



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

**Aprendiendo la función de relación animal:  
T-FliC y enfermedades endocrinas**

***Learning the animal relationship function:  
T-FliC and endocrine diseases***

**Autor/es**

Elena Gimeno Blasco

**Director/es**

Ester Mateo González

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2020

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>Presentación personal y del currículo académico.....</b>	<b>1</b>
<b>Contexto del centro.....</b>	<b>1</b>
<b>Presentación del trabajo.....</b>	<b>2</b>
<b>II. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM.....</b>	<b>2</b>
<b>Actividad 1. Práctica de disección de órganos en Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología.....</b>	<b>2</b>
<b>Actividad 2. Trabajo grupal en Procesos y contextos educativos.....</b>	<b>3</b>
<b>III. PROPUESTA DIDÁCTICA.....</b>	<b>4</b>
<b>Título y nivel educativo.....</b>	<b>4</b>
<b>Evaluación inicial.....</b>	<b>4</b>
<i>Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos.....</i>	<i>5</i>
<i>Establecimiento del nivel académico inicial de los alumnos y resultados.....</i>	<i>6</i>
<i>Utilidad de la evaluación inicial para la propuesta didáctica.....</i>	<i>7</i>
<b>Objetivos.....</b>	<b>7</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>8</b>
<b>IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....</b>	<b>11</b>
<b>Contexto y participantes.....</b>	<b>11</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>12</b>
<b>Contenidos.....</b>	<b>13</b>
<b>Competencias clave.....</b>	<b>13</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>14</b>
<b>Descripción.....</b>	<b>15</b>
<b>Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables.....</b>	<b>20</b>
<b>V. EVALUACIÓN FINAL.....</b>	<b>20</b>
<b>VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA.....</b>	<b>22</b>
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>27</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>31</b>

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **Presentación personal y del currículo académico**

El presente documento consiste en un Trabajo de Fin de Máster (TFM) de Profesorado en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en la especialidad de Biología y Geología, durante el curso 2019/2020. Comenzaré dicho TFM realizando una breve presentación y explicando los motivos por los que he cursado dicho máster.

Durante la infancia, siempre hubo en mí un sentimiento que me llamaba a ser profesora. Con el tiempo ese pensamiento se difuminó y a pesar de que siempre he sido una buena estudiante, tenía cierta preferencia hacia las Ciencias. Durante la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), la Biología fue la asignatura que más me interesó, hoy pienso que quizá fue gracias a su profesora; pero también me gustaba la Química y era buena en Matemáticas. Esa fue la razón por la que decidí estudiar el Grado de Biotecnología. Ya que la Biotecnología es una ciencia multidisciplinar que me iba a permitir no dejar atrás ninguna de las materias que tanto me gustaban y profundizar en Biología Molecular y Celular para poder entender cómo funciona nuestro cuerpo humano desde las partes más diminutas y las múltiples conexiones que se establecen entre las rutas bioquímicas y celulares y que tantas aplicaciones en el campo de la medicina tienen, desde la investigación en vacunas hasta el descubrimiento de tratamientos médicos o fármacos. El hecho de que se trate de una rama de la Biología con tanta importancia social actualmente, hizo que me resultara todavía más interesante.

Comencé el grado en 2014 en la Universidad de Zaragoza y el verano de 2017 realicé prácticas durante un mes en el Grupo “Dieta Mediterránea y su potencial nutracéutico”, perteneciente al Departamento de Bioquímica y Biología Celular en la Facultad de Veterinaria, mismo lugar donde realicé el Trabajo de Fin de Grado. Esta experiencia me hizo replantear mi futuro orientado en un principio a la investigación. La Biotecnología está orientada principalmente a la Investigación Científica; pero mi objetivo no era continuar con una Tesis Doctoral. Llevaba dando clases particulares unos años y la gratitud que sentía al saber que estaba ayudando ya no solo a aprender a los alumnos, sino también en su educación y formación como personas, me hizo recuperar la ilusión de la infancia por ser profesora. Así es como me decidí a realizar el presente Máster para adquirir conocimientos sobre pedagogía y dotarme de los instrumentos necesarios para poder ejercer la labor docente.

En los últimos años se ha observado que los estudiantes pierden motivación e interés en las asignaturas de ciencias y cada vez menos alumnos se matriculan en titulaciones científicas. Por tanto, mi objetivo como futura profesora de ámbito científico es divulgar la importancia de la ciencia y sus avances en nuestra sociedad y calidad de vida, consiguiendo que los alumnos aprendan ciencia a la vez que se forman como futuros ciudadanos críticos, capaces de tomar decisiones con opiniones propias en aspectos como sus hábitos de vida, tratamientos médicos o respeto del medio ambiente.

### **Contexto del centro**

El centro asignado para el Prácticum del Máster del Profesorado fue el IES El Portillo, un centro de titularidad pública en el que se imparte ESO y Bachillerato. Actualmente, cuenta con 486 alumnos distribuidos en 4 vías entre 1º y 3º de la ESO, 3 vías en 4º de la ESO y 3 vías en Bachillerato. Además en 1º de la ESO existe un programa PAI, en 2º y 3º de la ESO existen grupos PMAR y una AGRUPACIÓN en 4º de la ESO.

El Instituto se fundó en 1976 debido al desdoblamiento del Instituto Pignatelli y fue el primer centro mixto de chicos y chicas. Está ubicado en la calle Juan XXIII, en el distrito Delicias. Por esta localización, los colegios adscritos al instituto son el CEIP Ana Mayayo, el CEIP Andrés Manjón, el CEIP Emilio Moreno Calvete, el CEIP José Camón Aznar, el CEIP José María Mir, el CEIP Juan XXIII y el CEIP Monsalud.

La población del distrito Delicias es de tradición obrera y se diferencia de la de otros distritos por tener un bajo nivel de renta y ser un 23% inmigrante. Teniendo en cuenta estas circunstancias socioeconómicas, tanto el alumnado como las familias van a estar expuestas a diferentes problemas sociales como el paro estructural, la falta de integración, los problemas de vivienda o las adicciones. Por tanto, el centro adapta sus actuaciones en función de estas circunstancias y con el sentido de atender a toda esta diversidad, además de planes más específicos como el Plan de Atención a la Diversidad o el Plan de Igualdad, el Proyecto Educativo de Centro se titula Proyecto DICS (Diversidad, Igualdad, Convivencia y Sostenibilidad).

### **Presentación del trabajo**

Este TFM tiene el objetivo de recoger en una memoria crítica el aprendizaje recibido a lo largo del Máster y la aplicación de los conocimientos adquiridos en el diseño e implementación de una propuesta didáctica sobre la función de relación animal durante el periodo de prácticas. En concreto, la propuesta se ha llevado a cabo en un grupo de 1º de Bachillerato del IES El Portillo, en la asignatura de Biología y Geología, durante un total de cinco sesiones más una pequeña sesión inicial de presentación.

La característica principal del Prácticum la marcó la situación vivida debido al COVID-19 que hizo adaptar la propuesta y las actividades a una enseñanza *online*, combinando la metodología *Flipped Classroom* (FC) o aula invertida con las herramientas gratuitas de Google (Classroom, Drive, Google Docs) a través de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs).

El presente trabajo parte del análisis didáctico de dos actividades realizadas en el Máster y que han influido en el diseño de la propuesta didáctica, y continúa con una descripción justificada didácticamente de la misma, tomando aspectos como la evaluación inicial, la descripción de las actividades y la evaluación final o la propuesta de mejora, entre otros.

## **II. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM**

He seleccionado dos actividades realizadas en asignaturas del Máster por su relación e influencia en la preparación de la propuesta didáctica que se presentará más adelante. La primera es una de las actividades realizadas en la asignatura de Diseño de actividades de aprendizaje en Biología y Geología, y la segunda fue el trabajo grupal de Procesos y contextos educativos en el primer cuatrimestre.

### **Actividad 1. Práctica de disección de órganos en Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología**

A lo largo de la asignatura de Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología se han realizado clases teórico-prácticas que tenían como objetivo capacitar a los futuros docentes de la especialidad de Biología y Geología en ESO y Bachillerato en seleccionar los materiales y técnicas más adecuadas para tratar los contenidos de cada

nivel y con ello preparar actividades adecuadas a la diversidad del alumnado y afrontar posibles problemas que podremos abordar como futuros docentes.

Una de las actividades de laboratorio que realizamos fue la práctica de disección de órganos, enfocada para 3º de la ESO dentro del bloque 4 de contenidos del currículo *Las personas y la salud. Promoción de la salud*. En esta actividad trabajamos por grupos de expertos para diseccionar diferentes órganos: pulmones, corazón, encéfalo, ojo, hígado y riñones. Tenía como objetivo trabajar el cuerpo humano como sistema y no como aparatos u órganos individuales que cumplen funciones independientes; es decir, pretendía trabajar el pensamiento sistémico o *System Thinking* por el que se trata de lograr que los alumnos desarrollen un pensamiento global combinando una parte de aprendizaje memorístico con otras de relación, abstracción y comprensión de la realidad de estudio. El pensamiento sistémico o *System Thinking* se desarrolla a partir del libro *Systems thinking, Systems Practice* (1981) de Peter Checkland como una metodología para mostrar el comportamiento de los sistemas como resultado de las relaciones existentes entre sus elementos en lugar de como resultado de la tradicional visión de que un sistema es igual a la suma de los elementos que lo componen; ya anteriormente se había acuñado la denominación “Teoría General de Sistemas” como mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales y ser al mismo tiempo un instrumento básico para la formación y preparación de científicos (Bertalanffy, 1976).

Mi propuesta didáctica, como he dicho anteriormente, se desarrolló en torno a la función de relación animal en un grupo de 1º de Bachillerato. La función de relación implica a dos sistemas del cuerpo humano: el sistema nervioso y el sistema endocrino. La práctica de disección de órganos fue muy enriquecedora para comprender que no debía trabajar ambos sistemas por separado y como unidades anatómicas individuales sino que debía preparar las sesiones de clase de modo que los alumnos entendieran que ambos sistemas trabajan coordinadamente para mantener las constantes vitales del organismo, junto al resto de aparatos o sistemas, y que son unidades funcionales.

En concreto, la última sesión en la que se centra la propuesta pretendía trabajar el sistema endocrino a partir de sus enfermedades para no aprender una lista de glándulas y hormonas individuales, sino que los alumnos vieran que el sistema endocrino es una unidad funcional y actúa en conjunto con el resto de sistemas del organismo.

El hecho de que para el informe de la práctica realizada en la asignatura de Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología tuviéramos que pensar en una actividad que trabajara el *System Thinking* y pusiera de manifiesto la relación entre todos los aparatos del cuerpo humano, me llevó a pensar cómo poder trabajar sistema nervioso y sistema endocrino de forma conjunta y éste último desde el concepto de globalidad o como una unidad funcional, aunque siempre se tengan que conocer los componentes y funciones de cada sistema por separado.

## **Actividad 2. Trabajo grupal en Procesos y contextos educativos**

La segunda actividad elegida como ejemplo de una actividad cuyos contenidos he aplicado en el Prácticum es el trabajo grupal realizado en la asignatura Procesos y contextos educativos durante el primer cuatrimestre.

Al principio esta asignatura no me produjo interés alguno ya que no estaba acostumbrada a clases tan teóricas como fueron el tema de la historia de la legislación educativa y la estructura del sistema educativo español. Sin embargo, más adelante,

profundizamos en aspectos desconocidos hasta el momento para mí como fueron los diferentes referentes pedagógicos que habían cambiado el rumbo de la educación en su época o las diferentes formas de evaluación y metodologías innovadoras que podríamos aplicar en nuestro futuro profesional y durante el periodo de prácticas.

Destaco el trabajo grupal en el que por primera vez tuvimos que diseñar una propuesta de actuación docente que integrara actividades fundamentadas en metodologías innovadoras. Para ello tuvimos que hacer una búsqueda bibliográfica que justificara la elección del tema del currículo y que delimitara su evolución en la historia. Además, fue la primera vez que tuvimos que contextualizar un centro y un aula, en este caso imaginaria, para adaptar nuestra intervención a las necesidades de los alumnos, de su motivación, de sus intereses o incluso de sus características sociales. También entramos en contacto por primera vez con las leyes educativas y el currículo de la Comunidad Autónoma de Aragón para establecer los objetivos de la propuesta, los contenidos, las competencias clave y los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables.

Esta actividad fue muy costosa al principio pero el resultado final fue muy gratificante para todo mi grupo de trabajo. Su desarrollo me ha facilitado el diseño de la propuesta presentada en este trabajo ya que primero debes seleccionar los contenidos y objetivos del currículo que vas a querer conseguir con la secuencia didáctica, para posteriormente pensar en las metodologías que vas a aplicar en el desarrollo de actividades durante las sesiones de clase y que permitan cumplir con esos objetivos. Todo ello debe basarse en una revisión bibliográfica de lo que ya se ha hecho en educación y ver qué métodos han funcionado y cuáles no. Por otra parte, el sistema de evaluación elegido debe basarse en unos criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del currículo.

Finalmente he de decir que esta actividad me sirvió para darme cuenta de que el diseño de una unidad o de una programación didáctica requiere mucho trabajo anterior y una buena planificación previa de los contenidos y actividades a llevar a cabo ya que el factor más limitante para los docentes es el tiempo. Pueden surgir problemas como excursiones o actividades extraescolares o actividades que piensas que van a costar menos tiempo a los alumnos les resulten más difíciles.

### **III. PROPUESTA DIDÁCTICA**

#### **Título y nivel educativo**

La propuesta didáctica que se presenta en este TFM se corresponde con la unidad “Coordinación animal” de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. En concreto, la propuesta didáctica se implementó en un grupo de 1º de Bachillerato del IES El Portillo. Los conceptos abordados por la propuesta se incluyen dentro del Bloque 6 de contenidos, *Los animales: sus funciones y adaptaciones al medio*, del currículo aragonés para dicha asignatura (Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo).

#### **Evaluación inicial**

La evaluación debe constituir un elemento curricular más y ayudar a mejorar todo aprendizaje. Es importante, pero no como exclusivo factor de comprobación de lo que se “aprende”. No se enseña para “aprobar”. Se enseña y se aprende para alcanzar una plena e integral formación como persona y a ese objetivo debe contribuir toda la organización del sistema educativo, incluida la evaluación (Casanova, 2007).

La evaluación inicial tiene como objetivo detectar el punto de partida de los estudiantes en cuanto al conocimiento previo sobre el tema que se va a impartir. Por conocimiento previo se refiere no solo a los conceptos, sino también a procedimientos y actitudes (Giné y Parcerisa, 2000). Ausubel (1981) lo resume así: “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente”. A partir de la información obtenida con la evaluación inicial se adapta la unidad didáctica al conocimiento previo del grupo-clase con la finalidad de que todos alcancen los objetivos para poder seguir el proceso de aprendizaje (Casanova, 2007). Con la evaluación inicial también es posible detectar aquellas ideas alternativas o dificultades de aprendizaje que presenta el alumnado. Para Carrascosa (2005), la presencia de muchas de estas ideas alternativas se debe a las experiencias físicas cotidianas, que se interiorizan como verdades absolutas; al lenguaje de la calle, muchas veces incompatible con el significado de los conceptos científicos; y a los medios de comunicación, que tienden a transmitir noticias con claros errores conceptuales.

Las ideas alternativas se han investigado desde los años 70 y se ha demostrado su importancia en la enseñanza de las ciencias. Según Giordan (2000) es necesario analizar las diferentes concepciones de los estudiantes puesto que a través del conocimiento de éstas, el docente podrá proponer una estrategia didáctica más eficaz con la finalidad de cambiar las ideas previas de los alumnos hacia concepciones científicas o, por lo menos, hacia conceptos más cercanos que les permitan incorporarlos en sus estructuras cognitivas gracias a un proceso de aprendizaje que sea verdaderamente significativo.

#### *Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos*

La revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos en el tema de la función de relación animal pone de manifiesto diversos errores de aprendizaje entre los estudiantes.

Carcomo (2017) mostró que las ideas previas de alumnos entre 12 y 14 años estaban limitadas a relacionar el funcionamiento del sistema endocrino a la adolescencia y que además no distinguieron los órganos que intervenían en dicho sistema. Reiss et al. (2002) y Feyto (2016) concluyeron en sus estudios que los alumnos entre 7 y 15 años no son capaces de establecer relaciones entre los distintos órganos del cuerpo humano para explicar su funcionamiento ni los asocian como parte de un mismo sistema con función reguladora del organismo, sino que les asignan otras funciones individuales como la nutrición o la reproducción. Feyto (2016) reafirma que el único ámbito hormonal que manejan los alumnos es el que está íntimamente relacionado con ellos, con la pubertad, y que poseen un conocimiento muy limitado acerca del sistema endocrino.

Para los errores de aprendizaje respecto al sistema nervioso hay referencias a las ideas de los alumnos sobre el cerebro y los nervios. La tesis doctoral de Serrano (1993 citado en Salazar, 2013) agrupa las ideas previas de niños de entre 5 a 14 años del sistema nervioso en tres categorías: Los nervios, el cerebro y el sistema nervioso; y pone de manifiesto que únicamente el grupo de adultos concibe al cerebro como necesario para todo tipo de actos sensomotores, incluyendo las respuestas involuntarias, mientras que los niños más pequeños asocian al cerebro con funciones estrictamente cognitivas.

Chacón et al., (2015) concluye que los estudiantes tienen carencias para definir el concepto de sistema nervioso y lo suelen explicar a partir de las experiencias de su vida cotidiana. No diferencian entre función y estructura de sistema nervioso e identifican al cerebro como un todo independiente del resto de sistemas del cuerpo humano.

Teniendo en cuenta los trabajos de Salazar (2013) y Chacón et al., (2015); Villabona y Herrán (2017) analizaron las ideas previas de estudiantes de entre 12 y 15 años sobre el sistema nervioso y reafirman las concepciones erróneas en cuanto a que el sistema nervioso y el cerebro son independientes y se asocia más con animales que con plantas y más a los animales vertebrados que a los invertebrados.

#### *Establecimiento del nivel académico inicial de los alumnos y resultados*

El establecimiento del nivel académico que tenían los alumnos antes de diseñar y desarrollar la propuesta didáctica se realizó en varios pasos. En primer lugar, busqué bibliografía relacionada y los resultados que encontré son los que se explican en el apartado anterior. En segundo lugar, le pregunté a mi tutora del Prácticum qué características de aprendizaje y qué dificultades solían presentar los alumnos del grupo. Y, en tercer lugar, analicé los conocimientos que los estudiantes deberían saber sobre la función de relación animal según los contenidos establecidos en el currículo aragonés.

Como ya he dicho anteriormente, la propuesta didáctica se aplicó en la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. Según el currículo aragonés, los estudiantes de 1º de Bachillerato deberían tener los conocimientos que se exponen en la siguiente tabla (Tabla 1). La adquisición de estos conocimientos de forma previa les resultará de gran utilidad para entender las bases de la función de relación en animales.

**Tabla 1:** *Relación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la historia académica en Ciencias de la Naturaleza (Orden de 16 de junio de 2014) y en las asignaturas de Biología y Geología (Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre).*

<b>Etapas</b>	<b>Curso</b>	<b>Conocimientos</b>
Primaria	1º	Identificar y localizar las principales partes del cuerpo implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano.
	2º y 3º	Identificar y localizar algunos de los principales órganos implicados en la realización de las funciones vitales del cuerpo humano.
	4º, 5º y 6º	Conocer el funcionamiento del cuerpo humano: células, tejidos, órganos y aparatos: su localización, forma y estructura y cuidados. Identificar algunas de las principales características de las funciones vitales del ser humano: relación, nutrición y reproducción.
ESO	3º	Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista. Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos, describir su funcionamiento. Asociar las principales glándulas endocrinas, con las hormonas que sintetizan y la función que desempeñan. Relacionar funcionalmente al sistema neuro-endocrino.

Por último, para establecer el nivel académico inicial de los alumnos me orienté por la asignatura de Anatomía Aplicada de 1º de Bachillerato. Durante el curso en el que nos encontramos, a excepción de un alumno del aula donde llevé a cabo mi propuesta didáctica, el resto de estudiantes también impartía esa materia, cuya profesora era mi tutora del Prácticum, y donde habían dado un tema de Relación humana.

Durante esas sesiones de Anatomía Aplicada, los alumnos tuvieron a disposición en el aula virtual de Classroom dos presentaciones como material de consulta y gestión de aprendizaje en el aula en las que a través de la lectura por grupos de textos científicos y su posterior análisis debían organizar toda la información en un diagrama con los siguientes aspectos: tiempo, escala, fuera, dentro, estructura, flujos (materia, energía e información) y procesos. La primera presentación explicaba los niveles de organización



del cuerpo humano desde el nivel atómico hasta el nivel de aparatos o sistemas; y la segunda presentación, trataba la coordinación nerviosa y su adecuación al ejercicio en la que los alumnos estudiaron el concepto de sinapsis y las partes del encéfalo humano.

Por otro lado también tuvieron que buscar individualmente algún artículo científico que hablara sobre las nuevas teorías acerca del número de sentidos que tenemos; y hacer un resumen de los temas del libro relacionados con la función de relación.

En resumen, las conclusiones que se pueden sacar en base al nivel académico inicial de los alumnos o de sus conocimientos previos son las siguientes:

- Los alumnos deberían conocer que sistema nervioso y sistema endocrino trabajan de manera coordinada para mantener el funcionamiento del organismo.
- Han estudiado la sinapsis y las partes del sistema nervioso humano; pero no la transmisión del impulso nervioso ni el sistema nervioso de invertebrados.
- Conocen los órganos de los sentidos y las etapas de la función de relación desde la recepción de estímulos de los medios externo e interno hasta la elaboración de respuestas por parte del sistema locomotor o del sistema endocrino.
- Han conocido el efecto que tienen algunas drogas o sustancias perjudiciales para la salud del sistema nervioso y del organismo, en general.
- Los alumnos han adoptado actitudes y procedimientos propios de científicos, trabajando en equipo para la realización de actividades de indagación (búsqueda de artículos científicos) y para hacer prácticas de laboratorio (realización de una práctica por tema en la asignatura de Biología y Geología).

#### *Utilidad de la Evaluación inicial para la propuesta didáctica*

El hecho de informarme sobre el nivel académico que podían presentar los alumnos respecto a este tema, tanto por medio de la revisión bibliográfica y de los conocimientos previos a partir del currículo, como gracias a mi tutora, fue muy útil de cara a preparar la propuesta didáctica. Con la información obtenida adapté la unidad didáctica con la finalidad de que todos los alumnos alcancen los objetivos estipulados para poder seguir el proceso de aprendizaje (Casanova, 2007). Todo ello me sirvió para decidir el orden en el que impartir los contenidos didácticos (seguí una secuencia didáctica que tuvo como hilo conductor ir a un concepto a partir del anterior), saber en qué aspectos debía hacer más hincapié o profundizar cuando los explicara (transmisión del impulso nervioso y sistema endocrino) y qué tipo de actividades o ejercicios podían ayudar más al alumnado en su proceso de aprendizaje.

#### **Objetivos**

La enseñanza de Biología y Geología en el Bachillerato, en relación con la presente propuesta didáctica, tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades y **objetivos generales de materia**, según la Orden ECD/494/2016:

Obj.BG.5. Realizar una aproximación a los diversos modelos de organización de los seres vivos, tratando de comprender su estructura y funcionamiento como estrategias adaptativas para sobrevivir en un entorno determinado.

Obj.BG.8. Utilizar con cierta autonomía destrezas de investigación, tanto documentales como experimentales (plantear problemas, formular y contrastar hipótesis, realizar experiencias, etc.), reconociendo el carácter de la ciencia como proceso cambiante y dinámico.

Obj.BG.9. Desarrollar habilidades que se asocian al trabajo científico, tales como la búsqueda de información, la capacidad crítica, la necesidad de verificación de los hechos, el cuestionamiento de lo obvio y la apertura ante nuevas ideas, el trabajo en equipo, la aplicación y difusión de los conocimientos, etc., con la ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación cuando sea necesario.

A continuación, se recogen los **objetivos de la propuesta didáctica**:

- Hacer hincapié en aquellos aspectos del tema que tanto por medio de la revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos como gracias a la revisión del currículo se ha visto que suelen acarrear más problemas de aprendizaje (los alumnos comprobarán que las hormonas no solo actúan en la adolescencia ya que a través de las enfermedades endocrinas comprobarán que se segregan durante toda la vida).
- Relacionar las enfermedades endocrinas con sus diferentes efectos a nivel de todo el organismo para entender que el sistema endocrino es una unidad funcional y no anatómica.
- Asociar el entorno cotidiano de los estudiantes al proceso de enseñanza a través de enfermedades endocrinas.
- Fomentar el desarrollo de destrezas propias del trabajo científico como la investigación, análisis y síntesis de la información (búsqueda de información sobre alguna enfermedad endocrina con el objetivo de investigar la relación existente entre la patología y las glándulas y hormonas implicadas en ella).
- Utilizar las TIC con valor crítico en la búsqueda, organización, y síntesis de información para la asimilación de nuevos conocimientos.

### **Justificación**

El motivo de realizar una propuesta didáctica sobre la función de relación animal está fundamentada en que todas las funciones de nuestro organismo, desde crecer, hasta mantener las constantes vitales, están reguladas por dos sistemas principales de control: el sistema nervioso y el sistema endocrino.

Trabajar el cuerpo humano en educación es muy importante puesto que nos aporta conocimiento de nosotros mismos, de cómo somos y cómo funcionamos. De esta forma, se favorecen nuestras relaciones con los demás y se mejora nuestra autopercepción y control. Además, la mayor parte de la investigación sobre el cuerpo humano está enfocada en la salud, la prevención y promoción de la misma en los contextos escolares (Porras, 2010). Todo, objetivo del currículo de Bachillerato (Orden ECD/494/2016).

En la historia de la educación, el conocimiento del cuerpo humano se ha estudiado de manera general analizando cada uno de los sistemas y aparatos de forma aislada, como si fueran algo independiente (Dubé et al., 2016), pero los alumnos no terminan de ser capaces de relacionar unos sistemas con otros a pesar de conocer sus funcionamientos (Gellert, 1962; Nuñez y Banet, 1996; Ignacio, 2005). Tal y como señala Cañal (2008) existen propuestas sobre el cuerpo humano asociadas al conocimiento de una lista de nombres y de manera escasa a su funcionamiento, por lo que se hace necesario considerar aspectos funcionales antes que anatómicos; así Pujol, Bonil y Márquez (2006) destacan la importancia de no centrarse en partes individuales como glándulas o músculos, sino en fenómenos cercanos a la realidad de los alumnos.

Es importante entender el concepto de sistema nervioso ya que todos los sentimientos, conocimientos, destrezas, actitudes e informaciones del medio ambiente que posee un individuo son controlados y percibidos a través de este sistema, único en la gran complejidad de reacciones de control que puede llevar a cabo (Chacón et al., 2015). El conocimiento a nivel estructural y funcional de este sistema es indispensable para su cuidado, para la investigación de enfermedades y consecuencias de accidentes. Sin embargo, actualmente se enseña en las aulas resaltando el nivel conceptual. Es necesario implementar y crear nuevas formas de enseñanza del sistema nervioso para lograr su comprensión y aprendizaje haciéndolo más cercano a la realidad de los estudiantes.

El sistema endocrino, por su parte, está formado por glándulas endocrinas relacionadas funcionalmente a distancia gracias a unas sustancias químicas u hormonas que vierten a la sangre para ejercer su acción en otros tejidos diferentes al de su origen. Así, su estudio tiende a limitarse a un listado de glándulas y hormonas. Sin embargo, es un sistema que no posee una única unidad anatómica sino que sus glándulas actúan conjuntamente pero a distancia por lo que es esencial entender el concepto de globalidad o unidad funcional. Aquí entra en juego el concepto de *System Thinking* o Pensamiento Sistémico explicado anteriormente en el apartado II para la actividad de la asignatura Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología que ha influido en el desarrollo del Prácticum.

Ante esta problemática, en la actualidad existen estudios de diferentes metodologías innovadoras que se aplican en la enseñanza de las ciencias para que resulte en un aprendizaje significativo. Es necesario plantear una intervención didáctica, de manera que se tengan en cuenta los conocimientos previos de los alumnos para posteriormente aplicar la metodología que se crea más adecuada para superar esas ideas previas y que los alumnos se encuentren motivados durante su proceso de aprendizaje.

Con la propuesta didáctica que se presenta, se hace partícipes a los alumnos de la construcción de su conocimiento a través de la creación de sus propios documentos de apuntes. El alumnado va a tener que seleccionar información y justificar sus respuestas empleando un lenguaje adecuado, el cual sirve para dar forma a sus pensamientos y poner en orden sus conocimientos sobre ideas, conceptos, modelos o teorías científicas (Márquez, 2005; Martín-Díaz, 2013). De alguna manera, la actividad científica es también una actividad lingüística. Para Márquez (2005) el lenguaje de la ciencia es un lenguaje altamente especializado, preciso, riguroso y formal que los alumnos tienen que aprender como un nuevo idioma para poder traducir su lenguaje cotidiano al lenguaje científico. Así el profesor de ciencias es también profesor de lengua y debe promover actividades que ayuden a los alumnos a desarrollar su capacidad comunicativa: describir, explicar, argumentar, justificar. La habilidad de argumentar está incluida en todos los currículos como una de las básicas que definen la competencia científica por lo que los estudiantes tienen que aprender a razonar acerca de cuestiones y problemas científicos para establecer relaciones entre los modelos y las evidencias. Para ello, se deben crear actividades en las que se demande al alumnado resolver problemas o interaccionar con sus compañeros para justificar sus respuestas o enfrentarse a tareas individuales en las que utilicen el lenguaje escrito (Jiménez, 1998; Martín-Díaz, 2013).

En la propuesta presente, todas las actividades estarán guiadas con preguntas teóricas para resolver con ayuda del libro de texto, de unas presentaciones de Google (Anexo A) y de dos videos elaborados por el docente sobre la transmisión del impulso nervioso y de la sinapsis (Anexo B). Los libros de texto han sido desde siempre uno de los

materiales educativos más empleados; sin embargo, actualmente está emergiendo una línea de investigación referente a que no siempre se garantiza el éxito por parte de los estudiantes en la comprensión y el aprendizaje de lo que leen en los libros (León y Slisko, 2000). De ahí, que en la presente propuesta didáctica se haya elegido proporcionar una presentación y dos videos con animaciones como ayuda al proceso de aprendizaje ya que según Mesía (2010) “una presentación en Power Point por si sola no es ni hace la exposición docente”; para que resulte eficaz tiene que estar bien hecha y emplearse de manera adecuada; es decir, debe tener unos recursos gráficos muy visuales y unos contenidos sencillos que permitan a los alumnos comprender las explicaciones del profesor y del libro de texto y; por otra parte, los videos elaborados por el docente permiten completar las explicaciones para que los alumnos las encuentren atractivas y no se limiten a estudiar únicamente los textos de las diapositivas.

En las actividades de la secuencia didáctica se utilizan diferentes tipos de preguntas como instrumento de aprendizaje, ya que éstas permiten establecer relaciones entre los hechos o fenómenos objeto de estudio, el propio conocimiento y el conocimiento científico (Roca, Márquez y Sanmartín, 2013). En una clase de ciencias las preguntas tienen mucho protagonismo, los profesores pueden plantearlas en momentos y con objetivos distintos; ya sea desde el marco de un trabajo experimental, haciendo pensar a los alumnos en lo que van a observar, promoviendo el aprendizaje por descubrimiento; antes de una lectura, como introducción al tema que van a leer o después, si queremos medir el grado de comprensión de los alumnos; o también en actividades de evaluación. Frente a la actitud frecuente del profesorado de plantear preguntas con la única finalidad de comprobar si la respuesta del alumnado es o no correcta; en esta propuesta didáctica las cuestiones que se piden a los alumnos resolver tienen como objetivo establecer puentes entre el conocimiento científico y el del alumnado para promover la evolución de sus modelos explicativos iniciales y orientar su adquisición de los conceptos científicos. Para Roca et al. (2013), la capacidad de identificar preguntas científicas es uno de los componentes de la competencia científica y cada vez se valora más la necesidad de fomentar la capacidad de preguntar en el alumnado, especialmente por su relación con la construcción de su conocimiento y con el desarrollo del pensamiento crítico. Es por esta razón que en la sesión 2 se pide a los alumnos que hagan preguntas sobre las dudas que les han quedado de los videos de la transmisión del impulso nervioso y de la sinapsis para que de esta manera reflexionen sobre su conocimiento, de lo qué saben o no o sobre lo que necesitan dedicar más tiempo a estudiar. Además, las preguntas son también una constante en todo proceso de comunicación, ya que permiten intercambiar puntos de vista entre los hablantes, en este caso, entre el profesor y los alumnos. Así, pueden sorprender al docente y hacerle descubrir cosas que quizá no se había planteado, lo que nos lleva a reflexionar sobre hasta qué punto un profesor debería saber contestar a todas las preguntas de los alumnos o con qué frecuencia sería recomendable contestar con un “no lo sé”.

Por otra parte, para la enseñanza del sistema endocrino y como actividad principal de la propuesta didáctica, se utilizan las enfermedades endocrinas más cercanas a la realidad del alumnado como vehículo para su aprendizaje, conectando la teoría con la práctica y promoviendo en los estudiantes un interés extra al ser capaces de relacionar la materia de Biología y Geología con su entorno más próximo. Los estudios del abordaje del sistema endocrino y las enfermedades endocrinas en didáctica son escasos. En los trabajos de Oviedo (2015), Feyto (2016) y Ruiz (2019) se diseñan secuencias didácticas que aproximan al alumnado el sistema endocrino mediante metodologías más innovadoras para conceptualizar este sistema como una unidad funcional. En ellos, a

través del método del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el sistema endocrino se interrelaciona con otros sistemas, como el nervioso, y con algunas de las enfermedades endocrinas más frecuentes. Los resultados fueron eficaces gracias a la cooperación de todos los miembros de los grupos al compartir los conocimientos entre ellos.

Durante el Prácticum nos encontramos ante una situación en la que debíamos realizar el proceso de enseñanza–aprendizaje a través de las TICs. Inicialmente, la integración de las TIC en las aulas de ciencias supuso una revolución al permitir enriquecer las prácticas de laboratorio con sensores para medir a tiempo real o recoger datos en un tiempo fuera de la escuela; a su vez, el trabajo experimental se iba a ver complementado con simulaciones y laboratorios virtuales; se podrían usar modelizaciones e incluso al propio móvil se le consideraba cada vez más como un “pequeño laboratorio de bolsillo” (López et al., 2017). Podríamos considerar que el uso de las TIC o el adaptar los contenidos a la informática ya es innovación. Sin embargo, para que sea innovador se deben utilizar las TICs con unos procesos de enseñanza y unas metodologías formativas que permitan aprovechar los recursos tecnológicos para trabajar unos contenidos que permitan a los alumnos adquirir unos determinados conocimientos. De esta manera, innovar implica cambios en la metodología y en la finalidad del aprendizaje y; por tanto, también unos cambios en la evaluación (Sanmartí y Márquez, 2017).

Desde esta perspectiva, la propuesta didáctica presente es innovadora para los alumnos de Biología y Geología de 1º de Bachillerato del IES El Portillo; ya que acostumbrados a clases magistrales o expositivas, se les introduce la metodología del aula invertida o *Flipped Classroom* (FC) para estudiar el sistema nervioso y el sistema endocrino como unidades funcionales. Se tiene como objetivo que resulte en una metodología más motivadora para el alumnado, donde participen activamente en la construcción de su propio conocimiento. Se plantea el FC como un modelo pedagógico basado en la inversión de la estructura tradicional de la clase presencial expositiva a través del empleo de las TICs. Su principal objetivo es promover que el alumno asuma un rol mucho más activo en su proceso de aprendizaje y trabaje fuera del aula (en este caso, desde su casa) los conceptos teóricos a través de diversas herramientas que el docente pone a su alcance, y el tiempo de clase (de manera *online*) se aproveche para resolver dudas relacionadas con el material proporcionado y abrir foros de discusión sobre las cuestiones más controvertidas. Así, los estudiantes están en constante comunicación con el profesor recibiendo un *feedback* formativo por su parte, en el que actúa de guía, seleccionando los contenidos que deben estudiar, asimilar y retener y poniéndolos a su disposición a través de diversos medios (Berenguer, 2016).

En esta propuesta se facilita la implementación de FC a partir de la utilización de las herramientas gratuitas de Google (Classroom, Drive, CHAT, Google Docs), las cuales, dado su uso masivo y gratuidad, permitirían replicar este modelo en cualquier contexto educativo. Este modelo tecnológico para *Flipped Classroom* (T-Flic) fue propuesto en el trabajo de Basso-Aránguiz et al. (2018) valorando la acumulación de información disponible en la red y también la capacidad de saber qué hacer con esa información.

#### **IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

##### **Contexto y participantes**

La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo se diseñó para su implementación en el aula de Biología y Geología de 1º de Bachillerato del IES El Portillo. Se trata de un grupo de 14 alumnos que pertenecían a dos vías diferentes: Humanidades y Ciencias.

De los 14 alumnos, uno de ellos se dio de baja y otro ha estado enfermo por lo que he trabajado con 12 alumnos, de los cuales ninguno necesitaba ningún tipo de medida específica de atención a la diversidad. En general, son alumnos con iniciativa y creatividad, que se encuentran motivados por aprender y son buenos compañeros. A pesar de provenir de dos bachilleratos y clases diferentes, el ambiente de la clase era muy bueno. En este aspecto, hay que tener en cuenta que el hecho de tener alumnos que no son del ámbito científico puede suponer una ventaja ya que pueden aportar puntos de vista diferentes y otra perspectiva más humanística al contenido de las actividades.

Debido a la situación vivida por el COVID-19, se aplicó un modelo de enseñanza *online* a través de clases no presenciales. Un aprendizaje *online* se basa en un aprendizaje en web, en colaboración con un equipo virtual y con intercambio de contenidos a través de Internet. En este sentido, los contenidos y materiales de aprendizaje tienen que estar muy bien elegidos ya que a través de la enseñanza a distancia no se van a poder realizar salidas al campo ni prácticas de laboratorio donde los alumnos puedan comprobar y observar sus hipótesis y analizar resultados experimentales. Y otro factor clave esencial es la interacción profesor-alumno para lograr un buen proceso de aprendizaje ya que las ciencias y, por tanto, Biología y Geología, son unas materias experimentales donde la interacción es muy importante (López, Garrido y Castillo, 2014).

## **Objetivos**

Con la presente propuesta didáctica se pretendía que el alumnado entendiera la función de relación animal, aprendiendo que sistema nervioso y sistema endocrino trabajan de manera coordinada para controlar todas las funciones del organismo y que adquiriera determinados conocimientos sobre dichos sistemas, como sus principales componentes y funcionamiento desde un punto de vista global en todo el organismo; además de valorar la importancia y necesidad de prevenir ciertas enfermedades relacionadas con el sistema endocrino. Todo esto, de la forma más amena y dinámica posible para que los alumnos encontraran interés en seguir con las clases a pesar de no asistir al instituto.

Como objetivos secundarios de esta propuesta didáctica, que ayudarán a desarrollar ciertas competencias en el alumnado y a lograr el éxito en el objetivo principal, podemos enumerar los siguientes:

1. Fomentar el uso de las TIC (Classroom, Drive, Google Docs y Presentaciones de Google) con valor crítico en la búsqueda, organización y síntesis de información para la asimilación de nuevos conocimientos.
2. Reflexionar sobre los propios conocimientos acerca de lo estudiado (Formularios de Google autocorregibles).
3. Desarrollar destrezas de trabajo científico como la investigación, análisis y síntesis de la información (búsqueda de información sobre alguna enfermedad endocrina con el objetivo de investigar la relación existente entre la patología y las glándulas y hormonas implicadas en ella).
4. Motivar la participación del alumnado, tanto para la realización del trabajo fuera de las sesiones de clase como durante las mismas (*feedback* formativo).
5. Facilitar la asimilación de contenidos con la metodología *Flipped Classroom*.
6. Estimular la adquisición de competencias clave para la asignatura de Biología y Geología, y especialmente, la Competencia Digital (hacer un minivideo de presentación y utilización de las herramientas gratuitas de Google).

## Contenidos

Los contenidos que se han trabajado corresponden al Bloque 6 *Los animales: sus funciones y adaptaciones al medio* de la asignatura Biología y Geología de 1º de Bachillerato, en el currículo de la Comunidad Autónoma de Aragón (Orden ECD/494/2016). Este bloque abarca las funciones de nutrición, relación y reproducción animal. En concreto, en esta propuesta didáctica se trabaja la función de relación animal y, con ello, los contenidos **conceptuales** a tratar son los siguientes:

- Funciones de relación en los animales
- Los receptores y los efectores
- El sistema nervioso y el endocrino
- La homeostasis

Además, se van a trabajar también una serie de contenidos **procedimentales** (interpretación de imágenes relacionadas con elementos y funciones del sistema nervioso y sistema endocrino, clasificación de receptores, aplicación de criterios para comparar y diferenciar el sistema nervioso de invertebrados y vertebrados, manejo de las TIC para la búsqueda y síntesis de información y reflexión sobre sus propios conocimientos) y **actitudinales** (precisión y rigurosidad en la utilización de fuentes de información, utilización de un lenguaje científico adecuado y correcto, conocimiento del cuidado de la salud física y mental y adquisición de hábitos saludables, trabajo autónomo desde casa con responsabilidad, respeto de las dudas y preguntas de otros compañeros, actitud positiva con interés y participación en las clases, entrega de tareas a tiempo y valoración crítica de las fuentes de información en Internet).

## Competencias clave

La adquisición de las competencias clave, para Biología y Geología, está basada en la utilización del método científico estimulando la curiosidad, la capacidad de razonar, el planteamiento de hipótesis y la interpretación de datos y diseños experimentales. Conforme a la Orden ECD/494/2016, las competencias clave del currículo que se trabajan en la materia de Biología y Geología son siete. Las competencias clave asociadas al bloque de contenidos en cuestión son la Competencia Matemática y competencias básicas en Ciencia y Tecnología (CMCT) y Competencias en Capacidad Lingüística (CCL). Sin embargo, dada la situación en la que se ha realizado el Prácticum II debido al COVID-19, la principal competencia a desarrollar tanto por los alumnos como por los docentes es la Competencia Digital (CD). En este caso, los alumnos deberán hacer uso de las TICs así como de diferentes plataformas educativas: Classroom, Drive, correo electrónico y páginas web para obtener la información necesaria que facilite su proceso de aprendizaje.

La Competencia Matemática y competencias básicas en Ciencia y Tecnología (CMCT) se trabajó a través del aprendizaje de conceptos científicos relacionados con el sistema nervioso y el sistema endocrino y la interrelación entre ellos. Con ello se pretendía que los alumnos adquirieran la capacidad de valorar el conocimiento científico y adoptaran una actitud adecuada para lograr una vida física y mental saludable.

En cuanto a la Competencia en Capacidad Lingüística (CCL) se trabajó a la hora de que los alumnos fueran capaces de expresar sus ideas, por escrito, tanto en los documentos de apuntes como en la Presentación del sistema endocrino y en los formularios de Google. En todos ellos, utilizando con precisión el lenguaje y el vocabulario científico.

He de decir que de manera transversal se trabaja la comunicación oral de los alumnos en la actividad de presentación, cuando nos conocemos en una videoconferencia y tienen que realizar un video de presentación.

Además, se ha trabajado la competencia en Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor (CIEE) en la elaboración de la presentación de las enfermedades endocrinas ya que deben organizar su trabajo y utilizar su iniciativa y creatividad para elegir una de las enfermedades y elaborar el diseño y contenido de las diapositivas, para que el resto de sus compañeros pueda entenderlo y aprendan conjuntamente.

Por último, la Competencia de Aprender a Aprender (CAA) es fundamental para el proceso de enseñanza permanente que se produce a lo largo de la vida e implica la capacidad de motivación para el aprendizaje, clave en esta asignatura. Los alumnos tomarán conciencia de su grado de aprendizaje y su nivel de conocimiento trabajando los Documentos de apuntes y los Formularios de Google autocorregibles ya que podrán ver en qué preguntas cometen más errores. Además, la actividad de buscar información sobre una enfermedad implicaba la habilidad para organizar su aprendizaje paralelamente al dominio de capacidades y destrezas propias de la materia y la reflexión sobre qué se ha aprendido, cómo se ha hecho y de quién y de dónde se ha aprendido.

## **Metodología**

Para el desarrollo de la propuesta didáctica, en primer lugar, preparé unas presentaciones de Google indicando las páginas del libro de texto a las que hacían referencia y que colgué en Classroom con el objetivo de servir a los alumnos como apoyo y guía de las sesiones. Además, añadí algunas notas de orador para aclarar ciertos conceptos ya que al no poder interactuar directamente con los alumnos, podía ser que tuvieran más problemas para entender algunos contenidos. Además, podrían utilizarlas como material de estudio en adición a sus propios documentos de apuntes que iban a ir elaborando a lo largo de las sesiones.

En toda la propuesta didáctica se trabajó de forma *online* y se siguió la misma estrategia en todas las sesiones: con los alumnos me comunicaba a través de Classroom, CHAT de Google y los documentos de Drive. Iniciábamos las clases pasando lista en CHAT y publicando la tarea en Classroom y, en general, disponían de un documento guía con una serie de cuestiones a resolver para que les sirviera de apuntes y material de estudio y, posteriormente, tenían un Formulario de Google autocorregible. Íbamos resolviendo las dudas que les surgían en un continuo proceso comunicativo a través de las redes sociales y también, fuera del horario de las clases. Se trataría, por tanto, de una metodología de clase interactiva en la que el alumno construye su propio conocimiento teniendo al docente como guía al formularle las actividades y preguntas que tiene que ir resolviendo. En todo momento, los alumnos recibían *feedback* formativo de su trabajo para que fueran mejorando sus documentos y obtuvieran un mejor resultado. El *feedback* formativo va más allá de la veracidad de la respuesta y ofrece indicaciones sobre el error cometido, el modo de corregirlo y sugerencias de tipo metacognitivo que ayudan a reflexionar a los alumnos sobre su propio conocimiento (Remesal et al., 2017).

Según Dans (2020), en este nuevo contexto debido al COVID-19, este entorno *online* con acceso a información ilimitada hace que haya elementos metodológicos que pierdan completamente su sentido y el foco en los conceptos memorísticos pierde su interés, y lo cobran otros elementos como la aplicación de destrezas y los conceptos actitudinales. Ante esta problemática, la estrategia empleada en las sesiones 2 y 4 fue la metodología



FC, traducida como clase invertida o aprendizaje inverso. Como se ha explicado en la justificación de la propuesta didáctica se trata de un modelo pedagógico que se basa en la inversión de la estructura tradicional de la clase presencial expositiva a través del empleo de las TIC para que el alumnado asuma un rol mucho más activo en su aprendizaje (Berenguer, 2016). Así, se propone un enfoque integral que combina la instrucción directa con métodos constructivistas y la implicación del alumnado en todo el proceso de aprendizaje (Santiago y Tourón, 2015). Para la sesión 2 pedí a los alumnos que visualizaran de forma detenida unos videos de la transmisión del impulso nervioso y la sinapsis y que anotaran sus dudas para, posteriormente, poder debatirlos en clase y hacer replantear a los alumnos sus ideas previas. Del mismo modo, para la sesión 4 pedí a los alumnos que se informaran y buscaran información de alguna enfermedad o disfunción hormonal para, posteriormente, elaborar una presentación conjunta sobre las enfermedades del sistema endocrino en la sesión de clase.

De esta forma, quedaría justificado tanto el diseño como el desarrollo de la propuesta didáctica, cuya descripción se va a explicar a continuación.

## Descripción

Como ya se ha comentado, la propuesta didáctica que se presenta se ha aplicado en 1º de Bachillerato en la asignatura de Biología y Geología, en el IES El Portillo. Se ha estructurado en 5 sesiones de 50 minutos cada una más una actividad de presentación inicial. Las cuatro primeras sesiones fueron clases expositivas-interactivas en las que se dio la parte teórica. Se realizaron diferentes actividades en las que a través del diálogo con los alumnos se iban resolviendo sus dudas y, en concreto, la actividad en la que se centra la propuesta utiliza las enfermedades endocrinas más próximas a la realidad del alumnado como vehículo para estudiar el sistema endocrino. La última sesión se destinó a realizar una prueba de evaluación final. Todas las sesiones se realizaron utilizando las herramientas gratuitas de Google y la comunicación con los alumnos se ha establecido en todo momento a través del correo electrónico del instituto y de la aplicación CHAT. En la Tabla 2 se muestra la estructura de las sesiones realizadas, los contenidos de las actividades y la metodología empleada.

**Tabla 2.** Tabla resumen de la estructura, los contenidos y la metodología de cada sesión.

<b>SESIÓN</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	<b>CONTENIDOS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<b>SESIÓN 0</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Videollamada de presentación de alumnos.</li> <li>• Visualización video de presentación profesoras de prácticas del Máster.</li> <li>• Hacer un minivideo de presentación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presentación profesores/as y alumnos/as.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Clase expositiva - interactiva</li> <li>✓ Videoconferencia</li> </ul>
<b>SESIÓN 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasar lista</li> <li>• Documento de apuntes</li> <li>• Formulario de Google autocorregible.</li> <li>• Mandar visualización de dos videos antes de la próxima clase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Funcionamiento integrado del sistema nervioso y endocrino.</li> <li>➤ Componentes del sistema nervioso y su funcionamiento.</li> <li>➤ Tipos de receptores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Clase expositiva - interactiva</li> <li>✓ Ejercicio práctico.</li> </ul>
<b>SESIÓN 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasar lista</li> <li>• Repaso de contenidos y dudas de la primera sesión.</li> <li>• Lluvia de ideas en Documento de Google.</li> <li>• Documento de apuntes</li> <li>• Comprobación de ideas en el primer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Transmisión del impulso nervioso.</li> <li>➤ Sinapsis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Flipped Classroom</li> </ul>

	documento.		
<b>SESIÓN 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasar lista</li> <li>• Repaso de contenidos y dudas de la sesión anterior.</li> <li>• Documento de apuntes</li> <li>• Formulario de Google autocorregible.</li> <li>• Mandar buscar información sobre alguna enfermedad endocrina antes de la próxima clase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Organización y principales elementos del sistema nervioso en los animales invertebrados y vertebrados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Clase expositiva - interactiva</li> <li>✓ Ejercicio práctico.</li> </ul>
<b>SESIÓN 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasar lista</li> <li>• Repaso de contenidos y dudas de la sesión anterior.</li> <li>• Completar Presentación de Google.</li> <li>• Revisar infografías de compañeros.</li> <li>• Formulario de Google autocorregible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Glándulas y hormonas del sistema endocrino humano.</li> <li>➤ Relación con enfermedades, causas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Flipped Classroom</li> </ul>
<b>SESIÓN 5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasar lista</li> <li>• Explicación de la forma de evaluación.</li> <li>• Prueba de evaluación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Todos los contenidos anteriores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ejercicio práctico</li> </ul>

Los **recursos y materiales necesarios para todas las actividades son los siguientes:**

- Dispositivo de acceso a Internet y cámara de video.
- Presentaciones de Power Point publicadas en la plataforma Classroom.
- Libro de Biología y Geología de 1º de Bachillerato de la Editorial Vicens Vives.
- Documentos guía de las diferentes sesiones para la realización de las actividades
- Videos de transmisión del impulso nervioso y sinapsis.
- Link a la página web <https://medlineplus.gov/>

A continuación, describo lo que se hizo en cada una de las sesiones de forma resumida, para centrarme en la sesión 4, actividad principal de la propuesta didáctica.

#### Sesión 0: Actividad de presentación

El objetivo fue presentarnos cada uno en una videollamada de 15 minutos. Los alumnos dijeron su nombre, el Bachillerato que estudiaban y qué querían estudiar en un futuro. Las profesoras de prácticas colgamos en Classroom un video realizado por nosotras (Anexo C.I.) y a los alumnos se les mandó hacer un video de presentación suyo con la guía de un documento Word (Anexo C.II.).

#### Sesiones 1 a 3: Introducción y sistema nervioso

Todas las sesiones comenzaban en la aplicación CHAT recordando lo explicado el día anterior para aclarar dudas y ayudar a los alumnos a situarse en el tema. Luego se colgaba en Classroom la tarea de ese día. En la sesión 1 se introdujo al tema de coordinación animal para conocer el funcionamiento integrado de los sistemas nervioso y endocrino, sus diferencias y los principales elementos del sistema nervioso. En la sesión 2 se trabajó la transmisión del impulso nervioso y la sinapsis y la sesión 3 tenía como objetivo que los alumnos observaran y diferenciaban la organización y los principales elementos del sistema nervioso en invertebrados y vertebrados.

Los alumnos en cada sesión tenían un documento de Google que les iba a servir de guía para elaborar sus apuntes (Anexo D.I.; Anexo D.II.; Anexo D.III.), utilizando para ello el libro de texto y las presentaciones de Google como material de apoyo. El papel del profesor durante estas actividades era de guía y facilitador de la información, haciendo partícipes a los alumnos de la construcción de su conocimiento ya que a partir de las cuestiones a resolver, debían recoger información, resumirla y justificar sus respuestas para elaborar su material de estudio. Además, con el *feedback* recibido a través de los comentarios que les hacía, los alumnos no se dispersaban en información innecesaria.

En los últimos 10 minutos los alumnos tenían que rellenar un Formulario de Google autocorregible (Anexo E.I.; Anexo E.II.; Anexo E.III.). El objetivo de estos cuestionarios era que los alumnos aplicaran lo aprendido durante la clase a través de preguntas tipo test o de respuesta corta relacionadas con lo impartido en la sesión correspondiente. Así, los alumnos terminarían de afianzar y estudiar los conocimientos dados. Eran autocorregibles para que vieran qué habían fallado y volver a repetirlo hasta que pudieran conseguir un 10. Así, podían encontrar motivador su proceso de aprendizaje y, con ello, mejorar su desempeño escolar puesto que la motivación es aquella actitud interna y positiva que mueve al sujeto a aprender (Carrillo et al., 2009).

Con la finalidad de aplicar la metodología FC, en la sesión 1 se pidió a los alumnos que para la próxima clase vieran dos videos sobre la transmisión del impulso nervioso y la sinapsis a partir de animaciones extraídas de la Editorial Oxford y de Youtube en las que se acopla mi explicación en audio. Los alumnos debían intentar comprender ambos procesos para resolver sus dudas en la siguiente sesión en la que se hizo una lluvia de ideas en un Documento de Google (Anexo F). Solo 4 alumnos se lanzaron a plantear preguntas; esto puede ser debido a que no tuvieran la misma iniciativa o disposición por estar comunicándose a través de una pantalla y no interactuar cara a cara con el profesor y el resto de compañeros; uno de los inconvenientes de la enseñanza *online*. Las 4 preguntas que propusieron los alumnos fueron las siguientes:

**PREGUNTA 1:** ¿La hiperpolarización puede quedarse para siempre y no volver a un estado normal?

**PREGUNTA 2:** Si tanto sodio como potasio son dos iones positivos, ¿por qué el interior de la neurona está cargada negativamente?

**PREGUNTA 3:** Según la animación de la sinapsis a veces los neurotransmisores pueden ser destruidos por enzimas y me gustaría saber qué tipo de enzimas.

**PREGUNTA 4:** He visto que puede haber un periodo refractario en la célula en la que no se puede excitar, ¿corresponde a la fase de hiperpolarización?

Según Woodward (1992), cuando las condiciones de la clase son apropiadas, los alumnos pueden plantear una amplia gama de preguntas, desde las que manifiestan una simple curiosidad, hasta aquellas que revelan un profundo pensamiento complejo. De acuerdo a Roca et al. (2013) cuando se pide a los estudiantes que planteen preguntas, la mayoría de sus demandas se centran en la descripción y explicación causal y casi ningún alumno plantea demandas que requieran comprobar, evaluar u opinar. Como se observa en las preguntas realizadas por los alumnos, van más allá de una simple curiosidad y de los contenidos exigidos como por ejemplo cuando preguntan acerca de las enzimas que degradan los neurotransmisores; y en otros casos, una pregunta (la primera) ha sido la promotora de la pregunta 4 a partir de la hiperpolarización. Todo

ello demuestra un interés en ellos por aprender y adquirir nuevos conocimientos. Además, la segunda pregunta es muy interesante porque permite hacerles ver en la respuesta que las células son una auténtica unidad funcional y vital y no solo están compuestas de lo que se dice en un momento dado, sodio y potasio en este caso, sino que intervienen más factores que establecen su equilibrio interno y la homeostasis.

Por último, al final de la sesión 3 para poder aplicar nuevamente la metodología FC en la sesión 4, se pidió a los alumnos que con los materiales que disponían y el enlace a la página web <https://medlineplus.gov/> buscaran y se informaran de alguna enfermedad endocrina cercana a su realidad para trabajarlas en la siguiente clase. El objetivo era cubrir aspectos de la cotidianeidad de los alumnos que pudieran ser más específicos y de su interés, para aprovecharlo y contextualizar más el sistema endocrino, de manera que los alumnos pudieran observar hábitos y actitudes de su realidad y mejorar así su autopercepción y control del cuerpo.

#### Sesión 4: Sistema endocrino

Esta sesión tenía como objetivo que los alumnos reconocieran el sistema endocrino como una unidad funcional puesto que como se ha explicado en la justificación del apartado III, en la historia de la educación el cuerpo humano siempre se ha trabajado como unidades anatómicas individuales (Gellert, 1962; Nuñez y Banet, 1996; Ignacio, 2005; Bonil y Márquez, 2006; Cañal, 2008; Dubé et al., 2016). Se pretendía que los alumnos relacionaran las principales glándulas endocrinas humanas con las hormonas que segregan y sus funciones, utilizando algunas enfermedades endocrinas de su entorno para ello. Con esta estrategia se consigue establecer relaciones entre la teoría y la práctica, entre la asignatura y su vida (Lacasa 1994 citado en Feyto, 2016) y con ello se genera en ellos una motivación por los contenidos que están aprendiendo ya que si el conocimiento está contextualizado en situaciones familiares, el alumno puede percibir su relevancia y su utilidad para la vida.

De este modo, aplicando la metodología FC se llevó a cabo en primer lugar una conversación debatiendo las enfermedades que habían elegido cada uno y se pidió a los alumnos que fueran a una Presentación de Google (Anexo G) para que aplicaran el conocimiento del sistema endocrino, interpretaran las enfermedades y en una diapositiva explicaran la glándula implicada, las hormonas que produce y sus funciones y defecto del organismo que provoca la enfermedad. Si se altera el funcionamiento hormonal, aparece la enfermedad, y si se conoce la función, se comprende la patología. Es fundamental que el alumnado aprenda a analizar problemas de salud a través del traslado al aula de situaciones reales donde sea necesario argumentar las causas fisiológicas para que se conviertan en ciudadanos críticos y tomar decisiones fundamentadas acerca de la prevención de enfermedades de forma adecuada.

Para poder progresar y avanzar en su aprendizaje, los alumnos deberían realizar la tarea de un modo reflexivo y con una retroalimentación adecuada por parte del docente; es decir, conforme los alumnos iban rellenando las diapositivas me iban preguntando las dudas que les iban surgiendo y yo les guiaba en los aspectos que debían destacar o hacer más referencia en las diapositivas.

Las enfermedades elegidas fueron: Diabetes, hiper e hipotiroidismo, bocio, enanismo hipofisario, acromegalia, insuficiencia suprarrenal, hiperaldosteronismo, Síndrome de Cushing, Síndrome de secreción inadecuada de la ADH, Síndrome de Morris y Síndrome de ovario poliquístico. Con estas enfermedades se podían abordar todas las

glándulas endocrinas del cuerpo humano, lo que permitió no tener que hacer modificaciones en sus elecciones. El bocio y el hiper e hipotiroidismo afectan a la glándula tiroides; la acromegalia y el síndrome de secreción inadecuada de la ADH están relacionadas con la hormona del crecimiento y la hormona antidiurética, respectivamente; la insuficiencia suprarrenal, el hiperaldosteronismo y el Síndrome de Cushing con las glándulas suprarrenales; y el Síndrome de Morris con los testículos. Son de destacar la diabetes, cuya prevalencia mundial se estima en 425 millones de personas; y el Síndrome de ovario poliquístico por ser una enfermedad muy común en las adolescentes durante la pubertad, lo que puede generar interés en los alumnos por su aprendizaje. Todas son enfermedades multifactoriales que pueden relacionarse con otras afecciones metabólicas y cuyos síntomas afectan a la globalidad del organismo. Los estudiantes podrán comprender la globalidad del sistema endocrino y entenderlo como una unidad funcional y no anatómica, en la que todas las funciones fisiológicas están relacionadas y no son independientes unas de otras.

Por otra parte, algunas de estas enfermedades están relacionadas a través de la misma glándula como el hiper e hipotiroidismo y el bocio; por lo que se pidió a los alumnos que en esos casos trabajaran en grupo. Sin embargo, el resultado no fue muy satisfactorio y cada uno trabajó más individualmente que con sus compañeros, posiblemente debido a la situación en la que cada alumno trabajaba desde su casa.

La mayoría relacionó bien las enfermedades con las glándulas y hormonas implicadas, pero los alumnos apenas señalaban cómo promover la prevención de las enfermedades y se centraban más en la glándula y hormonas implicadas en la disfunción. Solo en algún caso minoritario no se identificó la principal glándula implicada y lo asociaron con la hipófisis, la cual manda señales a partir de la información recibida por el hipotálamo (eje hipotálamo–hipófisis) al resto de glándulas. Este fue el caso del alumno que hizo la diabetes que en primer lugar implicó a la hipófisis como la glándula responsable del fallo en la producción de insulina. En el apartado de qué provoca la enfermedad, algunos alumnos pusieron las causas y otros hicieron referencia a los síntomas o consecuencias del defecto hormonal. Con esta actividad, al tratar enfermedades multifactoriales que tienen diferentes consecuencias metabólicas, se pudo hacer superar a los alumnos sus ideas previas viendo que el sistema endocrino forma parte de un todo y actúa a lo largo de toda la vida, pudiendo causar disfunciones hormonales a cualquier edad y no solo durante la adolescencia.

Finalmente, se dejó unos minutos para que los alumnos revisaran las infografías del resto de compañeros para después comprobar lo aprendido en un Formulario de Google con la misma finalidad que los de las sesiones 1 y 3. En este caso se plantearon 5 preguntas de tipo test en las que los alumnos debían reconocer la parte de la hipófisis en la que se segrega la hormona vasopresina, con el objetivo de comprobar el concepto de que la hipófisis se divide en dos: neurohipófisis y adenohipófisis; en la segunda pregunta tenían que relacionar cada hormona con su glándula correspondiente para comprobar que habían revisado las diapositivas de sus compañeros. También se hicieron dos preguntas relacionadas con el páncreas y la diabetes por ser considerada una de las enfermedades más importantes por su gran prevalencia. Y por último una pregunta relacionada con la glándula tiroides en la que debían saber que el hipotiroidismo se puede producir por diferentes causas.

## Sesión 5: Examen final

En esta sesión se realizó una prueba global sobre los contenidos de las 4 clases de teoría a través de un Formulario de Google, pero en este caso de una única entrega (Anexo H).

### **Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

La relación de criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables correspondiente al tema se recoge en el currículo aragonés para la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato (Tabla 3).

**Tabla 3:** relación de criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que se trabajan en la propuesta a partir del currículo de Biología y Geología de 1º de Bachillerato (Orden ECD/494/2016).

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
Crit.BG.6.15. Comprender el funcionamiento integrado de los sistemas nervioso y hormonal en los animales.	Est.BG.6.15.1. Integra la coordinación nerviosa y hormonal, relacionando ambas funciones.
Crit.BG.6.16. Conocer los principales componentes del sistema nervioso y su funcionamiento.	Est.BG.6.16.1. Define estímulo, receptor, transmisor, efector e indica sus tipos. Identifica distintos tipos de receptores sensoriales y nervios.
Crit.BG.6.17. Explicar el mecanismo de transmisión del impulso nervioso.	Est.BG.6.17.1. Explica la transmisión del impulso nervioso en la neurona y entre neuronas, describiendo la sinapsis.
Crit.BG.6.18. Identificar los principales tipos de sistemas nerviosos en invertebrados y vertebrados.	Est.BG.6.18.1. Distingue los principales tipos de sistemas nerviosos en invertebrados y vertebrados.
Crit.BG.6.19. Describir los componentes y funciones del sistema nervioso tanto desde el punto de vista anatómico (SNC y SNP) como funcional (somático y autónomo).	Est.BG.6.19.1. Describe el sistema nervioso central y periférico de los vertebrados, diferenciando las funciones del sistema nervioso somático y el autónomo.
Crit.BG.6.20. Describir los componentes del sistema endocrino y su relación con el sistema nervioso.	Est.BG.6.20.1. Establece la relación entre el sistema endocrino y el sistema nervioso.
Crit.BG.6.21. Enumerar las glándulas endocrinas en vertebrados, las hormonas que producen y las funciones de estas.	Est.BG.6.21.1. Describe las diferencias entre glándulas endocrinas y exocrinas.
	Est.BG.6.21.2. Discrimina qué función reguladora y en qué lugar se evidencia, la actuación de algunas de las hormonas que actúan en el cuerpo humano.
	Est.BG.6.21.3. Relaciona cada glándula endocrina con la hormona u hormonas más importantes que segrega, explicando su función de control.

## **V. EVALUACIÓN FINAL**

Debido al COVID-19, de acuerdo a la Orden ECD/357/2020, de 29 de abril, se flexibilizaron los procesos de evaluación durante el tercer trimestre del curso escolar 2019/2020. Así, el objetivo era el desarrollo educativo, social y emocional del alumnado y su continuidad y progreso en el aprendizaje. Para ello, se flexibiliza el currículo y las programaciones didácticas, con la finalidad de que el alumnado alcance las competencias básicas, seleccionando los contenidos mínimos programados y poniendo especial atención en el alumnado que presente mayores dificultades en el aprendizaje.

De esta forma, la 3ª evaluación no debía suponer perjuicio alguno en el alumnado. En el Departamento de Ciencias del IES El Portillo han considerado que en la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato, la nota de la 3ª evaluación serviría para subir o dejar igual la nota media del primer y segundo trimestre (Anexo I.I).

La fase de evaluación se ha realizado de forma simultánea a la ejecución de las actividades implicadas en la propuesta didáctica, pues no solo se ha evaluado el producto final sino también todo el proceso de aprendizaje y motivación del alumnado. Todas las actividades fueron elaboradas de acuerdo con los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que se indican en el Bloque 6 *Los animales: sus funciones y adaptaciones* del currículo (Tabla 3). Y para obtener la calificación global se siguieron los siguientes **criterios de calificación**:

1. Se hizo un seguimiento de los alumnos, teniendo en cuenta la posible brecha digital y el contexto social de cada uno.
2. Se evaluaron todas las tareas con comentarios al alumnado sobre ellas. Junto al examen se evaluaron cuantitativamente a través de los siguientes porcentajes:
  - Sesión 1: Coordinación animal (I) – 15%
  - Sesión 2: Coordinación animal (II) – 25%
  - Sesión 3: Coordinación animal (III) – 20%
  - Sesión 4: Coordinación animal (IV) – 10%
  - Sesión 5: Examen - 30%
3. El resto de actividades como el video de presentación inicial, así como la participación y motivación del alumnado se valoraron positivamente en la calificación final.

De esta forma, según Casanova (2007), la evaluación ha sido continua (aplicación de varias valoraciones sumativas a lo largo de la propuesta didáctica), formativa (cuando iba corrigiendo los documentos de apuntes iba diciendo a los alumnos qué aspectos podían mejorar y cómo hacerlo y también les orienté cuando buscaban información sobre las enfermedades del sistema endocrino) y sumativa (la nota final se obtiene teniendo en cuenta las calificaciones obtenidas en todas las actividades).

Como he comentado anteriormente, las directrices desde el Departamento de Educación han sido que, en esta nueva situación debido al COVID-19, se valoren las destrezas y los contenidos procedimentales y actitudinales, más que los conceptuales. Debido a ello, la mayor parte del peso de la calificación (70%) corresponde a las tareas realizadas en clase y al comportamiento y actitud de los alumnos ya que en estas actividades se valoraban las destrezas de los alumnos para recoger, resumir y justificar información; frente al 30% del examen realizado al final de la propuesta en el que se evaluaba el nivel de adquisición de los conocimientos por los alumnos tras la implementación de la propuesta didáctica. Los **instrumentos de evaluación** que se utilizaron han sido:

1. Rúbrica para la evaluación de los Documentos de apuntes de Google de las sesiones 1, 2 y 3 (Anexo I.II.)
2. Rúbrica para la evaluación de la Presentación de Google (Anexo I.III.)
3. Examen teórico

Como se ha explicado en la descripción de las actividades, el objetivo de la elaboración de los documentos de apuntes por parte de los alumnos era que aprendieran a recoger información, resumirla y justificar sus respuestas para elaborar su material de estudio; al mismo tiempo que les permitía afianzar los conocimientos. La mayoría de los alumnos

fue entregando las tareas a tiempo salvo algún rezagado por circunstancias personales o por olvido. Los resultados fueron buenos y todos los alumnos aprobaron todas las actividades cumpliendo el objetivo de valorar las destrezas y actitudes y no suponer ningún perjuicio al alumnado.

En cuanto al examen teórico, consistió en un Formulario de Google, de entrega única y con tiempo limitado, de 19 preguntas tipo test y 1 pregunta de respuesta de corta. Para su elaboración se siguieron los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del currículo (Tabla 3) y los contenidos procedimentales y actitudinales, objetivo de la propuesta; así para valorar la interpretación de imágenes los alumnos debían identificar las partes de una neurona, la clasificación de los receptores se evaluó con una pregunta tipo test y dentro de los contenidos actitudinales los alumnos debían demostrar su responsabilidad en la realización del examen dentro de un tiempo limitado, confiando en que no consultaran los apuntes y con la pregunta de respuesta corta se evaluó la utilización de un lenguaje científico adecuado y riguroso. En esta prueba escrita, que contaba un 30%, la media del grupo fue un 7,77. Por lo que la media final fue de 8,34 y hubo 2 sobresalientes, siendo el resto notables. Para recoger la calificación de cada alumno, se ha elaborado una tabla que muestra las notas de cada actividad, su ponderación y la consecuente nota final (Anexo I.IV.).

## **VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA**

Una vez llevada a cabo la propuesta didáctica, puedo decir que la evaluación de la misma es positiva en la situación que estábamos y estoy satisfecha con los resultados obtenidos. Sin embargo, soy consciente de algunos errores que he cometido y qué podría haber mejorado en su implementación. A continuación se evalúa la propuesta didáctica a través de un cuestionario que se planteó a los alumnos y, en segundo lugar, se detallan las propuestas de mejora.

Al final de la secuencia didáctica se pidió a los alumnos que evaluaran la propuesta a través de un Formulario de Google (Anexo J). Se dividió en 3 secciones: contenidos y metodología, satisfacción general hacia la propuesta y actitud general hacia las ciencias. Cada sección constaba de una serie de ítems que los alumnos podían valorar de 1 (muy en desacuerdo) a 4 (muy de acuerdo).

Los resultados fueron muy satisfactorios ya que, en cuanto a los contenidos y metodología, el 100% de los alumnos opinó que los contenidos impartidos habían sido interesantes y el 63,6% estuvo muy de acuerdo con: *A través de las presentaciones y actividades planteadas, he aprendido lo necesario y he solucionado mis dudas*. La mayoría se situaba entre 3 (de acuerdo) y 4 (muy de acuerdo) al ítem: *Las actividades planteadas me han parecido atractivas y entretenidas*. Por otra parte, destaca: *El feedback recibido me ha servido para obtener mejores resultados* porque el 63,6% dice estar muy de acuerdo. Respecto a las herramientas de comunicación utilizadas, el 100% de los alumnos afirma que le han parecido muy útiles. Me resultó muy gratificante ver que al ítem *Me ha costado adaptarme a vuestros documentos y forma de dar clase* solo el 18,2% dijo estar de acuerdo, frente al 63,6% que estaba muy en desacuerdo ya que significaba que los alumnos se sintieron cómodos con la metodología de la propuesta didáctica. Respecto al apartado de su satisfacción general hacia la propuesta, el 72,7% dice estar muy de acuerdo al ítem *Me ha parecido motivador realizar la unidad didáctica con las dinámicas de trabajo propuestas* y aproximadamente la mitad de los alumnos está de acuerdo en que *Me gustaría que la dinámica de trabajo experimentada*



*en casa se utilizara el próximo curso*, con vistas a una futura enseñanza online o a distancia según la evolución de la pandemia.

El resultado general de la implementación de la propuesta didáctica ha sido muy positivo. Se ha podido observar que los alumnos tenían interés en aprender y seguir las clases con los resultados de la evaluación ya que su presencia virtual se manifestaba asistiendo a las clases *online* y entregando las tareas a tiempo. Conforme transcurrían las sesiones, los alumnos fueron planteando cada vez más dudas, haciéndolas más dinámicas y participativas. Otro de los motivos por los cuales valoro positivamente la propuesta didáctica es que se lograron los objetivos que había planteado; se utilizaron las TICs, los alumnos reflexionaron sobre sus propios conocimientos, investigaron y analizaron información sobre las enfermedades endocrinas y adquirieron conocimientos nuevos sobre sistema nervioso y sistema endocrino. Todos los alumnos consiguieron aprobar la unidad didáctica y salvo algún caso en el que tuvimos que dejar más tiempo para la elaboración de las tareas porque no cumplieron el plazo estimado por problemas familiares o dificultades para conectarse a Internet, el resto cumplió con lo establecido. En este sentido, se pone de manifiesto la posible brecha digital que puede existir dentro de una enseñanza *online* según las condiciones socio-familiares de cada alumno. Las notas más bajas dentro de las actividades fueron en torno a un 6,2 y en el examen un 5,7 y un 6, siempre por no haber leído bien las preguntas y no contestar completamente todo, más que por no haber entendido el concepto científico.

Centrándome en la propuesta de mejora, creo necesario haber detectado las ideas previas que tenían los alumnos acerca del tema que se trata más allá de haber revisado el currículo y los contenidos impartidos en la asignatura de Anatomía Aplicada, más aún, porque uno de los alumnos no tenía esta asignatura. Torres (2013) propone una serie de actividades que se pueden hacer para ello. Se podría haber planteado un *brainstorming* o lluvia de ideas, haciendo una serie de preguntas a los alumnos y que éstos expresaran sus opiniones. Estas preguntas podrían haber sido: *¿Qué es para ti el sistema nervioso?; ¿Cómo explicarías qué es una neurona?; ¿Cómo explicarías el reflejo de apartar la mano rápidamente del fuego cuando nos quemamos?; ¿Qué entiendes por hormonas?; ¿Con qué órganos las relacionas?; ¿A qué edad empezamos a producir hormonas?; ¿Conoces alguna enfermedad endocrina en tu entorno?* Son cuestiones centradas en la persona y en la vida cotidiana de los alumnos en lugar de estar centradas solamente en el tema o el conocimiento. Según Harlen (2004 citado en Roca et al., 2013), las preguntas centradas en la persona favorecen más la participación y la implicación en el aprendizaje promoviendo que los alumnos muestren sus modelos iniciales. Otra actividad que podría haber utilizado también para detectar las concepciones de los alumnos sobre la función de relación animal habría sido que los alumnos argumentaran la veracidad de ciertas ideas o se posicionaran en si creen que son verdaderas o falsas oraciones como: *Las neuronas solo sirven para pensar; Las respuestas de movimiento siempre son generadas por los músculos sin intervención del cerebro; Las neuronas se ubican en el cerebro; Solo producimos hormonas durante nuestra adolescencia; Cada hormona actúa sobre un tejido concreto.* Tanto las preguntas del *brainstorming* como las ideas para argumentar su veracidad se basan en la revisión bibliográfica hecha sobre las ideas previas que suelen tener los alumnos del sistema nervioso y sistema endocrino.

Por otro lado, en cuanto al contenido relacionado con el sistema nervioso, considero interesante haber realizado alguna actividad experimental como la disección de un encéfalo de cordero, por ejemplo. Las prácticas de laboratorio en las asignaturas de ciencias son importantes porque con ellas los alumnos no solo aprenden el qué, sino que

también aprenden el cómo; es decir, el saber hacer; y aumentan su motivación para el aprendizaje de procedimientos científicos, de cómo trabajan los científicos o cómo se elabora el conocimiento científico (Fernández, 2013). Una disección hubiera permitido contemplar y manipular el encéfalo de cordero “*in situ*” permitiendo extrapolar estos contenidos al ser humano por la semejanza anatómica y funcional de sus estructuras (Arranz, 2018); además hubiera facilitado una comprensión más efectiva de los conceptos desarrollados en teoría y el conocimiento de las técnicas y procedimientos del laboratorio, utilizando una nueva forma de impartir la enseñanza, así como profundizar en el respeto por la vida al agudizar sentimientos de cercanía debido a la similitud entre los órganos de animales vertebrados superiores y el propio ser humano (López, 2008). Sin embargo, hubiera sido difícil llevarla a cabo desde casa en la situación en la que estábamos al no poder estar con los alumnos y orientarles en cómo realizarla.

Respecto a la sesión 4 en la que se abordaron las enfermedades del sistema endocrino, la respuesta de los alumnos fue buena y se obtuvieron buenos resultados. Sin embargo, soy consciente de que haciendo algunos cambios, los resultados podrían haber sido todavía mejores. A continuación, señalo alguno de estos aspectos a modificar. Para que la actividad no hubiera sido tan teórica y el papel del alumno hubiera sido más activo, en primer lugar, se podrían haber relacionado las enfermedades endocrinas con sus causas, sus factores de riesgo y su prevención; además de indicar la glándula implicada y las hormonas y funciones que tienen. Ya que una parte importante del currículo de Biología y Geología es tomar conciencia de la importancia de mantener un buen estado de salud física y mental; y además, si conocen los factores que ayudan a prevenir las enfermedades, los alumnos serían conscientes y tomarían decisiones con valor crítico de acuerdo a sus hábitos y estilos de vida (Feyto, 2016).

Por otra parte, creo oportuno haber completado esta actividad con más interacción entre los alumnos. Con la finalidad de acercar la ciencia a los estudiantes, se podría plantear la exposición de su diapositiva tipo congreso, realizando un póster y exponiéndolo por videoconferencia o hacer un video en el que tuvieran que exponer las ideas principales de la enfermedad endocrina o incluso hacerlo por grupo de expertos. De esta forma, se reforzaría la competencia lingüística y la competencia digital. En este marco, los alumnos verían la importancia de la argumentación en ciencias, relacionado con la formación de ciudadanos responsables que posean capacidad crítica a la hora de tomar decisiones y sean capaces de discutir sobre temas cotidianos haciendo uso de modelos explicativos propios de las ciencias (Jiménez, 1998; García de Cajén et al., 2002; Jiménez, 2003). Los alumnos aprenden ciencias mientras aprenden a describir, a justificar, a argumentar, a definir o a escribir informes de laboratorio, ya que un texto científico sólo es válido si aquello que dice tiene sentido desde la propia ciencia. Si examinamos lo que normalmente se pide al alumnado en los trabajos de las clases de ciencias, observamos que las demandas, expresadas a través de verbos, se corresponden con distintas tipologías de texto: definir, describir, explicar, interpretar, justificar, razonar, argumentar, etcétera (Márquez, 2005). Esta actividad permitiría dar voz a los alumnos al exponer sus diapositivas y darles así oportunidad para que practiquen el razonamiento y la argumentación, promoviendo también la reflexión sobre sus propios procesos de aprendizaje y sobre la forma en que se estructuran sus conocimientos.

Otra mejora que plantearía en la propuesta sería realizar una última sesión posterior al examen final en la que los alumnos resolvieran casos clínicos relacionados con el sistema endocrino y sus alteraciones. La idea sería que los estudiantes, a partir de lo trabajado en clase, hicieran suposiciones acerca de por qué un sujeto con características

concretas habría sufrido una determinada enfermedad endocrina y qué tratamiento y estilo de vida le recomendarían. Se trataría de una actividad basada en el método del caso y que serviría para subir la nota final de la propuesta didáctica, lo cual podría resultarles motivador y podría ser una forma de hacerles reflexionar sobre el impacto de las enfermedades endocrinas y sobre los hábitos saludables que pueden prevenirlas.

Para terminar, respecto a la evaluación, considero que dada la situación se ha realizado de manera adecuada, dando más ponderación a las actividades diarias que al examen final de acuerdo a las modificaciones de evaluación del tercer trimestre. Como ya se ha comentado se ha hecho una evaluación sumativa, formativa y continua para tener en cuenta los contenidos actitudinales y procedimentales, más que conceptuales. Sin embargo, una posible propuesta de mejora sería haber hecho una escala de observación o la realización de un diario por parte del profesor como complemento a las rúbricas de los documentos y del examen final, ya que la evaluación del aprendizaje de actitudes y procedimientos tiene como base la observación (Giné y Parcerisa, 2000). Así, se podría haber hecho una escala de actitudes con la valoración de ítems como los que se muestran a continuación: *Muestra iniciativa, Participa en las sesiones preguntando dudas y de forma activa; Entrega las tareas a tiempo; Se esfuerza por corregir errores; Es educado y emplea lenguaje respetuoso en CHAT y Drive*. Así se evaluaría cómo el alumno va realizando el aprendizaje y cómo se comporta durante su aprendizaje.

## VII. CONCLUSIONES

Tras haber cursado el Máster de formación de profesorado de Secundaria y Bachillerato, me ha quedado claro lo necesario que es para adquirir los conocimientos de pedagogía, psicología y didáctica que se necesitan para ser un buen profesor. Porque en las asignaturas de ciencias no solo vale tener un buen conocimiento científico sino que hay que saber transmitirlo a los alumnos y enseñarles a aprender para que éstos sean capaces de entenderlo y estar interesados en ello, en este caso, en las ciencias. Hablo del proceso de transposición didáctica durante el cual se va perdiendo mucha información desde que los científicos, los profesores, lo llevan al aula hasta que el alumno lo aprende. Hay una cadena de transposición didáctica desde el conocimiento de referencia del científico que debe tener en cuenta unos objetivos y el conocimiento a enseñar en base al currículo oficial y los libros de texto, hasta el conocimiento enseñado que dependerá de muchos factores como la experiencia del docente, el contrato didáctico entre alumnos y profesor o del tiempo (Tiberghien et al. 2009 citado en Puig, Bravo y Jiménez, 2012).

Cabe destacar una vez más la situación mundial en la que nos encontrábamos, debido al COVID-19, que ha hecho que el periodo de prácticas se desarrollara de manera *online*, a través de clases no presenciales. Al principio pensaba que iba a perjudicar en nuestra formación como docentes por no poder experimentar el ponernos delante de los alumnos y enfrentarnos a sus preguntas y miedos propios de la adolescencia, saber si realmente hemos elegido el camino correcto y nos gusta la profesión; o en otras palabras, si somos capaces de transmitir nuestro conocimiento científico. Sin embargo, ha resultado ser, al menos, no decepcionante y no perjudicial para nosotros ya que hemos podido aprender desde otra perspectiva. Se han tenido que desarrollar nuevas formas de enseñar, aprender y evaluar (Plaza, 2020). Se dice que el futuro está en las TIC y en un mundo claramente digital. Según Plaza (2020) este curso marcará un punto de inflexión en la digitalización de la educación. Hemos podido desarrollar tanto nosotros como los alumnos la competencia digital mucho más a fondo. Así, podemos sentirnos afortunados ya que tener que adaptar las sesiones de la propuesta didáctica a

hacerlas de un modo *online* ha permitido que aprendamos a establecer un contacto indirecto con los alumnos, guiándoles en la construcción de su propio conocimiento.

La incertidumbre que tenía al inicio desapareció inmediatamente al ponerme en contacto con mi tutora. Me siento muy afortunada de haber contado con su ayuda y he de destacar su gran labor como docente, su gran motivación por su profesión, sus valores y su capacidad para manejar las clases y motivar a los alumnos. Todo ello ha sabido contagiarlo y contribuir a mi desarrollo como futura profesora. Por otra parte, los alumnos también han facilitado que el resultado final del Prácticum II haya sido muy gratificante. Todos ellos han puesto de su parte, cada uno en sus circunstancias, para responder a las tareas e ir entregándolas conforme se lo pedíamos. A pesar de que algunos de ellos tuvieran problemas de conexión, coincidieran con el uso de los dispositivos con algún familiar o en el momento de la clase no pudieran acceder a la tarea, han tratado de realizarlas lo antes que han podido y no han dudado en ponerse en contacto conmigo a través del correo electrónico o de Classroom.

Respecto a la propuesta didáctica, por tanto, puedo decir que conociendo los errores cometidos y las modificaciones que podría haber hecho, estoy satisfecha con los resultados obtenidos ya que los alumnos demostraron haber conseguido los objetivos propuestos para ella como se ha dicho en la evaluación de la propuesta. Teniendo en cuenta las limitaciones dada la situación, he intentado aprovechar todo lo que he podido la experiencia y llenarme de todo el conocimiento posible que me ha proporcionado mi tutora del centro de secundaria, tanto de su forma de dar clase como de su energía y sus valores para tratar con los alumnos y de su implicación ya no solo en las asignaturas, sino también con el resto de proyectos del instituto en los que participa.

La intervención docente asociada a los Prácticum I y II también me ha servido para entender qué supone la docencia en un instituto. Más allá de entrar en clase, poner una presentación y explicar los contenidos que te tocan, hay que dedicar mucho tiempo a la preparación de las clases para conseguir los objetivos didácticos que te propones y saber controlar muy bien el tiempo; también hay que dedicar espacio a la corrección de actividades y exámenes; y además, hay una carga emocional con el alumnado muy importante, hay que saber tratarlos bien y hacerles sentir especiales ya que ellos en muchas ocasiones te toman como ejemplo y recurren a sus profesores cuando tienen algún problema. Es importante ser exigentes con los alumnos por un lado, pero cercanos por otro y, de este modo, trabajar la confianza de los alumnos. En resumen, me he dado cuenta de las responsabilidades y obligaciones de lo que supone ser profesor y de lo influyentes y determinantes que podemos ser en la vida de muchos alumnos.

Como futura profesora de Biología y Geología, me gustaría conseguir que los alumnos quieran aprender ciencia y, para ello, considero que ha sido muy importante la formación recibida en Didáctica durante el Máster. Por otra parte, me gustaría que los alumnos recibieran una educación de calidad en las materias de ciencias para que estén bien informados de sus avances y su importancia en la sociedad y, asimismo, ser críticos con la información que reciben y poder tomar decisiones por sí mismos.

Finalmente, me gustaría destacar que el periodo de prácticas ha hecho que esté más segura de que hice bien al pensar en realizar el Máster en Profesorado tras mi carrera de Biotecnología. Desde que acabé Bachillerato en 2014 pensaba que habrían cambiado poco las cosas en el mundo de la enseñanza y; sin embargo, ha cambiado y mucho. Las TICs y el uso del móvil en el aula ya no es algo excepcional y hay una gran cantidad de metodologías innovadoras que demuestran su eficacia para mejorar el aprendizaje. Por

eso es necesario que estemos al día de todas ellas, continuemos formándonos y renovándonos cada año. La enseñanza es algo que siempre me había gustado y poder verla desde un mundo totalmente diferente al que la conocía como alumna ha hecho reafirmarme en que es lo que quiero como futuro, poder ayudar a los alumnos a formarse ya no solo aprendiendo conceptos y teorías de Biología y Geología en las que aplicar el método científico, sino también, contribuir a su formación como personas desde un punto de vista emocional y educativo. Lo que realmente resulta gratificante de esta profesión es ver cómo los alumnos van evolucionando a lo largo del curso.

En resumen, el Máster ha cumplido con mis expectativas y sus objetivos ya que hemos aprendido acerca de la psicología de los adolescentes, que nos explica cómo son y cómo se comportan muchas veces; sobre la legislación educativa para entender el sistema educativo desde dentro; la relación de la educación con otros sectores de la sociedad como las familias; la dificultad y el tiempo que lleva la planificación y elaboración de una programación didáctica; y las actividades y recursos de los que disponemos para el diseño de nuestras propuestas didácticas.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arranz, R. (2018). *Propuesta de prácticas para la observación de organismos mediante disección en la Enseñanza de la Biología en Secundaria y Bachillerato*. Universidad de Valladolid. Valladolid.

Ausubel, D. (1981). *Psicología Educativa*. (2ª Edición). México: Editorial Trillas.

Basso-Aránguiz, M., Bravo-Molina, M., Castro-Riquelme, A., & Moraga-Contreras, C. (2018). Proposal of a Technology Model for Flipped Classroom (T-FliC) in Higher Education. *Revista Electrónica Educare*, 22(2), 1-17.

Berenguer, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o *flipped classroom*. En XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. *Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares* (pp.1466-1480). Alicante: Universidad de Alicante.

Bertalanffy Von, L. (1976). *Teoría General de los Sistemas*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.

Cañal, P. (2008). El cuerpo humano: una perspectiva sistémica. *Alambique*, 58, 8-22.

Carcomo, J.D., Rincon, S.F. & Rojas, J.D. (2017). Unidad Didáctica ¿Cómo somos?: Un acercamiento a la práctica docente. En *Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental*. Bio-grafía, 215- 224.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208.

Carrillo, M., Padilla, J., Rosero, T. & Villagómez, M.S. (2009). La motivación y el aprendizaje. *Alteridad. Revista de Educación* 4(2), 20-32. Consultado el 8 de junio de 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4677/467746249004>

- Casanova, M.A. (2007). *Evaluación: Concepto, tipología y objetivos*. España: La Muralla.
- Chacón, O., Yadid, Y., Urrego, M. & Esperanza, G. (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.
- Checkland, P. (1981). *Systems Thinkin, Systems Practice*, Chichester, Inglaterra: Willey.
- Dans, E. (2020). La enseñanza online ya no es una opción. *Sitio web Enrique Dans*. Obtenido el 8 de junio de 2020, desde <https://www.enriquedans.com/2020/04/la-ensenanza-online-ya-no-es-una-opcion.html>
- Dubé, M.T.Z., Martínez, M.M., Herrera, A. & Batista, M.G.B. (2016). *Aplicación de los métodos de enseñanza al estudio del sistema endocrino*. Morfovirtual.
- Fernández, N.E. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. *Revista de Educación en Biología*, 16(2), 15-30.
- Feyto, M.P. (2016). *Sistema endocrino: diseño y evaluación de una propuesta didáctica para 3º ESO*. Facultad de Educación Universidad de Zaragoza. Zaragoza: Ediciones Universidad de Zaragoza.
- García de Cajén, S., Domínguez, J.M. & García Rodeja, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las ciencias*, 20(2), 217-228.
- Gellert, E. (1962). Children's conceptions of the content and function of the human body. *Generic Psychology Monographs*, 65. 293-405.
- Giné, N., & Parcerisa, A. (2007). *Evaluación en la educación secundaria. Elementos para la reflexión y recursos para la práctica*. España: Editorial Graó.
- Giordan, A. (2000). *La enseñanza de las ciencias. Planteamientos en educación*. Santafé de Bogotá, Colombia: Escuela pedagógica experimental.
- Harlen, W. (2004). *Teaching, learning and assessing science 5-12*. London: Paul Chapman Publishing PCP.
- Ignacio, M.J. (2005). *Construcción del conocimiento y discurso en el aula. Estudio del cambio en las concepciones sobre la nutrición humana y análisis de los procesos discursivos en un aula de educación secundaria*. Tesis doctoral. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad de Sevilla.
- Jiménez, M.P. (1998). Diseño curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 16(2), 203-216.
- Jiménez, M.P. & Díaz, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 359-370.
- Lacasa, P. (1994). *Aprender en la escuela, aprender en la calle*. Madrid: Visor.
- León, J.A. & Slisko, J. (2000). La dificultad comprensiva de los textos de ciencias. Nuevas alternativas para un viejo problema educativo. *Psicología Educativa*, 6(1), 7-26.

López, J.P. (2008). La anatomía externa e interna del pulmón y corazón de un vertebrado. Aplicación en el laboratorio de Educación Secundaria. *Sitio web EDUCARM*. Mazarrón, Murcia. Obtenido el 18 de junio de 2020 de <http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/127/diseccion.pdf>

López, J.M.S., Garrido, C.D. & Castillo, V.M. (2014). Valoración de los obstáculos, ventajas y prácticas del e-learning: un estudio de caso en Universidades Iberoamericanas. *Educatio Siglo XXI*, 32(2), 195-220.

López, V., Couso, D., Simarro, C., Garrido, A., Grimalt, C., Hernández, M.I. & Pintó, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. En *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.

Márquez, C. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Educación*, 33, 27-38.

Martín-Díaz, M.J. (2013). Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10(3), 291-306.

Mesía, R. (2010). El empleo didáctico de las diapositivas en Power Point. *Investigación Educativa*, 14(26), 161-171.

Núñez y Banet, E. (1996). Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 261-278.

Orden ECD/357/2020, de 29 de abril, por la que se establecen las directrices de actuación para el desarrollo del tercer trimestre del curso escolar 2019/2020 y la flexibilización de los procesos de evaluación en los diferentes niveles y regímenes de enseñanza. *Boletín Oficial de Aragón*, nº 83, 2020, 29 abril.

Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo de 2016, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, nº 106, 2016, 3 junio.

Orden de 16 de junio de 2014, de la Consejera de Educación, Universidad, Cultura y Deporte, por la que se aprueba el currículo de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, nº 119, 2014, 20 junio.

Oviedo, D.F. (2015). *Propuesta para la enseñanza del sistema endocrino, utilizando la estrategia didáctica aprendizaje basado en problemas, en el grado octavo de la Institución Educativa la Inmaculada del municipio de Tarazá*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Plaza, J.A. (2020). La escuela después de la pandemia: del “aula huevera” a la “hiperaula”. *Revista Retina El País*, 28, 38-41. Consultado el 11 de junio de 2020 de: [https://retina.elpais.com/retina/2020/05/15/tendencias/1589529700\\_084202.html](https://retina.elpais.com/retina/2020/05/15/tendencias/1589529700_084202.html)

Porrás, A.J. (2010). *La Escuela, Promotora de la Educación para la Salud*. Madrid, España: Visión Libros.

Puij, B., Bravo, B. & Jiménez, M.P. (2012). Dos unidades de argumentación sobre cuestiones socio-científicas: el determinismo biológico y la gestión de recursos.



*Conferencia: VII seminario Iberoamericano / III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las ciencias*

Pujol, R.M., Bonil, J. & Márquez, C. (2006). Avanzar en la alfabetización científica: descripción y análisis de una experiencia en torno al estudio del cuerpo humano en educación primaria. En *Investigación en la Escuela*, 60, 37-52.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, n°3, 2015, 3 enero.

Reiss, M.J., Tunnicliffe, S.D., Andersen, A.M., Bartoszeck, A., Carvalho, G.S., Chen, S., Jarman, R., Jónsson, S., Manokore, V., Marchenko, N., Mulemwa, J., Novikova, T., Otuka, J., Teppa, S. & Van Roy, W. (2002). An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36(2), 58-64.

Remesal, A., Colomina, R.M., Mauri, T. & Rochera M.J. (2017). Uso de cuestionarios online con feedback automático para la en-innovación en el alumnado universitario. *Revista Científica de Educocomunicación*, 51, pp. 51-60.

Roca, M., Márquez, C. & Sanmartín, N. (2013). Las preguntas de los alumnos: una propuesta de análisis. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 95-114.

Ruiz, A. (2019). *Enfermedades endocrinas como vehículo aplicado para la enseñanza del sistema endocrino*. Centro de Estudios de Postgrado Universidad de Jaén. Jaén, España.

Salazar, L. (2013). *Enseñanza aprendizaje del concepto de sistema nervioso en estudiantes de básica secundaria*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

Sanmartí, N. & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista De Educación Científica*, 1(1), 3-16.

Santiago, R., & Tourón, J. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, 368, 176-208.

Tiberghien, A., Vince, J. & Gaidioz, P. (2009). Design-based Research: case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.

Torres, A.M. (2013). *Propuesta metodológica para la enseñanza del sistema nervioso en el grado octavo de la Institución Educativa Francisco Miranda*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.

Villabona, C., & Herrán, A. (2017). Análisis de las ideas previas acerca del sistema nervioso en estudiantes de grado octavo. *Bio-grafía*, 10(19), 1026-1033.

Woodward, C. (1992). Raising and answering questions in primary science: some Considerations. *Evaluation and Research in Education*, 6 (2&3), p. 91.



## **IX. ANEXOS**

### **ANEXO A: Presentaciones de Google**

Anexo A.I.: Presentación del Sistema nervioso

[https://drive.google.com/open?id=1xIMqgcvhMVbnlK9MVP3GIy5VUTxHrT2MBXzc\\_vw2xplA](https://drive.google.com/open?id=1xIMqgcvhMVbnlK9MVP3GIy5VUTxHrT2MBXzc_vw2xplA)

Anexo A.II.: Presentación del Sistema endocrino

<https://drive.google.com/open?id=1dRnb1DcYCRTMOLUJqxnGp5us9JNgZdy6XKD9IkMP3wQ>

### **ANEXO B: Videos elaborados por el docente para la sesión 2**

Anexo B.I.: Video de la transmisión del impulso nervioso

<https://drive.google.com/file/d/1isIV9zyof5HTuVKU50s1-pog5hva9sko/view?usp=sharing>

Anexo B.II.: Video de la sinapsis

<https://drive.google.com/file/d/1HsPVhq9OUgB8dNzt6yjKhRW6p7PzPu1E/view?usp=sharing>

### **ANEXO C: Materiales para la Sesión 0**

Anexo C.I.: Video de presentación profesoras de prácticas

[https://drive.google.com/open?id=1QLNl-rq1EUej6AN5enH\\_YBSfUEIE-QFB](https://drive.google.com/open?id=1QLNl-rq1EUej6AN5enH_YBSfUEIE-QFB)

Anexo C.II.: Documento Word guía

<https://drive.google.com/open?id=1AidHnjXjexo4DQIxRM9MIgoB3YtljU6p>

### **ANEXO D: Documentos de apuntes de Google**

Anexo D.I.: Documento de apuntes sesión 1

[https://drive.google.com/open?id=1kEqypX2ps2f1FIGySkU3TaXvqnLNh4T1YUR\\_n88YBJ4](https://drive.google.com/open?id=1kEqypX2ps2f1FIGySkU3TaXvqnLNh4T1YUR_n88YBJ4)

Anexo D.II.: Documento de apuntes sesión 2

<https://drive.google.com/open?id=1naGEvTKwH3U71XgDbdmLvecGMH1CFTq44dFyBii82ZE>

Anexo D.III.: Documento de apuntes sesión 3

[https://drive.google.com/open?id=1-IUPCE9BjILLT8zePqpW3\\_vWnoNmfMhPSFYvMgZEEy0](https://drive.google.com/open?id=1-IUPCE9BjILLT8zePqpW3_vWnoNmfMhPSFYvMgZEEy0)

## **ANEXO E: Formularios de Google autocorregibles**

Anexo E.I.: Formulario de Google sesión 1

[https://drive.google.com/open?id=1AwynaTT-fkcbWLgBz1POS5AqmNN\\_9PyvllqkqWKusRo](https://drive.google.com/open?id=1AwynaTT-fkcbWLgBz1POS5AqmNN_9PyvllqkqWKusRo)

Anexo E.II.: Formulario de Google sesión 3

<https://drive.google.com/open?id=1jxxONMApkJUMJRxuXhd1ULHPKJ4W8iMJ16FlPjqMRPY>

Anexo E.III.: Formulario de Google sesión 4

<https://drive.google.com/open?id=1aHdNWJQ1ol7J1g02jDZ4JYCUtzxBhrjkT35QR3AoPPo>

## **Anexo F: Documento de preguntas sesión 2**

<https://drive.google.com/open?id=1U6txMmvCOAdAYeaAABqQWcJIU3DtUU2acDlo-NeWRv0>

## **ANEXO G: Presentación de Google elaborada por los alumnos**

[https://drive.google.com/open?id=1WL2ToFO09\\_nBGBD0HgZaiT8MvXxlnCMgsZhe n6sWb7o](https://drive.google.com/open?id=1WL2ToFO09_nBGBD0HgZaiT8MvXxlnCMgsZhe n6sWb7o)

## **ANEXO H: Examen final**

<https://drive.google.com/open?id=1bf15iWrTBoHi6zlUHrtG3VrhtCqyzRG-kfKFbpEK9ks>

## **ANEXO I: Evaluación final**

Anexo I.I.: Modificaciones evaluación tercer trimestre

[https://drive.google.com/open?id=1xb4VEzV3McRjOA0mAhhj2oGyc5I5B\\_1aV](https://drive.google.com/open?id=1xb4VEzV3McRjOA0mAhhj2oGyc5I5B_1aV)

Anexo I.II.: Rúbricas para la evaluación de los documentos de apuntes de la sesiones 1, 2 y 3.

Sesión 1: [https://drive.google.com/open?id=1N8CCR-GvXZ43yD-GFyr\\_44zQN-GP6K79qAxeE5fKQmg](https://drive.google.com/open?id=1N8CCR-GvXZ43yD-GFyr_44zQN-GP6K79qAxeE5fKQmg)

Sesión 2: <https://drive.google.com/open?id=11TIHEVilzI-AdTvoWWOJ2ggWcmX11jQdtjnShEotp8c>

Sesión 3: [https://drive.google.com/open?id=1YudFIGTkm\\_NkxtWupKU8trHv0iX8BRoddEvzwhIwZPA](https://drive.google.com/open?id=1YudFIGTkm_NkxtWupKU8trHv0iX8BRoddEvzwhIwZPA)

Anexo I.III.: Rúbrica para la evaluación de la Presentación de Google de las enfermedades endocrinas

<https://drive.google.com/open?id=14l0oucktHCByIZvqElfmBTmMgn7tLAE0SP86vzGsN4s>

Anexo I.IV.: Ponderación de las notas de los alumnos

<https://drive.google.com/open?id=18xuveKRJ-QLjwvjg7RlN8r1izIckiow-TQoQ739Wwjg>

#### **ANEXO J: Evaluación propuesta didáctica**

<https://drive.google.com/open?id=16NHuq690xldGAI5Q0njb0JRVJvRNNyftNazFmSbv6GI>