatía espongiforme bovina o "enfermedad de las vacas locas". Estas enfermedades son raras, progresivas y fatales.

Trabajo final

2. ¿Porque se llama "encefalopatía espongiforme"? ¿Qué ocurre en el encéfalo?

En la encefalopatía espongiforme, las células cerebrales comienzan a morir y se forman espacios vacíos dentro del tejido cerebral, lo que le da un aspecto esponjoso bajo el microscopio. Esto es una característica distintiva de las enfermedades priónicas. A funciones corporales medida que progresa la enfermedad, estos cambios pueden afectar diversas regiones del encéfalo, incluidas áreas importantes para funciones como la memoria, el movimiento y el control de otras

3. ¿Cuales son las consecuencias de esta infección en el funcionamiento del cuerpo? ¿Por qué?

Primero se empieza con una descoordinación de los movimientos voluntarios, reflejos tendinosos intensos y postura rígida. Más tarde se presentan movimientos espasmódicos y acaba con dificultad para andar, se pueden presentar síntomas de confusión, desorientación y graves demencia, aparte de una neurodegeneración en la corteza cerebral y los ganglios profundos del cerebro. En resumen, la variabilidad en los efectos de la encefalopatía espongiforme se debe a una combinación de factores, incluidos el tipo de enfermedad, la ubicación y la gravedad de la degeneración cerebral, la progresión de la enfermedad y los factores genéticos y ambiente

4. ¿Existe tratamiento para esta enfermedad?

Hasta la fecha de enero de 2022, no existe un tratamiento curativo para las enfermedades priónicas, como la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob y la encefalopatía espongiforme bovina o "enfermedad de las vacas locas". Estas enfermedades son raras, progresivas y fatales.

Figura 13. Ejemplo de respuesta en análisis de la noticia sobre los efectos del fentanilo. Este grupo estaba formado íntegramente por estudiantes que fueron a Alemania durante la impartición de la teoría. Las preguntas pueden encontrarse en el Anexo II. Preguntas guiadas para el análisis de noticias.

Borrador

1. Es necesario ser más específicas. El fentanilo altera la comunicación neuronal. ¿Cómo se llama este proceso? Os recomiendo que miréis la presentación del sistema nervioso que está en el Classroom (de la diapositiva 41 en adelante) y las páginas 98 y 99 del libro.

3. Esto no es correcto. En el resumen lo tenéis bien explicado

4. Esto no es correcto, se pregunta por la parte del sistema nervioso autónomo que se activa durante la abstinencia. El sistema nervioso autónomo está explicado en la página 101 del libro.

Noticia A: La plaga del fentanilo

1.- Manda señales al cuerpo para que reaccione, con el fentanilo no reacciona de la misma manera.

2.- Era utilizado como un analgésico, se podía comprar con y sin receta.

3.- El fentanilo actúa uniéndose a los receptores que se encuentran en áreas del cerebro que controlan el dolor y las emociones.

4.- Los órganos internos: el corazón, el hígado, los órganos reproductores, las glándulas sudoríparas, etc.

5.- Han ido aumentando cada vez más dosis para alcanzar los efectos deseados. La dependencia, la adicción, es síndrome de abstinencia.

Esta parte sobra

Trabajo final

Noticia A: La plaga del fentanilo PREGUNTAS

- 1.- El fentanilo altera la comunicación neuronal. Este proceso se llama sinapsis.
- 2.- Era utilizado como un analgésico que se podía comprar con y sin receta.
- 3.- Una vez que el fentanilo entra en el cerebro, interactúa con los receptores de opioides, facilita la liberación de dopamina, anula el dolor, le da al usuario un subidón, una sensación de calma y reduce la ansiedad.
- 4.- El síndrome de abstinencia es un cambio físico o mental que ocurre cuando el organismo se ve privado de las drogas que está acostumbrado a tomar. Se activa el hipotálamo, muestra un aumento en su actividad eléctrica durante el síndrome de abstinencia a opiáceos.

En general, la clase de 3º ESO B obtuvo mejores calificaciones que 3º ESO C (ver Tabla 8 y Tabla 9). Esto puede explicarse, en parte, por cómo se formaron los grupos. Como se ha mencionado en el contexto de aula, hubo varios alumnos/as que se ausentaron durante dos clases porque viajaron a Alemania durante una semana, y durante estas sesiones se explicó la teoría del sistema nervioso en clase. En la clase de 3º ESO B se distribuyeron los y las estudiantes ausentes en grupos distintos, mientras que en el 3º ESO C se agruparon en dos grupos, uno de 3 alumnas y otro de 1 alumno (que se puso por separado porque faltó a clase durante la elaboración del trabajo). Este alumno no presentó el trabajo final, y el grupo de 3 alumnas (grupo 1) tuvo bastante dificultad para completar el trabajo, seguramente porque no había comprendido la teoría al trabajarla de forma autónoma, a pesar de tener a su disposición las presentaciones de clase en Google Classroom y el libro de texto, y de apoyo extra por parte de la docente durante la realización del trabajo en clase. Es difícil juzgar si en 3º ESO B los estudiantes que se ausentaron comprendieron los conceptos igual que sus compañeros, lo que sí se refleja en las calificaciones es que el grupo ayudó a realizar la tarea.

Tabla 8. Evaluación sumativa del análisis de noticias 3º ESO B

	Puntos por sección	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Noticia		A	B	C	D	E
Resumen	3	3	3	2,5	2,5	3
Análisis - fuentes	1	1	1	0,4	1	1
Análisis - puntos clave	1	0,8	1	0,2	1	1
Análisis - relación con tu entorno	0,5	0	0,5	0,1	0,5	0,5
Análisis - preguntas guía	4	3,8	3,8	2,5	3,3	2,2
Reflexión final	0,5	0,5	0,5	0,1	0,4	0,5
Nota final grupo	10	9,1	9,8	5,8	8,7	8,2

Noticias: A: efecto del fentanilo; B: enfermedad de Creutzfeld-Jakob; C: mito 10% cerebro; D: futbolista que sufre un ictus; E: puente digital como tratamiento para tetraplégico.

Tabla 9. Evaluación sumativa del análisis de noticias 3ºESO C

Sección	Puntos por sección	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Noticia		A	E	B	D
Resumen	3	3	3	3	No presentado
Análisis - fuentes	1	1	1	0	
Análisis - puntos clave	1	1	1	0	
Análisis - relación con tu entorno	0,5	0	0,5	0	
Análisis - preguntas guía	4	1,6	4	3,7	
Reflexión final	0,5	0	0,5	0	
Nota final grupo	10	6,6	10	6,7	0

Noticias: A: efecto del fentanilo; B: enfermedad de Creutzfeld-Jakob; D: futbolista que sufre un ictus; E: puente digital como tratamiento para tetraplégico.

Además, uno de los puntos que los y las estudiantes tenían que describir en su trabajo eran las fuentes de la noticia y de la información adicional. Con esto, el objetivo era que se planteasen si podían fiarse de la información, aunque por falta de tiempo no se pudo elaborar esto en profundidad. Todas las noticias estaban extraídas de fuentes fiables, porque todavía no habían comprendido el sistema nervioso y no se quería confundirles con información de origen cuestionable. Casi todos los grupos mencionaron las fuentes y argumentaron de alguna manera su fiabilidad.

Finalmente, un punto positivo fue una mejora en la actitud de algunos de los/as alumnos/as, especialmente los que se mostraron reticentes a leer la noticia, y que finalmente realizaron el trabajo a tiempo y con buen resultado. Sin embargo, el nivel de participación en clase, evaluado por observación mientras los y las estudiantes realizaban el trabajo, no alcanzó el nivel esperado de 60%, basado en la participación en clase. Esto puede ser debido a la corta duración de la propuesta sumado a que el alumnado no está acostumbrado a este tipo de trabajo.

5.2. Concurso de maquetas

El uso de la modelización en esta parte de la propuesta es esperable que contribuya a que el alumnado entienda el sistema nervioso en más profundidad, puesto que para realizar la maqueta tiene que organizar sus ideas de lo que cree que es el sistema nervioso, expresarlo a sus compañeros y, en este proceso, revisar si existen conflictos entre lo que piensan individualmente para llegar finalmente a un consenso. Especialmente, el uso de circuitos eléctricos reales en las maquetas se espera que sirva para que los y las estudiantes refuercen los conceptos de transmisión de impulso nervioso y de conexión entre el sistema nervioso central y el resto del cuerpo.

Por otro lado, aunque con la actividad de noticias se empieza a contextualizar la importancia del sistema nervioso, con el concurso de maquetas se hace más patente dicha importancia, porque los alumnos van a hablar con una experta que conoce el sistema nervioso y trata pacientes con problemas como los que ellos están representando. Además, van a proporcionar tanto a la propia comunidad educativa del centro como a pacientes reales información sobre el sistema nervioso, lo cual puede ayudarles (a ellos y a sus familias) a entender mejor su situación. Como se ha descrito por varios autores (Nikolaus, 2007; Webb, 2017), lo que se espera es que los y las estudiantes mejoren su motivación e interés hacia la asignatura y se comprometan con la tarea, e incrementen su autoestima. Esto deriva en parte del hecho de sentirse útiles en la comunidad. Además, se espera que con esta actividad se contribuya a mejorar sus habilidades tanto escritas, puesto que van a elaborar un folleto divulgativo, como orales, puesto que tendrán que presentar sus maquetas. Al ser esta una actividad que no se realizó durante el Practicum, no se pueden presentar producciones del alumnado; sin embargo, a modo de ejemplo, se ha generado un modelo de folleto divulgativo que puede verse [aquí](#).

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

La actividad del análisis de noticias cumplió en buena medida con los objetivos planteados, puesto que los y las estudiantes mostraron en general su conocimiento del funcionamiento del sistema nervioso, y casi todos los grupos realizaron las tareas con éxito. El objetivo 1 descrito en la Tabla 2 puede considerarse cumplido, a excepción de la neurona como unidad funcional del sistema nervioso y de la sinapsis. En general, el alumnado alcanzó buenos resultados en pensamiento sistémico, lo cual se vio en el análisis de las consecuencias en el cuerpo de distintas

disfunciones del sistema nervioso. En cuanto al tercer objetivo, los alumnos/as integraron la información del libro de texto y de las noticias e información adicional que se les proporcionó, y fueron capaces de identificar los puntos clave de las noticias, con lo cual se considera que el objetivo se alcanzó adecuadamente.

Durante el proceso, se hizo patente la falta de experiencia del alumnado en este tipo de proyectos que incluye la entrega de borradores intermedios y la revisión de su propio trabajo. Una potencial mejora del proceso sería comentar con el alumnado el *feedback* del borrador en una sesión en clase y no solo por escrito, para que la docente pudiera explicar más detalladamente sus comentarios y sugerencias, y que el alumnado pudiera preguntar sus dudas. En esta sesión, se haría también hincapié en que tienen que rehacer el trabajo completo con todas las revisiones.

Si se atiende a los resultados de los y las estudiantes que no asistieron a las clases de instrucción explícita por estar de viaje en Alemania, a pesar de ser un número pequeño, puede apreciarse que estos tuvieron mucha más dificultad para alcanzar los objetivos. De esto se deduce que las sesiones de instrucción explícita también contribuyen a que los estudiantes comprendan las partes y funcionamiento del sistema nervioso.

Un punto que podría revisarse es la dificultad de las noticias, puesto que no todas las noticias seleccionadas tenían el mismo nivel de dificultad y quizás algunas, como la de los efectos del fentanilo o del mito de que usamos el 10% de la capacidad cerebral, requieran trabajarlos con más tiempo en clase para el alumnado pueda asimilarlas bien.

El análisis de noticias es una habilidad no sólo necesaria en el ámbito escolar, sino para toda la vida, como forma de adquirir nuevos conocimientos. Debido a la limitación de tiempo se decidió no centrarse en la fiabilidad de las fuentes, pero este es un tema que debería trabajarse, e idealmente los y las estudiantes deberían buscar sus propias fuentes y analizarlas críticamente. Esto contribuiría todavía más a desarrollar el pensamiento crítico.

La evaluación del trabajo en grupo presenta dificultades, puesto que no todos los miembros contribuyen de igual manera, pero es complicado ajustar las notas de manera individual. En algunos de los grupos la contribución desigual al trabajo final estaba muy clara, como la docente pudo evaluar por la observación en clase, pero la calificación final no refleja este hecho. Una posible mejora para compensar sería incluir una evaluación entre compañeros/as dentro de cada grupo, para que al menos hubiera una reflexión de cada estudiante sobre su implicación y desempeño.

En cuanto al concurso de maquetas, una posible modificación que facilitaría la consecución de los objetivos sería proporcionar un guión y pautas claras para la presentación oral, pues se ha observado en diversas ocasiones que el alumnado necesita más práctica en la comunicación oral.

La colaboración entre las asignaturas de Biología y Geología y Tecnología y Digitalización es una actividad sinérgica, pues los aprendizajes se complementan y refuerzan entre sí. El uso de las maquetas complementaría a la actividad de las noticias, porque el alumnado tendría que revisar lo que ha aprendido en esta primera actividad para elaborarlas, y algunos conceptos problemáticos, como la sinapsis, podría trabajarse más a fondo. La creación de modelos muy probablemente sea más interesante para el alumnado, especialmente si van a participar en un concurso. Sin embargo, el hecho de que las maquetas se evalúen en un concurso podría desviar

la atención hacia la competitividad en lugar de promover la colaboración y el aprendizaje conjunto, que es lo que se pretende con los grupos temporales de expertos. Además, existe la posibilidad de que los y las estudiantes pierdan de vista el objetivo de la maqueta si se detienen demasiado en la estética.

7. CONSIDERACIONES FINALES

Cuando comencé este Máster, uno de mis objetivos más importantes era comprobar si mi vocación docente se confirmaba cuando entrase en una clase de ESO. Sin embargo, he descubierto durante la realización de este Máster no sólo que este es el camino que quiero seguir, si no que para ello hay algo importante que, en principio, parece obvio: que hay que pasar de mirar la ciencia como científica a hacerlo como profesora de ciencias.

En mi caso, las asignaturas de *Psicología del desarrollo y la educación*, y *Atención al alumnado con necesidades educativas específicas* me han abierto los ojos a aspectos de la educación que no me había planteado en profundidad. Mi única referencia de la educación secundaria hasta que realicé este Máster era mi propia experiencia como alumna en un colegio concertado, que es significativamente diferente a cómo percibí la situación durante el Practicum en un instituto público. De la asignatura de *Psicología del desarrollo y la educación* me resultó especialmente útil conocer más sobre los tipos de motivación y cómo es la etapa de la adolescencia desde un punto de vista psicológico, así como formas de gestión de aula para intentar orientar al alumnado a la tarea. En la asignatura de *Atención al alumnado con necesidades educativas específicas*, tuvimos que reflexionar sobre lo que significa que la educación es un derecho de todo el alumnado y que, dentro de la escasez de recursos que se dedican en la práctica a la inclusión, hay herramientas que el profesorado puede emplear en su clase para intentar que todo el mundo pueda avanzar e intentar cumplir los objetivos de aprendizaje, como el Diseño Universal de Aprendizaje.

La asignatura de Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología me hizo ponerme en el rol de alumna y docente a la vez, lo cual me resultó muy útil en preparación del Practicum II, y ahí fui consciente de la importancia de ver qué saben y saben hacer los alumnos y que necesitamos estrategias, como la modelización y la argumentación, para averiguarlo. Por ejemplo, en algunas ocasiones mientras explicaba en clase me daba cuenta de que los/as alumnos/as se habían bloqueado porque no entendían algo que yo daba por sabido, y entonces les preguntaba, pero no siempre me sabían comunicar cuál era el problema. En esos momentos, mi tutora, Eugenia, hacía de “traductora” porque era capaz de detectar las lagunas en los conocimientos de la clase mejor que yo.

En la preparación de las actividades del Practicum II, el hecho de diseñarlas desde la planificación hasta la evaluación me hizo reflexionar sobre cada parte del proceso, siendo la evaluación lo que me resultó, con diferencia, más complicado. Desde la redacción del examen, que debe constar de preguntas claras y sin ambigüedades, que permitan mostrar si los y las estudiantes han aprendido los conceptos que marca el currículo, hasta cómo calificar preguntas abiertas en las que se intuye lo que quieren decir, pero está mezclado con ideas erróneas.

A pesar de reconocer que el trabajo en grupo tiene ventajas, especialmente cuando el trabajo es de verdad cooperativo, uno de los puntos más frustrantes para mí ha sido cómo coordinar este tipo de trabajos, y esto es válido en mi experiencia como alumna del Máster y como docente. En la actividad de noticias que realicé en el Practicum II veía como en algunos grupos los miembros se repartían el trabajo y hacían cada uno una parte, pero luego no se coordinaban

para leer el resultado final y ver si tenía coherencia. Otras, una o dos personas se cargaban de trabajo y otras se dejaban llevar. Creo, además, que es difícil evaluar qué han aprendido los y las estudiantes a nivel individual sólo con el trabajo en grupo, por ello incluí también una prueba escrita en mi propuesta didáctica, y creo que habría que incluir más evaluación dentro del propio grupo para que cada miembro reflexione sobre su trabajo individual y en colaboración con los demás.

Cuando preparé las clases de instrucción explícita, utilicé presentaciones Powerpoint. Aunque esto en principio es útil, pues se pueden mostrar imágenes y vídeos, creo que hace que los y las estudiantes estén menos involucrados en la clase. Por ejemplo, no sacaban los libros de texto ni tomaban notas. Después de un par de sesiones empecé a incorporar la pizarra para escribir esquemas y la respuesta en general fue más positiva, el alumnado al menos apuntaba lo que iba escribiendo en la pizarra y parecían más atentos. Tendré esto en cuenta para mis futuras clases.

Durante el Practicum II, me sentí muy apoyada por mi tutora, Eugenia García. Ella tiene mucha experiencia en docencia y estuvo siempre a mi disposición para preguntas y para guiarme. Revisó las actividades propuestas y las preguntas de la prueba escrita, me animó a asistir a varias clases aparte de la de 3º ESO para comparar niveles, y me dio mucha libertad para planificar las clases. Aunque no participé en las reuniones de departamento, estuve todos los días en el departamento de Ciencias Naturales, en contacto con todos los profesores que forman parte de él. En general todos ellos me acogieron muy bien y el ambiente de trabajo era bueno. Recuerdo que en una de las clases yo volví frustrada porque una alumna había sido maleducada conmigo y varios profesores del departamento me escucharon y me dieron consejos sobre cómo llevar la situación y sobre todo aconsejándome que no me lo tomase de forma personal, porque esto es una situación habitual.

Otra situación en la que se aprecia el compañerismo entre profesores del departamento fue cuando una de las profesoras cogió la baja y, mientras venía la profesora sustituta, Eugenia ayudó a los profesores de guardia. Cuando se incorporó la sustituta, tanto Eugenia, de Biología y Geología, como otros dos docentes de Física y Química la guiaron con el material para preparar las clases y con los experimentos de laboratorio. Me resultó útil ver cómo se gestionan estas situaciones porque formarán parte de mi futuro laboral.

Como conclusión, este máster ha sido una experiencia enriquecedora, en la que he reflexionado sobre la educación en general y he aprendido estrategias y herramientas para un mejor aprendizaje del alumnado. Además, tener la oportunidad de conocer los entresijos de un instituto y probar a impartir clases me ha reafirmado en mi vocación docente.

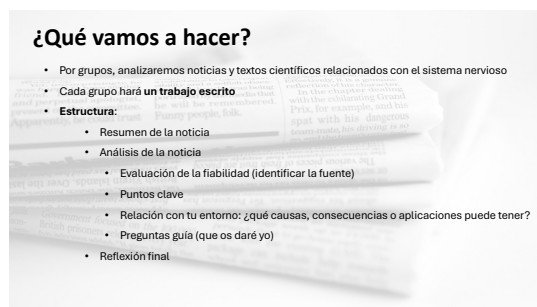
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badia, M. (2011). Las drogas y la comunicación entre neuronas: Una actividad contextualizada. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 68, 60-70. <https://www.grao.com/contenido/las-drogas-y-la-comunicacion-entre-neuronas-una-actividad-contextualizada-21952>
- Batlle, R. (s. f.). *Proyecto Social Guía práctica de aprendizaje-servicio*. Santillana Educación. <https://redjovencoslada.es/wp-content/uploads/2021/08/Guia-practica-ApS.pdf>
- Batlle, R., Escoda, E., Cuñado, M. J., García, A., Martín, D. A., & Prats, D. (s. f.). *100 buenas prácticas de aprendizaje-servicio*. Red Española Aprendizaje-Servicio Santillana. <http://desarrollo.alojate.net/redaps/wp-content/uploads/2019/12/100-buenas-prc3a1cticas-de-aprendizaje-servicio-102342.pdf>
- Botella, A. M., & Ramos, P. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles educativos*, 41(163), 127-141. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982019000100127&script=sci_abstract
- Cañal, P. (2011). ¿Qué enseñar sobre el cerebro y la coordinación nerviosa? *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 68, 42-59. <https://www.grao.com/contenido/que-ensenar-sobre-el-cerebro-y-la-coordinacion-nerviosa-22012>
- Cuesta Gonzalo, A., & Hernández Ramos, D. (2019). Callejero científico. Cómo la ciencia ha marcado la diferencia. *Experiencias Educativas Inspiradoras. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF)*, 84. https://doi.org/10.4438/2695-4184_EEI_2019_847-19-120-X
- Couso, D., Jimenez-Liso, M.R., Refojo, C. & Sacristán, J.A. (2020) *Enseñando Ciencia con Ciencia*. FECYT & Fundacion Lilly. Madrid: Penguin Random House. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Galera Flores, R. E. (2024). *La modelización de ser vivo en la formación inicial de maestros: Una investigación de diseño* [Tesis Doctoral]. <https://rodin.uca.es/handle/10498/32291>
- García, P., & Martínez, M. de la L. (2021). Experiencias para evocar modelos en estudiantes de secundaria relativos a fenómenos electrostáticos. *Bio-grafía*. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/14750>
- Gilabert, P., Joaquín, A., Simón, M. A., & Vilella, I. S. (2024). *Huertos Escolares como Recurso Didáctico en Proyectos de Aprendizaje-Servicio* [Trabajo Fin de Master]. <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/33036/1/TFM%20PUCHAES%20GILABERT%2C%20ANTONIO%20JOAQUIN.pdf>
- Guerra, M., & Segovia, J. (2020). KPSI como herramienta de autoevaluación metacognitiva en el desarrollo de la competencia intercultural en salud en medicina. *J. health med. sci.*, 6(4), 269-275. <https://revistas.uta.cl/pdf/111/a5-johamsc-guerra-014-20-269-275-2020-1.pdf>
- Manzanos, F. J. M., & Lozano, I. P. (2017). La dinámica oceánica y su simulación: Fundamentos conceptuales y actividades para el laboratorio de geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 25(2), Article 2. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/328892>
- Molinatti, G. (2011). Concepciones y obstáculos del alumnado sobre el cerebro y la coordinación nerviosa. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 68, 30-39. <https://www.grao.pe/contenido/concepciones-y-obstaculos-del-alumnado-sobre-el-cerebro-y-la-coordinacion-nerviosa-21688>
- Nikolaus, R. (2007). El aprendizaje-servicio: Revisión de la literatura. *RIEE | Revista Internacional de Estudios en Educación*, 7(2), 114-138. <https://doi.org/10.37354/riee.2007.075>

- Occelli, M., Pomar, S., & Galindo, A. A. G. (2022). Modelizar y construir representaciones externas sobre la síntesis de proteínas: Un estudio de diseño en la escuela secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 42. <https://doi.org/10.7203/dces.42.20945>
- Olave, Y. Y., & Martín, G. E. (2015). Análisis de las concepciones sobre el concepto de sistema nervioso en estudiantes de grado noveno (901) del colegio Antonio Nariño I.E.D. *Bio-grafía*, 1590-1600. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/3578>
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.586736>
- 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
- Perez-Urria Carril, E., Pintos López, B., Alonso Valenzuela, R., Avalos García, A., Cifuentes Cuencas, B., Gómez Garay, A., Marquina Díaz, D., Martín Calvarro, L., Martín Gómez, S., Solís González, M. T., Santos de la Sen, A., Torres Muñoz, M., Astudillo Calderón, S., & Alzahrani, S. (2020). *CICLOBIOMA: Proyecto Aprendizaje-Servicio Universidad Complutense de Madrid*. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/73666>
- Perticarrari, A., & Oliveira Figueiredo, A. (2022). El aprendizaje basado en modelos mantiene a los alumnos activos y con atención sostenida. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(3). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3102
- Uskola, A., Burgoa, B., & Maguregi, G. (2021). Integración del conocimiento científico y de la capacidad argumentativa en tomas de decisión sobre temas sociocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), Article 1. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1101
- Valderrama, M. J., González-Zorn, B., de Pablo, P. C., Díez-Orejas, R., Fernández-Acero, T., Gil-Serna, J., de Juan, L., Martín, H., Molina, M., Navarro-García, F., Patiño, B., Pla, J., Prieto, D., Rodríguez, C., Román, E., Sanz-Santamaría, A. B., de Silóniz, M. I., Suárez, M., Vázquez, C., & Cid, V. J. (2018). Educating in antimicrobial resistance awareness: Adaptation of the Small World Initiative program to service-learning. *FEMS Microbiology Letters*, 365(17), fny161. <https://doi.org/10.1093/femsle/fny161>
- Villabona Orozco, C., & Herrán Urrea, A. (2017). Análisis de las ideas previas acerca del sistema nervioso en estudiantes de grado octavo. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 10(19), 1026-1033. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/7269/5927>
- Viveros, J. (2022). La modelización de la respuesta nerviosa en una secuencia de enseñanza y aprendizaje universitario y su importancia en el desarrollo de procesos de indagación científica para la comprensión del sistema nervioso. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), Article 1. <https://doi.org/10.5027/reinnec.V6.I1.135>
- Webb, G. (2017). A review of microbiology service learning. *FEMS Microbiology Letters*, 364(4). <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx032>

9. ANEXOS

9.1. Anexo I. Instrucciones para la actividad de análisis de noticias



9.2. Anexo II. Preguntas guiadas para el análisis de noticias

Preguntas guiadas para el análisis de noticias

Noticia A: *La plaga del fentanilo*

1. El fentanilo se une a unos receptores de las neuronas para generar su efecto. ¿Cuál es la función natural de estos receptores? ¿Qué proceso está siendo alterado?
2. El fentanilo es un medicamento aprobado por las Agencias Reguladoras para uso médico. ¿Cuál?
3. ¿Qué significa que el fentanilo genera dependencia?
4. ¿Qué parte del sistema nervioso autónomo se activa cuando el consumo de fentanilo se interrumpe?
5. Tras el uso continuado de las drogas, los consumidores desarrollan tolerancia, ¿qué significa este término?

Noticia B: *Enfermedad de Creutzfeld-Jakob*

1. ¿Cuál es el agente infeccioso que causa la enfermedad de Creutzfeld-Jakob? ¿Cómo se transmite?
2. ¿Por qué se llama “encefalopatía espongiforme”? ¿Qué ocurre en el encéfalo?
3. ¿Cuáles son las consecuencias de esta infección en el funcionamiento del cuerpo? ¿Por qué?
4. ¿Existe tratamiento para esta enfermedad?

Noticia C. *Mito 10% cerebro*

1. ¿Cómo se justifica si el mito es verdadero o falso?
2. Actualmente tenemos herramientas tecnológicas que nos permiten estudiar lo que sucede en el encéfalo en tiempo real. ¿Cuáles son?
3. ¿Por qué se sorprendieron los colegas de trabajo de Phineas cuando una barra de acero le atravesó el cráneo? ¿Cómo se explica que Phineas continuase vivo? ¿Qué información sobre el encéfalo pudo extraerse de este suceso?
4. Los seres humanos tenemos en nuestra mano mejorar nuestro cerebro ¿Qué cambia en nuestro cerebro durante esta “mejora”?

Noticia D. *Ictus*

1. ¿Qué es un ictus? ¿Qué puede producirlo?
2. Juanele empezó a mostrar ciertos síntomas, ¿cuáles eran y por qué les hicieron pensar que su causa era un ictus?
3. ¿Tiene un ictus siempre los mismos síntomas? Pon ejemplos ¿De qué depende que haya unos síntomas u otros?

- En ocasiones, los pacientes no se recuperan completamente y quedan secuelas, como falta de sensibilidad en la piel. ¿Se debe esto a un funcionamiento incorrecto de los mecanorreceptores, termorreceptores y nociceptores de la piel? Razona tu respuesta

Noticia E: *Hombre tetrapléjico vuelve a caminar*

- ¿Por qué una lesión medular produce que una parte del cuerpo se quede sin posibilidad de sentir y moverse?
- ¿Qué es la tetraplejia? ¿y la paraplejia?
- ¿En qué consiste el dispositivo de este tratamiento experimental? ¿Cómo se explica que permita a Gert-Jan volver a caminar?
- ¿Qué otros tratamientos experimentales se están probando? ¿Cómo crees que funcionan?

9.3. Anexo III. Rúbrica de evaluación para análisis de noticias

Rúbrica de Evaluación: Análisis de noticias sobre disfunciones del sistema nervioso

Criterios	Excelente	Satisfactorio	Mejorable	Insuficiente
Explicación del funcionamiento normal del sistema nervioso	Proporciona una explicación detallada y precisa del funcionamiento normal del sistema nervioso, sin errores.	Explica correctamente el funcionamiento del sistema nervioso, con claridad y suficiente nivel de detalle.	Explica el funcionamiento del sistema nervioso de manera básica, pero con errores o falta de detalles.	No explica o explica incorrectamente el funcionamiento normal del sistema nervioso.
Identificación de la lesión o de los agentes causantes de la disfunción del sistema nervioso	Identifica de manera precisa y detallada la lesión o los agentes causantes, proporcionando una explicación completa y coherente.	Identifica correctamente la lesión o los agentes causantes, con explicaciones claras.	Identifica la lesión o los agentes causantes de manera básica, pero con algunos errores o faltan detalles.	No identifica o identifica incorrectamente la lesión o los agentes causantes.
Descripción de las consecuencias de la disfunción o lesión del sistema nervioso	Ofrece una descripción completa y precisa de las consecuencias de la lesión o disfunción, con ejemplos concretos y bien argumentados.	Describe correctamente las consecuencias de la lesión o la disfunción, con explicaciones claras y detalladas.	Describe las consecuencias de la lesión o la disfunción de forma básica, pero faltan detalles o hay errores.	No describe o describe incorrectamente las consecuencias de la lesión o la disfunción.
Cumple los requisitos formales de la tarea (estructura, autores...)	Todos los apartados citados en las instrucciones están presentes	Falta un apartado de los indicados en las instrucciones	Faltan 2 apartados de los indicados en las instrucciones	Faltan más de 2 apartados de los indicados en las instrucciones
Mención adecuada de fuentes y reconocimiento de su fiabilidad	Menciona la fuentes y argumenta su fiabilidad	Menciona las fuentes	No menciona todas las fuentes	No menciona las fuentes

9.4. Anexo IV. Rúbrica de evaluación para concurso de maquetas

Rúbrica de Evaluación: Concurso de maquetas sobre disfunciones del sistema nervioso

Criterios	Excelente	Satisfactorio	Mejorable	Insuficiente
Calidad y precisión de la maqueta	La maqueta es detallada, precisa y muestra una excelente representación del sistema nervioso y la disfunción.	La maqueta es precisa, bien elaborada y representa correctamente el sistema nervioso y la disfunción.	La maqueta representa el sistema nervioso de manera básica, pero hay errores o falta de detalles precisos.	La maqueta está incompleta, con errores graves en la representación del sistema nervioso y la disfunción.
Identificación de la disfunción y su explicación	La disfunción está claramente identificada y explicada con precisión	La disfunción está claramente identificada	Se identifica la disfunción, pero la explicación es básica o presenta errores.	No se identifica claramente la disfunción o la explicación es incorrecta o confusa.
Comprensión del funcionamiento normal del sistema nervioso	Ofrece una explicación detallada y precisa del funcionamiento normal del sistema nervioso, sin errores.	Explica correctamente el funcionamiento normal del sistema nervioso, con claridad y detalle.	Explica el funcionamiento básico del sistema nervioso, pero con algunos errores o falta de detalles.	No se explica correctamente el funcionamiento normal del sistema nervioso.
Claridad en la presentación oral	La presentación es muy clara, bien estructurada y fluida, captando la atención de la audiencia.	La presentación es clara, bien organizada y coherente.	La presentación es comprensible, aunque falta organización o coherencia en algunos momentos.	La presentación es confusa, con falta de estructura y problemas serios de comunicación.
Respuesta a preguntas del público y del experto	Responde con claridad y detalle a todas las preguntas, demostrando una comprensión profunda del tema.	Responde adecuadamente a las preguntas, mostrando una buena comprensión del tema.	Responde de manera básica a las preguntas, pero con algunas dificultades o errores.	No responde o responde incorrectamente a las preguntas.

9.5. Anexo V. Diana de co-evaluación para el concurso de maquetas

Diana de co-evaluación

