

**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación  
Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

*Especialidad en Biología y Geología*



**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2020/21**



**Enseñanza y aprendizaje de los órganos de los sentidos desde un enfoque  
constructivista**

*Teaching and learning the sensory organs from a constructivist approach*

**Autor: Antonio Luis Tallero Pineda**

**Director: Zoel Salvadó Belart**

# Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
1.1. Presentación personal .....	3
1.2. Presentación del currículo académico.....	4
1.3. Contexto del centro donde se han realizado los Practicum I y II .....	5
1.4. Presentación del trabajo.....	5
<b>2. Análisis didáctico de las actividades del Máster seleccionadas y su aplicación en el Prácticum .....</b>	<b>7</b>
2.1. Diseño y análisis de una prueba de evaluación .....	7
2.2. Diseño de una salida de campo en clase de Geología.....	8
<b>3. Propuesta didáctica .....</b>	<b>11</b>
3.1. Título y nivel educativo .....	11
3.2. Evaluación inicial.....	11
3.3. Objetivos del currículo .....	14
3.4. Justificación.....	16
<b>4. Actividades .....</b>	<b>22</b>
4.1. Contexto del aula y participantes.....	23
4.2. Actividad 1. Experimentos sensoriales.....	23
4.3. Actividad 2. Mural colaborativo “Expertos Sanitarios” .....	26
4.4. Actividad 3. El mapa de la lengua .....	30
4.5. Criterios de calificación .....	33
<b>5. Análisis de los resultados de aprendizaje .....</b>	<b>34</b>
<b>6. Evaluación de la propuesta didáctica .....</b>	<b>39</b>
<b>7. Consideraciones finales .....</b>	<b>42</b>
<b>8. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>43</b>
<b>9. Anexos .....</b>	<b>46</b>

Nombre del alumno	Antonio Luis Tallero Pineda
Director del TFM	Zoel Salvadó Belart
Tutor del Centro de Prácticas II	María Coloma Pocoví
Centro Educativo	IES Valdespartera
Curso en el que se desarrolla la propuesta	3º de ESO
Tema de la propuesta	Órganos de los sentidos

## 1. Introducción

### 1.1. Presentación personal

Mi nombre es Antonio Luis Tallero Pineda y nací en Algeciras (Cádiz) en 1987. Estudié la licenciatura en veterinaria en la Universidad de Córdoba. Más que por vocación, elegí esta carrera por interés por la ciencia y por la naturaleza. Posteriormente estudié la licenciatura de segundo ciclo Ciencia y Tecnología de los Alimentos, también en la Universidad de Córdoba, ya que “las mascotas” no eran lo mío.

Una vez culminado mis estudios y habiendo adquirido experiencia laboral en el ámbito agroalimentario, en el campo del I+D y en el asesoramiento técnico a industrias cárnicas, decidí emprender una aventura en el extranjero. Viví y trabajé durante cuatro años en el Reino Unido, en el campo de la seguridad alimentaria y en la clínica de animales de producción. A la vuelta a España, y ante la falta de perspectiva laboral en Andalucía y continuando mi interés por descubrir lugares diferentes y conocer a sus gentes, opté por continuar mi vida en la provincia de Tarragona. En los últimos dos años trabajé para empresas de producción de aditivos para piensos animales que me llevaron a viajar por varios sitios del planeta y también por gran parte de Cataluña, Aragón, y todo el levante peninsular.

Mi decisión de acercarme a la docencia, después de un variado recorrido laboral en los últimos años, viene dada por varios motivos. Inicialmente esta idea tras acabar la carrera no entraba en mis planes, aunque una constante siempre ha estado presente en mi vida, y es el interés por la ciencia, por aprender y mi interés por las personas, que ahora han hecho incrementar mi interés por la educación. Mi madre, docente, y mi padre, enamorado de la naturaleza y la fotografía, me transmitieron desde muy joven esa curiosidad por saber y conocer todo lo relacionado con la ciencia, los animales, la naturaleza. Habiendo adquirido una visión del mundo y de la ciencia bastante amplia, me planteé que tenía la suficiente madurez y pasión para saber transmitir ese conocimiento a otras personas y también ganas de aprender.

Mis expectativas respecto al Máster de Profesorado no eran muy altas. Pero gracias a ello y a adentrarme en el campo de la pedagogía y la didáctica he descubierto no solo un interés por la

ciencia y el conocimiento que ya albergaba, sino por el aprendizaje, la educación y también me ha permitido ser más consciente de su gran relevancia en nuestra sociedad y la necesidad existente de docentes preparados y apasionados por la educación. Cursar el Máster ha sido una grata sorpresa y mi experiencia durante el prácticum me han dado el empujón para continuar este camino con una gran ilusión y entusiasmo que espero transmitir a mis futuros alumnos y alumnas como profesor.

## 1.2. Presentación del currículo académico

El presente trabajo, que se centra en la propuesta didáctica diseñada e implementada durante el Prácticum II en el IES Valdespartera en Zaragoza, se ubica en el tercer curso de la ESO (Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo). En este curso, los alumnos cuentan con un gran bloque de salud humana, después de haber visto un bloque de la Tierra en el Universo, la biodiversidad en el planeta, además de un bloque sobre modelado del relieve posteriormente al bloque sobre promoción de la salud. Adicionalmente, existe un bloque de contenidos sobre Metodología científica: habilidades, destrezas y estrategias y un último sobre trabajo en equipo para la investigación científica.

El tema elegido fue los órganos de los sentidos que se encuentra en el Bloque 4: las personas y la salud. Promoción de la salud, después de que los alumnos hayan visto la función de nutrición, sistema respiratorio, digestivo, circulatorio. Los órganos de los sentidos se encuentran dentro de la función de relación y se suelen estudiar junto al sistema nervioso, órganos receptores y efectores y sistema endocrino.

Tabla 1.

Contenidos tratados en la propuesta didáctica señalados en amarillo.

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	Curso: 3º
<b>BLOQUE 4: Las personas y la salud. Promoción de la salud</b>	
<p>CONTENIDOS: Niveles de organización de la materia viva. Organización general del cuerpo humano: células, tejidos, órganos, aparatos y sistemas. La salud y la enfermedad. Enfermedades infecciosas y no infecciosas. Higiene y prevención. Sistema inmunitario. Vacunas. Los trasplantes y la donación de células, sangre y órganos. Las sustancias adictivas: el tabaco, el alcohol y otras drogas. Problemas asociados. Nutrición, alimentación y salud. Los nutrientes, los alimentos y hábitos alimenticios saludables. Trastornos de la conducta alimentaria. La función de nutrición. Anatomía y fisiología de los aparatos digestivo, respiratorio, circulatorio y excretor. Alteraciones más frecuentes, enfermedades asociadas, prevención de las mismas y hábitos de vida saludables. <b>La función de relación. Sistema nervioso y sistema endócrino. La coordinación y el sistema nervioso. Organización y función. Órganos de los sentidos: estructura y función, cuidado e higiene.</b> El sistema endocrino: glándulas endocrinas y su funcionamiento. Sus principales alteraciones. El aparato locomotor. Organización y relaciones funcionales entre huesos y músculos. Prevención de lesiones. La reproducción humana. Anatomía y fisiología del aparato reproductor. Cambios físicos y psíquicos en la adolescencia. El ciclo menstrual. Fecundación, embarazo y parto. Análisis de los diferentes métodos anticonceptivos. Técnicas de reproducción asistida Las enfermedades de transmisión sexual. Perención. La repuesta sexual humana. Sexo y sexualidad. Salud e higiene sexual.</p>	

Nota. Adaptado de la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo. Boletín Oficial de Aragón. Zaragoza, 3 de junio de 2016, núm. 105, pp. 12689.

Adicionalmente, se decide trabajar algunos contenidos y criterios de evaluación del bloque 7 sobre trabajo de investigación científica, de manera que se contribuya a los objetivos planteados en la propuesta didáctica.

Tabla 2.

Se trabajan contenidos del bloque 7 que contribuyen a conseguir los objetivos de la propuesta didáctica.

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	Curso: 3º
<b>BLOQUE 7: Proyecto de investigación</b>	
CONTENIDOS: Proyecto de investigación en equipo.	

Nota: Adaptado de la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo. Boletín Oficial de Aragón. Zaragoza, 3 de junio de 2016, núm. 105, pp. 12696.

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

El I.E.S. Valdespartera es un Instituto de Enseñanza Pública, abierto en 2011 como el primer centro público de Educación Secundaria para atender a la población escolar de los nuevos barrios del sur de Zaragoza. En la actualidad el centro cuenta con cerca de 800 alumnos.

El Instituto ocupa un edificio de nueva construcción que se proyectó para albergar 20 aulas de E.S.O. (5 grupos por nivel) y 8 de Bachillerato (4 grupos en cada uno de los cursos). Actualmente en la etapa de Secundaria Obligatoria el centro supera con creces el número de grupos para el cual fue originalmente diseñado, lo cual está dando lugar a ciertos problemas de espacio.

El IES Valdespartera se encuentra acogido al programa bilingüe MEC-British Council. El hecho de que tanto el CEIP Montecanal como el CEIP Valdespartera esté también acogidos al convenio MEC-British Council de Currículo Integrado en inglés facilita la continuidad de los alumnos en el Programa Bilingüe. Este hecho fomenta que los alumnos de ambos CEIPs elijan muy mayoritariamente el IES Valdespartera para continuar los estudios de Secundaria tras la etapa de Primaria. Generalmente los alumnos del centro vienen de familias jóvenes y con una buena situación socioeconómica, con bastantes niños en edad de escolarización.

En el centro se realizan distintas actividades extraescolares, con buena acogida por parte de los alumnos y sus familias, para lo cual el centro permanece abierto por las tardes. En la actualidad el centro participa del *Proyecto de Integración de Espacios Escolares* (PIEE) promovido por el ayuntamiento de Zaragoza y del programa *Escolares Activos, Ciudadanos Vitales* promovido por la Dirección General de Deportes de la DGA.

En el momento de realizar las prácticas, existía un Plan de Contingencia Covid, debido a la pandemia, que regulaba las ratios en aula, distancia social y agrupamientos.

### 1.4. Presentación del trabajo

El presente trabajo podría dividirse en dos partes independientes: una se trata del análisis de dos actividades o herramientas con las que se ha trabajado en el transcurso del máster en algunas de sus asignaturas y que hayan supuesto una mejora en las competencias del futuro docente a la hora

de desarrollar su trabajo durante el prácticum o bien en el futuro de su profesión. Por otro lado, se trata del análisis de la propuesta didáctica llevada a cabo durante el prácticum II y una reflexión personal sobre el proceso de aprendizaje en el Máster de Profesorado.

Más concretamente, la propuesta didáctica se dirigió a dos grupos de 3º de ESO de la asignatura Biología y Geología en plan bilingüe, como se ha comentado anteriormente, se trató la unidad didáctica función de relación, y más concretamente los órganos de los sentidos. A lo largo de 8 sesiones en cada grupo, se pretendió utilizar un enfoque alejado de metodologías más tradicionales y se optó por un enfoque constructivista, donde se realizaron actividades basadas en metodologías activas como el Aprendizaje Colaborativo y Experiencial apoyado en TIC. Todo ello encaminado a contribuir al aprendizaje exitoso de los alumnos y para ello aumentando su motivación.

## 2. Análisis didáctico de las actividades del Máster seleccionadas y su aplicación en el Prácticum

### 2.1. Diseño y análisis de una prueba de evaluación

La primera actividad elegida se trata del diseño y análisis de una prueba de evaluación, que se realizó dentro del tema Introducción al diseño curricular, en la asignatura “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales”, impartida por el profesor Francisco Luis Alda.

La necesidad de diseñar una buena prueba de evaluación viene dada de la necesidad de alinear las dos perspectivas que los profesores y alumnos guardan respecto al currículo y la evaluación. Para los profesores, el aspecto prioritario es el cumplimiento de los objetivos. Sin embargo, la evaluación es la principal influencia sobre el enfoque que los alumnos adoptan al afrontar una tarea escolar. Por lo tanto, para alinear las dos perspectivas es necesario diseñar la evaluación en función de los objetivos pretendidos.

Por ejemplo, si se pretende que los alumnos comprendan el mecanismo de la respiración celular y sepan aplicar ese conocimiento en diferentes contextos, no sería lo más apropiado preguntar “¿Cuántas moléculas de ATP se producen a partir de una molécula de glucosa en la glucólisis? ¿y en la respiración celular?”, sino que podríamos aplicar una pregunta que requiera mayor profundidad de conocimiento, como por ejemplo “¿Qué tipo de fibras musculares tratará de desarrollar un deportista especializado en esfuerzos de resistencia, fibras oxidativas o glucolíticas?”.

De acuerdo con el profesor Alda, los alumnos estudian, básicamente, para tener éxito en la evaluación. Su experiencia de aprendizaje tendrá más que ver con lo que nosotros evaluamos que con lo que enseñamos. Al menos, deberíamos reflexionar sobre las dimensiones pedagógicas de lo que evaluamos para evitar devaluar el aprendizaje. De este modo, el diseño y análisis de las pruebas de evaluación debería hacerse desde dos dimensiones del conocimiento: la profundidad del conocimiento dada por la taxonomía de Bloom y por otro lado, la estructura del conocimiento, pudiendo ser esta factual, conceptual, procedimental o metacognitivo. Por lo tanto, en esta actividad se realiza lo siguiente:

1. Relacionar preguntas de nuestra prueba de evaluación con los criterios de evaluación del currículo.
2. Descomponer los enunciados de las preguntas en ítems simples, cada uno de los cuales corresponda solo a un proceso cognitivo. Es decir, se identifique con un solo verbo.
3. Para cada uno de esos ítems simples, identificar su demanda cognitiva (profundidad del conocimiento que requieren) y el tipo de conocimiento que suponen (factual, conceptual, procedimental o metacognitivo).
4. Señalarlas en la hoja de cálculo Excel "Análisis del examen" marcando con cualquier carácter en las casillas correspondientes.

Dicha hoja de Excel puede consultarse en el [anexo 1](#).

Al señalar profundidad y tipo de conocimiento de cada pregunta que realizamos al alumno, vemos en un gráfico (Figura 1) que nos muestra como es una prueba de evaluación y donde hemos centrado nuestra evaluación.

En el caso de la propuesta didáctica realizada durante el prácticum, decidí usar esta herramienta para analizar un examen que la editorial Oxford propone en su material didáctico para Biología y Geología en 3º de la ESO (modalidad bilingüe). Por otro lado, sirvió para analizar una nueva prueba diseñada personalmente, más ajustada a mi propuesta didáctica, ya que no se siguieron los materiales didácticos del libro de texto Oxford y se usaron otros alternativos. Ya que al observar que el examen de la editorial se quedaba en un plano del conocimiento superficial, en su mayoría de preguntas de identificar y explicar hechos, se intentó diseñar una prueba más variada o que evaluara un plano más profundo del conocimiento (ver [anexo 1](#)).

**Figura 1.**

Comparación del grado de profundidad y tipo de conocimiento evaluado en dos exámenes de la unidad didáctica propuesta. Elaboración propia.



## 2.2. Diseño de una salida de campo en clase de Geología

Esta actividad fue propuesta por José Ignacio Canudo, profesor de la asignatura “Contenidos Disciplinarios de Geología” y actual director del Museo de Ciencias Naturales de Zaragoza.

El objetivo de la actividad era diseñar una actividad de salida de campo con interés geológico en lugar que eligiéramos, y se trataba de enforarla al potencial educativo y potencial de evaluación que tendría para encuadrarlo en el currículo de Educación Secundaria. Por lo tanto, se trataba no solo de demostrar conocimientos adquiridos en la disciplina de geología, sino de trasladarlos a la didáctica. El guion del trabajo no fue proporcionado a los estudiantes, sino que se tuvo que estructurar mediante las habilidades adquiridas durante el Máster, de modo que fuera lógico para el diseño de una actividad didáctica (contexto, objetivos, criterios de evaluación, temporalización, metodología, recursos, evaluación, etc). Era recomendable que se visitara el lugar de la salida de campo personalmente, de modo que se tuviera una visión más realista del entorno a visitar y así también aportar evidencias visuales del entorno. También se procedió a una búsqueda de referencias bibliográfica en didáctica de la geología para conocer experiencias previas y métodos a usar durante las salidas de campo en esta disciplina y tener así un punto de partida. Una vez

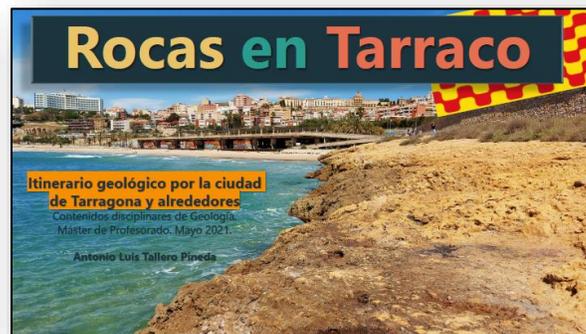
realizado, el trabajo se presentó mediante una presentación oral con soporte *PowerPoint* ante toda la clase. Dicha presentación puede consultarse en [Anexo 2](#).

Ya que en el momento de elección del tema existían confinamientos perimetrales por todo el estado español y eran difíciles los desplazamientos, decidí elegir la ciudad de Tarragona como sitio de la salida de campo, ya que es donde resido actualmente. En principio este lugar no tiene estructuras geológicas espectaculares, pero consideré que podría ser interesante que los alumnos pusieran el valor su entorno más cercano. La ciudad de Tarragona tiene gran cantidad de monumentos de origen romano cuyo material principal es la roca. Esta se podía utilizar como motivo de estudio e hilo conductor, al poder relacionar las rocas de los monumentos con las rocas del entorno de la ciudad, además de estudiar otros aspectos interesantes que podían verse en la playa como su litología, estratigrafía e identificación de gran cantidad de fósiles.

Por lo tanto, para la salida de campo, que titulé “Rocas en Tarraco” (Figura 2), escogí como contexto un centro de educación secundaria de Tarragona, para un grupo de 4º de ESO y se propuso como metodología de la técnica *jigsaw* o grupos de expertos, de aprendizaje cooperativo, en la que cada grupo se especializaba en un ámbito de la geología: fósiles, tipos de roca y estratigrafía y posteriormente debían explicar lo que aprendían a sus compañeros. Previamente, los alumnos tenían que elaborar materiales que les permitieran estudiar las zonas que se visitarían: claves de identificación de rocas y fósiles, búsqueda de mapas geológicos de la zona de Tarragona, etc. Estas herramientas les permitirían realizar un informe a completar por cada grupo de alumnos y que incluye varias preguntas en referencia a tipos de fósiles, rocas e información sobre afloramientos encontrados. La salida de campo tenía lugar en tres sitios de interés geológico: muralla romana y anfiteatro, playa del Miracle y Arrabassada, y por último, la cantera romana del Médol.

Figura 2.

Portada de la presentación de la actividad "Diseño de una salida de campo" en Contenidos Disciplinarios de Geología". Elaboración propia.



La evaluación de la salida de campo se propuso que se hiciera mediante coevaluación entre alumnos, evaluación de las producciones (materiales e informe) y también mediante un test con preguntas multirrespuesta después de la salida, de forma individual, con el propósito de que se evaluara a todos los miembros de los grupos, y que no solo algunos realizaran el trabajo.

Esta actividad, de la asignatura “Contenidos Disciplinarios de Geología”, nos ha permitido por una parte, profundizar nuestros conocimientos sobre contenidos de geología, al vernos obligados a buscar lugares y recursos a la hora de diseñar la salida de campo, y por otro lado, aprender cuestiones a tener en cuenta al desarrollar este tipo de actividades: tiempo que se va a necesitar para su puesta en práctica, accesos, recursos físicos y humanos, prever imprevistos, y fundamentalmente, buscar y encontrar el potencial educativo del lugar o la actividad. Es decir, diseñar una salida de campo para que nuestros alumnos aprendan puede no ser exitosa si no se planea de forma adecuada. Sin embargo, esta actividad nos ha ayudado a ser conscientes de ello y a ser capaces de encontrar recursos y formas de evaluación para conseguir los objetivos de aprendizaje que nos planteamos. La actividad ha contribuido a adquirir destrezas y habilidades para el diseño de actividades que han ayudado al realizar esta tarea durante el Prácticum II.

Por último, me gustaría señalar que el diseño de esta salida de campo ha conseguido despertar mi curiosidad e interés por la geología. Mi conocimiento previo sobre esta disciplina, teniendo en cuenta mi formación como veterinario, era bastante limitada. Gracias a la búsqueda minuciosa de sitios con interés geológico en el entorno de mi ciudad y al saber apreciar ahora que aspectos de nuestro entorno más cercanos son relevantes para esta disciplina, han despertado mis ganas por saber más y a la vez ganas por transmitir ese conocimiento. Por lo tanto, espero poder trasladar ese interés también a mis futuros alumnos.

### 3. Propuesta didáctica

#### 3.1. Título y nivel educativo

##### **“Enseñanza y aprendizaje de los órganos de los sentidos desde un enfoque constructivista”**

Está destinada al nivel 3º de ESO de la asignatura Biología y Geología, en el bloque 4: Las personas y la salud. Promoción de la salud (Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo). Se abordan los contenidos: tipos de receptores y relación con sistema nervioso y órganos efectores, la vista, el oído, el olfato y el gusto y, por último, el sentido del tacto. Más adelante, en el [apartado 3.3](#), se especifican los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que se evalúan durante la unidad.

Se ha optado por un modelo pedagógico constructivista a través de la implementación de métodos de Aprendizaje Activo. Por lo tanto, se van a explicar tres tipos de actividades desarrolladas durante el prácticum, que son: Aprendizaje Cooperativo mediante grupos de expertos usando TIC, uso de experiencias en el aula mediante experimentos sensoriales y la estrategia metodológica *think-pair-share* para desplazar una idea alternativa.

#### 3.2. Evaluación inicial

Antes de diseñar la propuesta didáctica, se procede a conocer lo que saben nuestros alumnos. Por lo tanto, se realiza una primera revisión bibliográfica, haciendo hincapié en las ideas alternativas o dificultad de aprendizaje que puedan tener de acuerdo con su nivel académico, en este caso, primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria.

##### **Revisión bibliográfica**

Algunas de las **ideas previas o concepciones erróneas** que se mencionan en la bibliografía acerca de los contenidos sobre órganos receptores son: la idea alternativa llamada “mapa de la lengua” (Marshall, 2013), la falta de relación entre los órganos de los sentidos y sus estímulos, y también que los alumnos no suelen relacionar los órganos receptores con el sistema nervioso (Hurtado, 2000). Este problema, que se mantiene hasta niveles más avanzados de educación secundaria, puede ligarse a varias confusiones detectadas en los libros textos. Así, es frecuente la confusión entre el concepto de receptor y órgano de los sentidos. Además de no reconocer los órganos de los sentidos de una forma integrada con el sistema nervioso y los órganos efectores, como función de relación, los alumnos pueden tener dificultades al asociar la recepción de estímulos a otros seres vivos distintos a los mamíferos u animales más complejos (Barros, 2018).

Hurtado (2000) también señala algunas **explicaciones teleológicas** que aparecen en libros de texto sobre los órganos de los sentidos, como son las siguientes: (1) “La pupila controla la cantidad de luz que entra en el ojo para que no se dañe la retina.” (2) “La cornea es transparente para permitir la entrada de la luz”. (3) “Para protegerse, la piel fabrica un pigmento llamado melanina.”

##### **Evaluación inicial del grupo-clase**

Además de esta revisión de ideas previas y dificultades de aprendizaje, se procedió a la evaluación inicial de los grupos con los que se trabaja, de modo que el docente sea consciente de lo que saben

sus alumnos y que puedan conectar sus ideas previas con lo que se les está enseñando. De este modo, y de forma que puedan conectar estas nuevas ideas a un contexto diferente, se podrá llegar a un aprendizaje más profundo (Peeck, 1982).

Así pues, para conocer aspectos del comportamiento y nivel académico de los grupos, se realiza una **entrevista inicial** con su profesora titular. Esta entrevista sirve de punto de partida para la elección de grupos, tema a tratar y sirve de percepción global de las características de los estudiantes. Por ejemplo, se constata en esta entrevista que, desde la vuelta al número de alumnos habitual al aula, ya que por protocolo Covid se habían desdoblado, la participación ha disminuido significativamente. En general el nivel académico de los alumnos es bueno, pero hay algunos estudiantes más desmotivados, que suelen interrumpir la clase y no están implicados en el trabajo, por lo que hace que el rendimiento de la clase disminuya.

También se realiza una **valoración por observación directa** de los grupos en el aula, que determinan el grado de madurez y desarrollo de los estudiantes, la participación e implicación en clase, interacciones alumno-alumno y alumno-profesor. Todo esto es determinante para la elección de la metodología, creación de materiales y elección de objetivos en la propuesta didáctica. Por ejemplo, se observa que las clases son de tipo expositivo, donde los alumnos escuchan la lección, tienen que realizar ejercicios del libro de texto en casa, y realizar un examen al final de la unidad didáctica. Por lo que a la hora de observar el comportamiento de los alumnos se observa la interacción de los estudiantes que suele ser escasa. Además, son solo los mismos estudiantes que responden a las preguntas de la docente. Por otro lado, algunos estudiantes hablan entre ellos sin prestar atención a la explicación en clase o realizan el trabajo de otras asignaturas. También es destacable que las clases son a última hora del día (séptima hora) y parecen cansados, por lo que les cuesta mantener la atención y mostrar interés.

De forma complementaria, se realiza una **encuesta** breve a través de *Google Forms* en la que se evalúan algunas **ideas previas** y **el interés y percepción por la materia de biología y geología**, para analizar qué influencia puede tener en el grado de motivación del alumnado.

Algunas de las preguntas propuesta en la encuesta son: (1) “¿de qué órgano depende el equilibrio?” (2) “¿Cuáles son los órganos de los sentidos?” (3) “¿Qué tipos de estímulos puede detectar tu piel?”. El resto de la encuesta puede verse en el [Anexo 3](#).

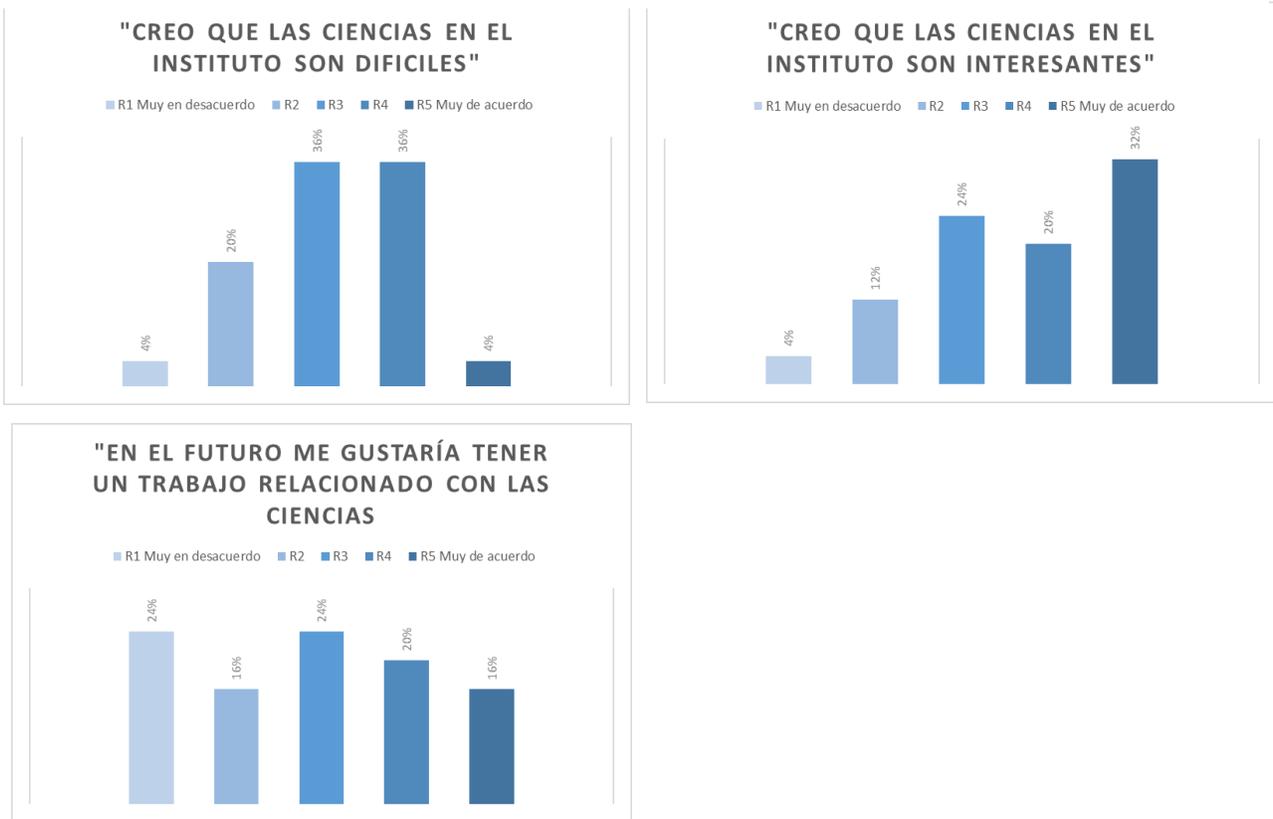
Los resultados, de un número de 25 respuestas, muestran que los alumnos tienen un conocimiento básico sobre los órganos de los sentidos, sabiendo identificarlos en su mayoría, aunque algunos estudiantes confunden los órganos sensoriales con sus “sentidos” (*p. ej.* vista y ojo) y también, al preguntar donde se percibe el gusto, algunos confunden el órgano de la lengua con la boca. Una de las alumnas menciona que no conoce el órgano del sentido del tacto. Y otra, afirma que los órganos de los sentidos son los nervios. En cuanto al equilibrio, algunos alumnos aseguran que su órgano responsable es el cerebro, la columna vertebral, o el estómago.

Al analizar la percepción, el interés y motivación que pueden tener los estudiantes sobre las ciencias en clase, se les pregunta: (1) “¿crees que las ciencias en el instituto son difíciles?” (2)

“¿Crees que las ciencias en el instituto son interesantes?” (3) “¿En el futuro, te gustaría tener un trabajo relacionado con las ciencias?” (Figura 3).

Figura 3.

Resultados de encuesta de evaluación inicial en una muestra de 25 estudiantes para conocer su percepción e interés por las ciencias. Elaboración propia.



En cuanto a percepción de la dificultad de la materia e interés, hay obviamente diferencias entre los 25 alumnos que responden a la encuesta. Como se ve en la gráfica 2, una mayoría considera la asignatura o las ciencias en el instituto difíciles, aunque la mayoría muestra interés por las ciencias. Sin embargo, su motivación para dedicarse a algo relacionado con las ciencias es bastante variada.

Adicionalmente, en una **primera sesión de contacto**, se lleva a cabo una gamificación mediante una herramienta TIC, que también sirve de evaluación inicial con el objetivo de poder complementar la evaluación inicial del grupo al **inferir información de la interacción alumno-alumno y profesor-alumno**. Dicha actividad consistió en un juego tipo “Pasapalabra” mediante la herramienta *EducaPlay* (ver en [Anexo 9](#)), donde se les preguntaba por términos de sobre la función de relación (órganos de los sentidos y sistema musculoesquelético) y tenían que responder en parejas. Quien acertara más preguntas podía ganar puntos, dándole esto un aspecto lúdico a la actividad para motivar a la participación de los alumnos en una primera toma de contacto con el nuevo docente y unidad didáctica. Dicha actividad también sirvió para establecer el nivel de inglés del alumnado, ya que se trataba de la lengua vehicular de las clases y era necesario conocer esto para diseñar materiales y actividades.

Teniendo en cuenta la información extraída sobre el tema y los grupos, se procede a realizar el diseño de la propuesta didáctica que suponga una estrategia de éxito para el aprendizaje de los órganos de los sentidos y que sea motivadora para los estudiantes.

### 3.3. Objetivos del currículo

#### Objetivos generales

A continuación, se citan los objetivos encuadrados en el marco educativo estatal y autonómico del currículo de ESO, a los que se contribuye con la propuesta didáctica llevada a cabo. Del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato establece que la Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

- e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las **fuentes de información** para, con **sentido crítico**, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las **tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación**.*
- i) Comprender y expresarse en una o más **lenguas extranjeras** de manera apropiada.*
- k) Conocer y aceptar **el funcionamiento del propio cuerpo** y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los **hábitos de cuidado y salud corporales** e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los **hábitos sociales relacionados con la salud**, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.*

En cuanto a los objetivos planteados dentro del marco autonómico de Aragón y centrados en la asignatura biología y geología, la propuesta contribuye a los siguientes objetivos que se incluyen en la Orden ECD/489/2016:

*Obj.BG.4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las **Tecnologías de la Información y la Comunicación**, y emplear dicha información para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos, valorando su contenido y adoptando **actitudes críticas sobre cuestiones científicas y técnicas**.*

*Obj.BG.5 **Adoptar actitudes críticas**, fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas, contribuyendo así a la asunción para la vida cotidiana de **valores y actitudes propias de la ciencia** (rigor, precisión, objetividad, reflexión lógica, etc.) y del **trabajo en equipo** (cooperación, responsabilidad, respeto, tolerancia, etc.).*

*Obj.BG.6. Desarrollar **actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal** y comunitaria a partir del conocimiento sobre la **constitución y el funcionamiento de los seres vivos**, especialmente del **organismo humano**, con el fin de perfeccionar estrategias*

*que permitan hacer frente a los riesgos que la vida en la sociedad actual tiene en múltiples aspectos, en particular en aquellos relacionados con la alimentación, el consumo, la movilidad sostenible, el ocio, las drogodependencias y la sexualidad.*

### **Criterios de evaluación y competencias clave**

Se pretende contribuir a alcanzar dichos objetivos gracias al enfoque de aprendizaje basado en competencias clave (CC). De las cuales, se propuso que se trabajaran la competencia científica (CMCT), competencia digital (CD), y la competencia social y cívica (CSC), gracias a los Criterios de Evaluación recogidos en la Tabla 3.

**Tabla 3.**

Relación entre criterios de evaluación, competencias clave y estándares de aprendizaje que se pretenden alcanzar mediante la propuesta didáctica.

<b>Criterios de Evaluación</b>	<b>CC</b>	<b>Estándares de Aprendizaje Evaluables (EAE)</b>
<b>Crit.BG.4.17. Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista.</b>	CMCT	Est.BG.4.17.1. Especifica la función de cada uno de los aparatos y sistemas implicados en las funciones de relación. Describe los procesos implicados en la función de relación, identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso.
		Est.BG.4.17.2. Clasifica distintos tipos de receptores sensoriales y los relaciona con los órganos de los sentidos en los cuales se encuentran.
<b>Crit.BG.4.18. Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos, describir su funcionamiento.</b>	CMCT	Est.BG.4.18.1. Identifica algunas enfermedades comunes del sistema nervioso, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.
<b>Crit.BG.7.3. Utilizar fuentes de información variada, discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para su obtención.</b>	CD	Est.BG.7.3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.
<b>Crit.BG.7.4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.</b>	CSC	Est.BG.7.4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.

Nota. Adaptado de la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo. Boletín Oficial de Aragón. Zaragoza, 3 de junio de 2016, núm. 105.

Para atender también aspectos emocionales en la educación, que influyen de manera significativa en el aprendizaje de los alumnos, se proponen objetivos adicionales.

### **Otros objetivos relevantes**

Aumentar la motivación del alumnado respecto a la materia, de forma de que se mejore el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### 3.4. Justificación

#### **Desafíos y oportunidades en la enseñanza y aprendizaje de los órganos de los sentidos**

El tema órganos de los sentidos se encuadra en el Bloque 4 del currículo de Aragón, que se enfoca en la promoción de salud humana de 3º de ESO. Es un bloque extenso y de gran importancia para el saber y saber hacer de los alumnos que, como futuros ciudadanos, necesitan tener conocimientos sobre la anatomía y funcionamiento de su cuerpo, su salud y la de los demás.

La función de relación es una de las relaciones vitales de los seres vivos, además de la reproducción y la nutrición. Sin embargo, ésta suele ocupar poco espacio en los currículos de primaria y secundaria, respecto a estos últimos. En concreto, el estudio de los órganos de los sentidos solo ocupa un criterio de evaluación en el currículo de secundaria de Aragón (Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo), y éste se limita al estudio descriptivo de estructuras y funciones, y no profundiza en la comprensión de su relación con el sistema nervioso. Según Barros (2018) “en líneas generales, los currículos escolares concretan más los aspectos descriptivos que los explicativos e integradores de la función de relación, lo cual limita el desarrollo de la competencia científica” (p. 8).

Otros autores también inciden en la misma cuestión, poniendo de manifiesto que los libros de texto solo se centran en el estudio descriptivo de los órganos de los sentidos. Stansfield (2012), recalca la importancia de conocer la variación interpersonal de percepción de los sentidos entre personas, a la hora de analizar nuestro entorno. Esto es muy relevante a la hora de realizar análisis empíricos en ciencias. De este modo, es necesario que los alumnos comprendan que nuestros sentidos no son tan precisos como cualquier instrumento de medición en el laboratorio, y que pueden existir variaciones u obstáculos que nuestro organismo encuentra cuando, por ejemplo, existe una falta de información visual o interferencias. Una manera bastante didáctica de ilustrar este fenómeno es mediante **ilusiones ópticas o táctiles**, por ejemplo. De hecho, son muchos los autores y docentes que recurren a este tipo de experiencias para que los estudiantes aprendan a través del aprendizaje experiencial o basado en la indagación, la función de los órganos de los sentidos. Por ejemplo, Rodríguez y Tuero (2011), realizan tres experiencias para el estudio de la visión estereoscópica, la sensibilidad táctil de la piel y la percepción del gusto mediante catas de alimentos. Estas actividades tienen bajo coste, son fáciles de implementar en el aula y tienen buenos resultados didácticos. Lawton (2009) propone varios ejemplos de ilusiones ópticas y táctiles para el estudio de la visión y el tacto en el aula. También se han descrito trabajos que **ahondan en el estudio de conexiones neuronales** encargados de producir la visión, mediante la realización de proyectos de investigación basados en el aprendizaje por indagación, y que, aunque están diseñados para niveles más altos de educación secundaria y educación universitaria, podrían adaptarse a niveles inferiores de la ESO (Prud'homme-Généreux, 2010). La autora propone soluciones para la adaptación de actividades que conllevan niveles superiores de pensamiento, en experiencias para alumnos más jóvenes, no solo para el estudio de la fisiología de la visión, sino también como introducción al diseño de experimentos.

Basado en las anteriores evidencias, se decidió incluir una actividad en la propuesta didáctica que abordara ilusiones ópticas y experiencias como detección de sensibilidad de la piel (ver Actividad 1, [apartado 4.2](#)).

Otro aspecto que considerar, a la hora decidir qué enseñar a los estudiantes, es que los llamados órganos de los sentidos, órganos receptores o simplemente los sentidos contemplan el oído, la vista (cuyo órgano es el ojo), el tacto (cuyo principal órgano es la piel), el gusto (cuyo órgano es la lengua) y el olfato (que es percibido en la nariz). Sin embargo, el criterio de evaluación “Crit.BG.4.17. Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista” (Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo), se centra solo en la prevención de enfermedades del oído y la vista, y obvia **enfermedades tan relevantes en otros órganos sensoriales** como es el cáncer de piel, cuya prevención es de especial importancia en la adolescencia. Se ha demostrado que la educación sobre los riesgos de la exposición al sol puede potencialmente ser más efectiva, si se integra con educación acerca de la anatomía, fisiología y cuidado de la piel, siendo este último punto de relevancia más inmediata para los adolescentes (Vera et al., 2013) ya que dada la cantidad sustancial de tiempo que los niños y adolescentes pasan en el entorno escolar, es fundamental abordar la prevención del cáncer de piel en este entorno (Guy et al., 2016).

Otra patología de gran relevancia para los adolescentes es la miopía, cuya prevalencia es bastante alta durante esta etapa de la vida. La evidencia epidemiológica reciente sugiere que los adolescentes que pasan más tiempo al aire libre tienen menos probabilidades de ser, o volverse miopes, sin importar cuánto trabajo realicen de cerca, como leer o mirar pantallas, o si sus padres son miopes (French et al., 2013). Por lo tanto, es importante que los adolescentes conozcan la anatomía y función de las estructuras oculares y que puedan asociar hábitos saludables a la prevención de la miopía durante su etapa estudiantil.

Visto esto, se decidió diseñar una actividad que implicara el **aprendizaje y concienciación de las enfermedades y hábitos saludables** hasta ahora mencionados (ver actividad 2, [apartado 4.3](#)). Adicionalmente, una de las actividades propuestas es reemplazar una de las **ideas alternativas** detectadas en la evaluación inicial (ver actividad 3, [apartado 4.4](#)). Algunos autores recomiendan la identificación de ideas alternativas en los libros de texto al comienzo de cada unidad, y mostrar los errores que pueden existir para acabar con ellos (Barras, 1984). Una de estas concepciones erróneas es el *mapa de la lengua*, que consiste en que los sabores son detectados solo por partes específicas de la lengua. El origen de dicha idea es una traducción desacertada por Boring en los 1950, de un artículo del científico alemán P. Hanig en 1901. Esta mala interpretación pasó a los libros de texto escolares y se ha perpetuado hasta hoy (Marshall, 2013). Sin embargo, recientemente se ha puesto en evidencia el error de esta idea, y desde un punto de vista científico, es más preciso afirmar que los sabores se detectan por receptores que se encuentran por todo el epitelio lingual, incluso en el paladar y epiglotis.

### **La importancia de la motivación en el aula**

Desviándonos de la justificación didáctica y centrándonos en aspectos emocionales del aprendizaje como la motivación, es necesario destacar que los últimos informes internacionales como PISA, muestran conclusiones poco alentadoras frente al sistema educativo español y concluyen que este

se trata en su mayoría de un sistema academicista y que se basa en que los estudiantes sepan reproducir lo que se les enseña en el aula (Cañal et al., 2011). Puede que este carácter academicista sea una de las razones por la falta de motivación del alumnado en ciencias. El uso de métodos y actividades que generen un aprendizaje autónomo y fomenten la motivación resulta imprescindibles para desarrollar un aprendizaje constructivista de las ciencias (Cañal et al., 2011).

Citando a John Dewey (1913) “No existe la educación obligatoria. Podemos establecer la obligatoriedad de asistir a clase, pero la educación solamente surge del deseo de participar en las actividades de la escuela” (p. 11). Ese deseo es lo que comúnmente llamamos como motivación, y es uno de los componentes emocionales que más van a influir en el aprendizaje. Aunque es importante incidir en que la motivación por sí sola, no va a hacer que los aprendizajes sean más memorables, sino que los va a potenciar porque dan lugar a que el alumno se esfuerce y dedique más tiempo y atención al objeto de aprendizaje (Ruiz-Martin, 2020). Incluir la tarea de aumentar la motivación del alumnado es crucial para que los objetivos de aprendizaje se consigan con éxito. Sin embargo, incrementar la motivación es un medio más que un fin. Lo necesario sería que los alumnos estén motivados para que se impliquen cognitivamente en las actividades que llevan a un aprendizaje profundo y significativo.

Por consiguiente, algunas de las acciones que se proponen en esta unidad didáctica son aumentar la motivación extrínseca, mostrando la utilidad de lo que aprenden y conectándolo con algún aspecto de su vida. Por otro lado, influyendo en su motivación intrínseca dándoles autonomía, hacerles ver un propósito en las actividades que realizan y haciendo que sean capaces de dominarlas (Gillard et al., 2015), por ejemplo, ajustando el nivel de dificultad de las actividades. Por otra parte, y también un aspecto fundamental, es que exista una buena relación afectiva entre docente y discente, basada en la confianza, autonomía y apoyo, ya que se ha demostrado que el comportamiento de los profesores influye de manera significativa en la motivación de los estudiantes y también de una forma recíproca (Skinner & Belmont, 1993).

Una vez planteada la relevancia de aumentar la motivación en el aula, se debe establecer un sistema que permita conocer de forma más o menos objetiva el éxito que se tiene al emplear la propuesta didáctica. Así pues, se lleva a cabo de tres maneras: una es la valoración subjetiva que los alumnos dan al final de la unidad, expresando su opinión respecto a las actividades y como han afectado a su implicación e interés en una encuesta de valoración (ver [apartado 6](#) y [Anexo 5](#)). Segundo, se constata de la participación en clase de forma voluntaria, llevando un registro de cada sesión o en los momentos en que se pueda llevar a cabo, con la ayuda de la profesora titular y tutora. Por último, cuantificar el número de alumnos que entregan el trabajo o tareas. De esta manera se puede comparar el grado de participación e implicación o atención en clase de los alumnos durante la propuesta didáctica y antes de esta.

### **Aprendizaje Activo y Experiencial desde un enfoque constructivista**

Ausubel postuló que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el estudiante posee en su estructura cognitiva. Los nuevos aprendizajes deben conectarse con las ideas previas del alumno. El conocimiento de estas es crucial al establecer un modelo de enseñanza-aprendizaje (Ausubel et al., 1976, se citó en Cruz-Guzmán, 2011).

Igualmente, el constructivismo afirma que el conocimiento reside en los individuos y que no puede ser transferido intacto de la mente del profesor a la mente de los alumnos. El estudiante intenta que lo que se enseña tenga sentido tratando de adaptarlo a su experiencia (Lorsbach & Tobin, 1997) Teniendo en cuenta la naturaleza constructivista del aprendizaje, se pueden orientar las prácticas de enseñanza con la intención de mejorar su efectividad. Por lo tanto, en esta propuesta didáctica, se va a pretender que los alumnos busquen activamente significado al objeto de aprendizaje y van a tratar de relacionarlo con sus conocimientos previos, en definitiva, pensando sobre ellos. Esta es la base del **Aprendizaje Activo** (Ruiz-Martin, 2020), que es cualquier experiencia de aprendizaje en la que el alumno piensa de forma activa sobre el objeto de aprendizaje, buscándole significado y comparándolo con sus conocimientos previos (Prince, 2004). Dentro del Aprendizaje Activo, podemos englobar metodologías educativas como el **Aprendizaje Cooperativo** o el Experiencial.

Según Johnson y Johnson (1991), Aprendizaje Cooperativo o Colaborativo es el uso instructivo de grupos pequeños para que los alumnos trabajen conjuntamente y aprovechen al máximo el aprendizaje propio y el que se produce en la interrelación. En este sentido, cooperar es sinónimo de trabajar en equipo para lograr objetivos comunes. Dentro de este tipo de actividades (cooperativas) los estudiantes buscan los resultados que son beneficiosos tanto para ellos mismos como para los otros miembros del grupo.

Los enfoques constructivistas de la educación, que enfatizan que el aprendizaje ocurre naturalmente, incluyen la teoría del **Aprendizaje Experiencial** de David Kolb. Kolb propuso que la experiencia era fundamental en el desarrollo de la construcción del conocimiento, ya que el aprendizaje se produce a través del descubrimiento y la participación activa (Kurt, 2020). Algunas de las actividades experienciales de la propuesta didáctica serán los experimentos sensoriales: ilusiones ópticas y sensibilidad táctil.

Para que el Aprendizaje Activo tenga éxito, es importante que las preguntas que se usen no sean meramente factuales, sino que obliguen a los alumnos a emplear y aplicar sus ideas para responderlas (Ruiz-Martín, 2020). Tal es el caso de las actividades planteadas a través del método de aprendizaje colaborativo, *Think-Pair-Share* (TPS). Esta técnica, descrita por primera vez por McTighe y Lyman en 1988, consiste en que se da tiempo a pensar al alumno individualmente sobre una cuestión, a continuación, puede compartirla con un compañero o compañera, y posteriormente se comparte en forma de diálogo entre todo el grupo-clase. Para ello, Lyman (1988) propone preguntas de calidad para fomentar el pensamiento crítico y que los nuevos conocimientos se conecten con diferentes contextos. Además de fomentar el pensamiento crítico (Kaddoura, 2013), *Think-Pair-Share* ayuda a aumentar la motivación respecto a la materia y mejorar resultados de aprendizaje de los estudiantes (Hetika et al., 2018).

Otro método de aplicar el aprendizaje colaborativo es *Jigsaw* o “grupos de expertos”, descrito por primera vez por Elliot Aronson en 1978. En lugar de agrupar a toda una clase en torno a un profesor, se enseña a los estudiantes a trabajar en grupos interdependientes más pequeños; a cada estudiante se le da una parte de un tema para ser estudiado, y cuando terminan, los estudiantes unen sus piezas del área temática para formar una imagen completa del puzle.

Sin embargo, para que el aprendizaje cooperativo o colaborativo sea eficaz o superior a métodos tradicionales, es necesario que se desarrolle en determinadas circunstancias y debe estar bien organizado, ya que simplemente trabajar en grupos no tiene por qué significar que el aprendizaje sea de mayor calidad (Slavin, 2013): los grupos deben ser heterogéneos, los miembros del grupo deben saber que todos van a recibir la misma calificación en la evaluación sumativa y el éxito del grupo debe valorarse a partir del aprendizaje obtenido por cada miembro del grupo por separado, no en relación al producto común.

### **Uso de las TIC en el Aprendizaje Activo**

En la misma línea de aumentar la motivación del alumnado respecto a los objetivos de aprendizaje, se decidió complementar la metodología didáctica con el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Según Bravo et al. (2018) las TIC actúan como un factor dinamizador de los procesos de enseñanza-aprendizaje, propiciando transformaciones respecto a los roles docente-estudiante. Por otro lado, el uso de las redes sociales en la educación secundaria se está convirtiendo en una nueva forma de comunicación con los estudiantes y los docentes pueden utilizar estas nuevas herramientas para diferentes propósitos (Duță & Martínez-Rivera, 2015). Además, otro factor importante es la motivación del estudiante al uso de un entorno online y la capacidad de poder mostrar sus propias creaciones.

Además, la inclusión de las TIC en el tema de órganos de los sentidos se debe a su potencialidad como representaciones externas de apoyo al aprendizaje de las ciencias en general y de los fenómenos ópticos en particular (Bravo et al., 2015). De esta manera se busca favorecer el aprendizaje de las ciencias a partir del uso de las TIC e, indirectamente, se propicia el uso de recursos tecnológicos como herramientas de cálculo, pensamiento y comunicación (Bravo et al., 2018).

Algunas de las herramientas TIC propuestas para la unidad fueron *Padlet*. En experiencias descritas en la bibliografía didáctica, se describe que esta herramienta, apoyó el trabajo colaborativo de los estudiantes tanto en grupos pequeños como en grupos grandes y se asegura que las tecnologías de la información no sustituyen, sino que, reforzar las interacciones entre los estudiantes y entre ellos y los profesores (Beltrán-Martín, 2019).

Por último, otra herramienta propuesta fue *EDPuzzle* (Mischel, 2019), que permite a los profesores seleccionar videos de muchos canales como *YouTube* o *Ted Talks*, crear preguntas con los videos seleccionados, recortarlos y publicar el enlace para que los estudiantes respondan las preguntas que pueden ser abiertas y de opción múltiple. Esto permite a los docentes asegurarse de que los estudiantes hayan visto la lección en su totalidad y determinar si entendieron su contenido. Las discusiones con los estudiantes han indicado que el uso de *EDPuzzle* les ayudó a enfocarse más en los aspectos importantes de los videos y que tenían más confianza en su aprendizaje después de realizar pruebas de evaluación.

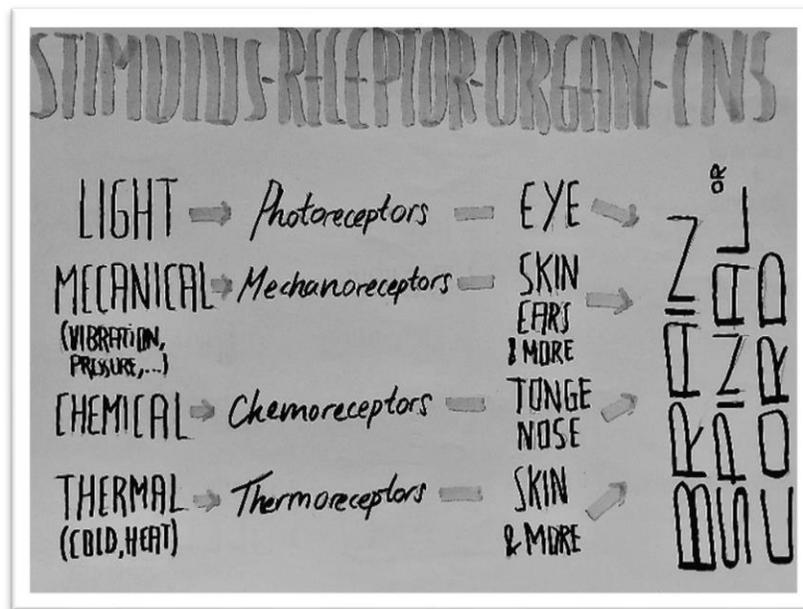
Por lo descrito hasta ahora, algunos autores recomiendan una aproximación didáctica que se base en la integración a través de preguntas enmarcadas en el análisis de situaciones concretas. Barros (2018) realiza una propuesta de organización de la función de relación que se centra en el proceso de estímulo-respuesta, tanto en animales como en el ser humano, considera los estímulos externos

captados por los sentidos, las respuestas motoras y el órgano de coordinación (el sistema nervioso central).

Inicialmente, antes de profundizar en los órganos sensoriales, se preguntaría a los alumnos: “¿qué señales captamos del exterior?, ¿cuáles son las características de dichas señales?, ¿con qué las percibimos?” Las respuestas a estas cuestiones deben conducir a los alumnos a concebir los estímulos como cambios producidos en el medio exterior y a clasificarlos en mecánicos, luminosos, térmicos y químicos (Figura 4). Además, les ayudaría a identificar los receptores específicos de tales estímulos (mecano, termo, químico y fotorreceptores) (Barros, 2018).

**Figura 4.**

Esquema inicial para exponer tipos de estímulos externos y receptores. Material usado en la actividad Mural Colaborativo. Elaboración propia.



Una vez adquirida una visión global de la percepción de estímulos por los órganos de los sentidos y el papel integrador del sistema nervioso, se da pie a una dimensión más microscópica y concreta para abordar cada uno de los sentidos. Este tipo de acción, en la que se da pie al alumno a pensar de una forma crítica y a sacar conclusiones tras hacer observaciones, puede desarrollarse empleando métodos de aprendizaje activo y experiencial como ya se ha descrito, y se ha demostrado que este tipo de metodologías aumentan el rendimiento de los estudiantes en las clases de ciencias relacionadas con la salud (Prahl, 2017).

## 4. Actividades

En esta propuesta didáctica, que se llevó a cabo en un total de 8 sesiones, se realizaron actividades de distinta tipología (Tabla 4) usando un enfoque constructivista, como se ha indicado anteriormente. Una parte de las actividades se centra en el aprendizaje experiencial, donde se realizan experimentos sensoriales, es decir, pruebas de ilusión óptica y sensibilidad táctil de la piel. Por otro lado, una actividad vehiculada por la técnica *Jigsaw* o grupos de expertos, que trata realiza un mural colaborativo online entre toda la clase, sobre todos los órganos de los sentidos y de su cuidado y enfermedades, y por último, otra actividad de aprendizaje colaborativo que es *think-pair-share*, para desplazar una idea alternativa que aparece reiteradamente en libros de texto de Biología y Geología.

En las explicaciones de apoyo a las actividades se usó la herramienta *Powerpoint* y no se usó el libro de texto, ya que algunas explicaciones se consideraron ambiguas y contenían algunos errores, por lo que se decidió crear materiales didácticos por cada sesión (*worksheets*), que los alumnos tenían que completar y usar como material de estudio.

A lo largo de la unidad, se realizó una evaluación formativa, valorando los resultados de cada actividad, y utilizando herramientas TIC como *Socrative*, para comprobar si los objetivos de aprendizaje se estaban alcanzando, por último, también se realizó una prueba de evaluación específica al final de la unidad que supuso un 80% de la calificación, de acuerdo a lo acordado en el departamento de biología y geología del centro.

Tabla 4.

Cuadro resumen de las actividades llevadas a cabo en la propuesta didáctica. Incluye metodología, herramientas de evaluación y recursos usados para tratar cada contenido. Elaboración propia.

Contenido	Actividad	Metodología	Evaluación	Recursos
<b>Tipos de estímulos y receptores</b>	TPS Expertos sanitarios ( <i>health experts</i> )	Aprendizaje colaborativo	- Observación - Prueba objetiva - Coevaluación	Padlet (TIC) Worksheet 1 Presentación Powerpoint Hoja de respuestas
<b>El ojo y el sentido de la vista</b>	Ilusiones ópticas <i>Health Experts</i>	Aprendizaje experiencial y colaborativo	- Observación - Análisis de producciones - Prueba objetiva - Coevaluación	Worksheet 2 Ficha <i>optical illusions</i> Hoja de respuestas Padlet Presentación powerpoint
<b>El oído y el equilibrio</b>	Proyección de Videos <i>Health experts</i>	Aprendizaje colaborativo	- Prueba objetiva - Coevaluación	EdPuzzle Worksheet 3 Padlet Presentación Powerpoint
<b>El gusto y el olfato</b>	El mapa de la lengua (TPS) <i>Health experts</i>	Aprendizaje colaborativo	- Observación - análisis de producciones - Prueba objetiva - Coevaluación	Worksheet 4 Video EDpuzzle Hoja de respuestas Padlet
<b>La piel y el tacto</b>	Sensibilidad táctil <i>Health experts</i>	Aprendizaje experiencial y colaborativo	- Observación - Análisis de producciones - Prueba objetiva - Coevaluación	Worksheet 5 Herramienta actividad (regla y clips) Ficha instrucciones y mediciones Padlet
<b>Enfermedades y cuidado de</b>	<i>Health Experts</i>	Aprendizaje colaborativo	- Observación (rúbrica) - Coevaluación - Prueba objetiva	Padlet

los órganos de los sentidos				
-----------------------------	--	--	--	--

En los siguientes apartados se han seleccionado y se describen con más detalle tres de las actividades desarrolladas durante la propuesta didáctica y el contexto en el que se llevaron a cabo. En cada una de las tres actividades, se han descrito sus objetivos, contenidos, metodología, desarrollo, temporalización, recursos, criterios de evaluación y calificación.

#### 4.1. Contexto del aula y participantes

La propuesta didáctica va destinada a dos grupos de nivel de 3°. El grupo 3° de ESO C consta de 22 estudiantes, con 9 alumnos y 13 alumnas. No hay ningún alumno o alumna que haya repetido curso con anterioridad, y existe una alumna con necesidad específica de apoyo educativo (ACNEAE) por altas capacidades intelectuales, por lo que se tomó una actuación específica de intervención educativa al incorporarla a un nivel superior correspondiente por edad.

El grupo 3° de ESO D consta de 18 estudiantes, con 11 alumnos y 7 alumnas. No hay ningún estudiante que haya repetido curso anteriormente y tampoco ningún alumno o alumna con necesidades específicas de apoyo educativo.

Los dos grupos de 3° de ESO con los que se ha podido trabajar están dentro del programa bilingüe *British Council*. Estos alumnos vienen de programa bilingüe en Educación Primaria, por lo que su nivel de inglés suele ser bastante bueno, aunque se observa una gran diferencia entre alumnos. Todas las clases de Biología y Geología se imparten íntegramente en lengua extranjera y se interactúa con los alumnos en inglés, incluso en el proceso de evaluación.

Como se vio en la evaluación inicial, los grupos no muestran resultados académicos muy deficientes (tres cuartas partes del grupo aprueban la asignatura el trimestre anterior), aunque son poco participativos o algo disruptivos en clase, siendo a veces difícil que haya una comunicación eficaz en las explicaciones en el aula. Pocos alumnos entregan las actividades o trabajos que tienen que hacer en casa y normalmente siempre son los mismos 4 o 5 alumnos los que lo hacen.

Debido al Plan de Contingencia Covid, era imposible utilizar el laboratorio, por lo que hubo que adaptar todas las actividades al aula y teniendo en cuenta los protocolos de distanciamiento social.

#### 4.2. Actividad 1. Experimentos sensoriales

Esta actividad se divide en dos sesiones y trata el tema de los sentidos de la vista y del tacto. Se basa en uso experiencias sencillas desarrolladas en el aula, que permitan experimentar a los alumnos con sus sentidos mediante ilusiones ópticas y un test de sensibilidad táctil. Las experiencias se complementan con explicaciones teóricas apoyadas con una presentación *PowerPoint* y una hoja de trabajo (*worksheets*) que los alumnos usan como material de estudio. Se puede ver ejemplos del material en el [anexo 4](#).

Mediante esta actividad, en la primera sesión, se pretende analizar el fenómeno de varias ilusiones ópticas de modo que los alumnos infieran el papel integrador del cerebro en el sentido de la vista. Por lo tanto, se les hace interpretar a los alumnos las ilusiones ópticas como un mecanismo de

adaptación del cerebro ante falta de información o información visual conflictiva y relacionarlas con algunos elementos anatómicos del ojo.

En una segunda sesión, se lleva a cabo un experimento en el que se contraste la hipótesis “No todas las partes de la piel son igual de sensibles en el todo el cuerpo”. Los alumnos deben extraer conclusiones de los resultados obtenidos mediante la obtención de datos y la observación.

### **Objetivos**

- Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos de la vista y del tacto.
- Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos visuales y táctiles, y describir su funcionamiento.

### **Competencias Clave**

**CMCT:** En esta sesión se trabaja la CMCT mediante la inducción al razonamiento, indagación y contraste de hipótesis.

### **Contenidos de la actividad**

- Anatomía del globo ocular y principal función de sus estructuras: cornea, iris, cristalino, retina, fovea, punto ciego y nervio óptico.
- Tipos de fotorreceptores y su papel en la visión. Procesamiento de imágenes en el sistema nervioso central.
- Anatomía de la piel. Epidermis, dermis e hipodermis.
- Tipos de receptores: mecanorreceptores, termorreceptores y nociceptores.
- Funciones de la piel: sensorial, defensa, térmica e impermeable.
- 

### **Metodología utilizada**

Actividad basada en la estrategia metodológica de Aprendizaje Activo y Experiencial.

### **Desarrollo, temporalización y recursos necesarios**

Se necesitan dos sesiones de 50 minutos cada una para llevar a cabo las dos actividades experimentales.

#### **I. Primera experiencia: “ilusiones ópticas”.**

En la primera actividad, que se tituló *Optical illusions*, los alumnos tuvieron que realizar un dibujo de las diferentes estructuras del ojo y conocer las principales funciones de este. También contaron con una maqueta del ojo que fueron intercambiándose, de modo que pudieron observar el modelo en dos y tres dimensiones.

Una vez conocen la estructura del órgano de la vista, se pasó a la interpretación de ilusiones ópticas. Cada alumno cuenta con una ficha, que se divide en dos partes (ver [anexo 4](#)):

La primera se titula *The vanishing spot* (el punto que desaparece). Y al observar un punto, se deja de ver el de al lado si cierran uno de los ojos. Se deja que piensen sobre lo que está ocurriendo y se les pregunta, sin dar la solución directamente:

“¿Qué podéis observar? ¿Por qué creéis que no se ve el punto o falta el espacio en la línea?, ¿creéis que es a causa de vuestro ojo o vuestro cerebro? ¿Cómo se relaciona esto con la estructura del ojo?”

La respuesta a la que deben llegar los alumnos es que existe un punto ciego en la retina, causado por el nervio óptico, en la que no hay fotorreceptores, por lo tanto, no se crea imagen en ese punto. Debido a esto, el cerebro “se inventa” o interpreta la imagen que no se percibe por el espacio omitido por el punto ciego.

En la segunda parte, existen seis figuras que forman diferentes ilusiones ópticas. Se vuelve a preguntar a los alumnos “¿Qué podéis observar? ¿Por qué creéis que esto sucede? ¿Cómo se relaciona con el papel del sistema nervioso central en la vista?”

Los alumnos deben llegar a la conclusión de que el cerebro puede ser “engañado”, ya que utiliza pistas para concebir imágenes y crear una interpretación de la realidad. Tal es el caso del sombreado en las figuras, que el cerebro usa como referencia espacial para crear imágenes tridimensionales.

Como conclusión, los alumnos deben entender que el papel del ojo es simplemente la recepción, adaptación de luz y su traducción en una señal nerviosa que es enviada al encéfalo, y es interpretada para desarrollar una imagen.

## II. Segunda experiencia: sensibilidad táctil.

Esta parte de la actividad se llamó: *Get the Point?*, y se lleva a cabo en una sesión independiente de otros 50 minutos.

Se plantea la siguiente pregunta a los estudiantes:

**“¿Es la piel igual de sensible en todas las partes de nuestro cuerpo?”**

Una vez se plantea una hipótesis, han de contrastarla. Para ello cuentan con una herramienta con la que van a medir varias variables en la piel de sus compañeros (ver [anexo 4](#)).

La herramienta consiste en un medidor creado con una regla y dos clips que van adheridos a la regla. Los clips podrán separarse 0.5, 1, 1.5 hasta 2 cm entre ellos. Esta herramienta se usa para tocar, con la punta de los clips, la piel del compañero en tres puntos de la piel distintos: la punta del dedo, la palma de la mano y el antebrazo. Para ello deben cerrar los ojos y decir si están sintiendo uno o dos puntos, en cada parte que está siendo medida.

Deben registrar los datos y extraer conclusiones. Al inferir si la piel no es igual de sensible en todas las partes del cuerpo, deberán intentar razonarlo.

Es lógico pensar que quizá, la piel de la palma de la mano o los dedos son menos sensibles al ser más gruesas, pero este no es el caso. Al final del experimento, de forma expositiva se verán las capas de la piel, y los distintos receptores que hay en este órgano, de manera que podrán entender que hay diferente número de receptores del tacto en cada parte de la piel. Como cuestión final, se planteará: “¿por qué creéis que hay mayor concentración de receptores del tacto en los dedos y en la mano, que, por ejemplo, en la axila o el antebrazo?”

### **Criterios de evaluación e instrumentos utilizados.**

Los criterios de evaluación y estándares evaluables que se trabajan en esta sesión vienen recogidos en la Tabla 5.

Tabla 5.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de la actividad 1.

Criterios de evaluación	EAE
<b>Crit.BG.4.17. Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista.</b>	Est.BG.4.17.1. Especifica la función de cada uno de los aparatos y sistemas implicados en las funciones de relación. Describe los procesos implicados en la función de relación, identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso.
	Est.BG.4.17.2. Clasifica distintos tipos de receptores sensoriales y los relaciona con los órganos de los sentidos en los cuales se encuentran.
<b>Crit.BG.4.18. Explicar la misión integradora del sistema nervioso ante diferentes estímulos, describir su funcionamiento.</b>	Est.BG.4.18.1. Identifica algunas enfermedades comunes del sistema nervioso, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.

Nota. Adaptado de la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo. Boletín Oficial de Aragón. Zaragoza, 3 de junio de 2016, núm. 105.

### Observación directa

Valoración de:

- Participación e implicación del alumnado en la actividad (registro de participaciones voluntarias).
- Se valora la destreza al interpretar las instrucciones y construir la herramienta medidora, y al aplicar el procedimiento del experimento.

### Hoja de conclusiones

Se valora:

- Las respuestas plantean una hipótesis y muestran datos para extraer una conclusión.
- La conclusión a la que llegan los alumnos es acertada o no.
- Las respuestas se limitan a describir lo que hacen o sacan conclusiones.
- Las conclusiones se han relacionado con el contenido visto en clase: receptores del tacto, relación estímulo-receptor.

### 4.3. Actividad 2. Mural colaborativo “Expertos Sanitarios”

Esta actividad consiste en crear un mural online, de forma colaborativa, que sirva de material de estudio y soporte audiovisual para el repaso de la materia. Se pretende que los alumnos, en grupos de 3 o 4 alumnos, sepan especificar la función de cada uno de los aparatos y sistemas implicados en la función de relación, clasificar distintos tipos de receptores sensoriales y los relacionen con los órganos de los sentidos en los cuales se encuentran. Para ello, tienen que aprender a utilizar la aplicación web educativa *Padlet* (ver [anexo 6](#)), y deben participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.

Los alumnos han de buscar información en diversas fuentes y demostrar que éstas son fiables. Además de Internet, pueden incluir información de las explicaciones en clase y del material que se ha visto durante el desarrollo de la unidad, por ejemplo, de las fichas de trabajo o *worksheets*.

### Objetivos

- Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista.
- Utilizar fuentes de información variada, discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para su obtención.
- Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.

### Competencias clave

- **CMCT:** mediante la inducción al razonamiento, indagación y contraste de hipótesis.
- **CCL:** mediante el análisis e interpretación de textos, contenidos audiovisuales, la práctica de la exposición oral y producciones escritas.
- **CD:** mediante el uso de TIC para la producción de actividades, comunicación con el docente y búsqueda de información en Internet.
- **CSC:** mediante la valoración del trabajo en equipo y el respeto entre compañeros, a través del diálogo, el debate, la resolución de conflictos y la asunción de responsabilidades en grupo. Además, la competencia social exige entender el modo en que las personas pueden procurarse un estado de salud física y mental óptimo y saber cómo un estilo de vida saludable puede contribuir a ello.

### Metodología utilizada

Estrategia metodológica de Aprendizaje Colaborativo: “Grupos de expertos”.

### Contenidos

Estructura anatómica y función de los órganos de los sentidos y de los órganos efectores. Enfermedades de los órganos de los sentidos y el sistema musculoesquelético: causas, estructuras implicadas, prevención y tratamiento.

### Desarrollo, temporalización y recursos necesarios

Consiste en la creación de un mural colaborativo online por parte de grupos de expertos en enfermedades de los órganos de los sentidos. Cada grupo se especializa en un órgano o sistema concreto y realiza un trabajo de investigación, en el que tienen que describir el funcionamiento del órgano y explicar al resto de la clase lo que han aprendido acerca de su cuidado y prevención.

La actividad se propone al principio de la unidad, de modo que los alumnos puedan ir trabajando en ella durante varios días y se expone al final de esta. Como resultado final, los alumnos habrán creado un material didáctico, que puede compartirse en forma de poster en formato físico o digital, y en el que se aprecia de forma clara la mayoría de los componentes del temario. Este póster o archivo puede desplegarse en el aula o compartirse con otros compañeros del centro vía online.

Cada grupo de expertos sube material en una columna del mural, y se les pidió que incluyeran:

- Una imagen descriptiva del órgano en cuestión.

- Un video explicativo sobre la función de dicho órgano, justificando por que han elegido ese video (por extensión, relevancia, adecuación al nivel).
- Un diagrama, a modo de esquema o mapa conceptual sobre la función del órgano o sistema.
- Una definición del órgano o estructura relacionada, incluyendo la fuente de la información y por qué se considera fiable.
- Información sobre al menos dos enfermedades del órgano tratado, incluyendo causas, prevención y tratamiento.

Para facilitar el uso de la herramienta para diseñar el mural, se crea un video tutorial con la herramienta TIC *Active Presenter*, de modo que los alumnos no tengan problema a la hora de utilizar la aplicación desde casa.

En la sesión de exposición oral, se realizan cinco presentaciones en 50 minutos. Por lo que cada grupo expone su investigación en unos 7 minutos y se dejan 2 minutos para realizar preguntas o comentarios.

### **Criterios de evaluación e instrumentos utilizados.**

Los criterios y estándares evaluables en esta actividad vienen recogidos en la Tabla 6.

Tabla 6.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de la actividad 2.

Criterios de evaluación	EAE
<b>Crit.BG.4.17. Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista.</b>	Est.BG.4.17.1. Especifica la función de cada uno de los aparatos y sistemas implicados en las funciones de relación. Describe los procesos implicados en la función de relación, identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso. Est.BG.4.17.2. Clasifica distintos tipos de receptores sensoriales y los relaciona con los órganos de los sentidos en los cuales se encuentran.
<b>Crit.BG.7.3. Utilizar fuentes de información variada, discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para su obtención.</b>	Est.BG.7.3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.
<b>Crit.BG.7.4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.</b>	Est.BG.7.4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.

Nota. Adaptado de la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo. Boletín Oficial de Aragón. Zaragoza, 3 de junio de 2016, núm. 105.

### Observación directa

Uso de la misma rúbrica que para coevaluación.

Además de los ítems seleccionados, se les hace preguntas durante la exposición para saber si de verdad han leído o visto el material que han incluido en el mural y para conocer si todos los integrantes del grupo han trabajado.

### Coevaluación entre pares

La actividad se sometió a coevaluación entre pares, mediante una escala Likert de 1 a 5 puntos (Figura 5), con hasta 5 ítems que tenían que ser valorados (ver [Anexo 8](#)). La coevaluación se realizó cuando los alumnos tenían que realizar una exposición oral frente a la clase para defender su trabajo y hablar sobre enfermedades de los órganos receptores y efectores. Cada grupo de

expertos era valorado, y la valoración final se sometía a media entre la valoración del docente en prácticas y la docente habitual.

**Figura 5.**

Extracto de la hoja de coevaluación. Se muestra la evaluación del trabajo del grupo de expertos del ojo. Elaboración propia.

TEAM OF EXPERTS	THE EYE
Content	They include all the posts (video, image, definition, and diagram) ☆ ☆ ☆ ☆ ☆
Quality of the post	Clear and well explained. I can see they are experts! ☆ ☆ ☆ ☆ ☆
Creativity	Excellent use of visuals, colors, and very original content ☆ ☆ ☆ ☆ ☆
Speech about diseases	They spoke about at least 2 diseases and about their causes, treatment and prevention] ☆ ☆ ☆ ☆ ☆

Como puede verse en el extracto de la tabla de valoración, se evaluó:

- El contenido, teniendo en cuenta que presentaban el mínimo exigido en las instrucciones de la actividad.
- La calidad del contenido, que se explica de manera clara y es relevante.
- La creatividad. Ya que la aplicación permite editar el contenido y añadir imágenes, contenido audiovisual que lo haga original y atractivo. También los alumnos tenían que realizar un dibujo o diagrama y esto se valoraba.
- En el caso de las enfermedades se valoraba el discurso y que tuviera mínimo dos tipos de enfermedad y que estas incluyeran causas, tratamiento y prevención.

### Evaluación por prueba objetiva

En la prueba de evaluación escrita al final de la unidad, se pidió que describieran una enfermedad a elegir, y se tuvo en cuenta que mencionaran órgano afectado, nombre de la enfermedad, causas, prevención y tratamiento.

### Evaluación del uso de la herramienta

Se tuvo en cuenta la evaluación del grado de destreza a la hora de manejar la herramienta *Padlet* mediante una lista de control (Figura 6).

Figura 6.

Evaluación de la herramienta TIC Padlet. Elaboración propia.

Evaluación de la destreza y uso de <i>Padlet</i> por los alumnos. Contesta sí o no a las siguientes preguntas*:	Sí	No
1. Los alumnos tienen dudas sobre el funcionamiento de la herramienta		
2. Los alumnos son capaces de crear "posts"		
3. Los alumnos son capaces de editar el contenido		
4. Los alumnos son capaces de editar la apariencia del "post", dándole valor audiovisual		
5. Los alumnos suben contenido e interaccionan con el contenido de sus compañeros de clase		
6. Se observan incidencias a la hora de subir el material a la plataforma		
7. Se observan incidencias a la hora de presentar el mural mediante exposición en clase		
8. Los alumnos guardan las normas de convivencia y respeto en la creación del mural		
*En caso de valoración negativa, especifica por qué y añade una sugerencia aquí.		

#### 4.4. Actividad 3. El mapa de la lengua

Esta actividad permite comprender el funcionamiento de la detección del gusto por la lengua y los receptores del gusto, y acabar con la idea alternativa a menudo presente en estudiantes, profesores e incluso libros de texto, que es el "mapa de la lengua". A su vez, permite comprender que los sabores se perciben dependiendo del tipo de receptor sensorial en la lengua y no de la zona o parte de la lengua. Para ello, los alumnos van a analizar un video con contenido científico y tendrán que extraer conclusiones. Por lo que tendrán que saber argumentar y compartir opiniones en pareja y en grupo, de manera que se desplaza una idea alternativa.

#### Objetivos

- Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos del gusto y el olfato.
- Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.

#### Competencias Clave

En esta actividad se trabajan:

- **CMCT:** mediante la inducción al razonamiento, indagación y contraste de hipótesis.
- **CSC:** mediante la valoración del trabajo en equipo y el respeto entre compañeros, a través del diálogo, el debate, la resolución de conflictos y la asunción de responsabilidades en grupo. Además, la competencia social exige entender el modo en que las personas pueden procurarse un estado de salud física y mental óptimo y saber cómo un estilo de vida saludable puede contribuir a ello

#### Contenidos

- El sentido del gusto y la lengua. Estructura anatómica de la lengua: papilas gustativas, epitelio lingual y botón gustativo.
- Análisis crítico. Experimentación en biología y geología.

### Metodología utilizada:

Estrategia metodológica de Aprendizaje Colaborativo: “*Think-pair-share*”.

### Desarrollo, temporalización y recursos necesarios

La estrategia metodológica *think-pair-share* consiste en plantear una cuestión al grupo-clase, la cual se intenta pensar y responder de forma individual. A continuación, los alumnos comparten sus visiones en pareja y anotan lo que ponen en común por escrito. Por último, se comparan respuestas, planteamientos, conclusiones en común entre toda la clase. La actividad se realiza durante una sola sesión, aunque el proceso de *feedback* constructivo y evaluación continua posteriormente.

Antes de realizar la actividad, se introduce el mecanismo de detección del sabor mediante las papilas gustativas y receptores del sabor. Esto se hace de forma expositiva mostrando estructuras del epitelio lingual mediante presentación *PowerPoint*.

A continuación, se procede a la visualización de un video (3 minutos) con contenido científico titulado *Myth science: the tongue map*, con pregunta abierta al final (*¿qué conclusiones podéis extraer de este video?*) que da pie a la actividad colaborativa. En el video se trata el origen y motivos de la aparición de la concepción errónea del mapa de la lengua (ver [apartado 3.4](#)) y como existen mitos en la ciencia que pueden desbancarse gracias a la refutación, análisis crítico y a las evidencias. El video en cuestión puede verse accediendo desde el [anexo 7](#).

### Criterios de evaluación e instrumentos utilizados

Los criterios y estándares evaluables de esta actividad vienen recogidos en la Tabla 7.

Tabla 7.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluable de la actividad 3.

Criterios de evaluación	EAE
<b>Crit.BG.4.17. Reconocer y diferenciar los órganos de los sentidos y los cuidados del oído y la vista.</b>	Est.BG.4.17.1. Especifica la función de cada uno de los aparatos y sistemas implicados en las funciones de relación. Describe los procesos implicados en la función de relación, identificando el órgano o estructura responsable de cada proceso.
	Est.BG.4.17.2. Clasifica distintos tipos de receptores sensoriales y los relaciona con los órganos de los sentidos en los cuales se encuentran.
<b>Crit.BG.7.4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.</b>	Est.BG.7.4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.

Nota. Adaptado de la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo. Boletín Oficial de Aragón. Zaragoza, 3 de junio de 2016, núm. 105.

a. Evaluación formativa:

- Por observación directa, se evalúan:

Tipo de respuestas: se tiene en cuenta si las respuestas u observaciones de los estudiantes guardan relación con la tarea, si solo se centran en lo anecdótico o superficial o sin embargo logran profundizar más. El docente actúa como guía, al observar las respuestas, al intentar guiar a los alumnos a llegar a las conclusiones que se quieren conseguir con los objetivos de aprendizaje. Para ello, Lyman (1988) propone preguntas de calidad para fomentar el pensamiento crítico y que los nuevos conocimientos se conecten con diferentes contextos. Por ejemplo, si un alumno se limita a decir que un científico alemán desarrolló el “mapa de la lengua”, se intenta que también piense en que esta información es incorrecta y por qué. Para llegar a un ámbito más profundo, se intenta que relacionen esta idea con el correcto funcionamiento de la fisiología del sentido del gusto, desde un punto de vista científico. Siempre se intentan dar pistas, pero no se les da la respuesta final para que tengan que esforzarse en razonar.

Participación voluntaria: la profesora habitual se encarga de registrar intervenciones voluntarias que sucedan durante la actividad y anécdotas que vayan surgiendo. De esta forma, se podrá comparar la participación, no solo de los alumnos que ya lo hacen habitualmente, con sesiones anteriores. De esta forma se intenta monitorizar la motivación del alumnado.

- En la Hoja de respuestas, se evalúa:

Los alumnos entregan cada uno su hoja de respuestas donde registran su respuesta individual, por pareja y conclusiones que se han llevado en el grupo. La valoración se hará de forma cualitativa: han entendido que el mapa de la lengua es incorrecto y pueden señalar el funcionamiento del sentido del gusto de una forma correcta desde un punto de vista científico.

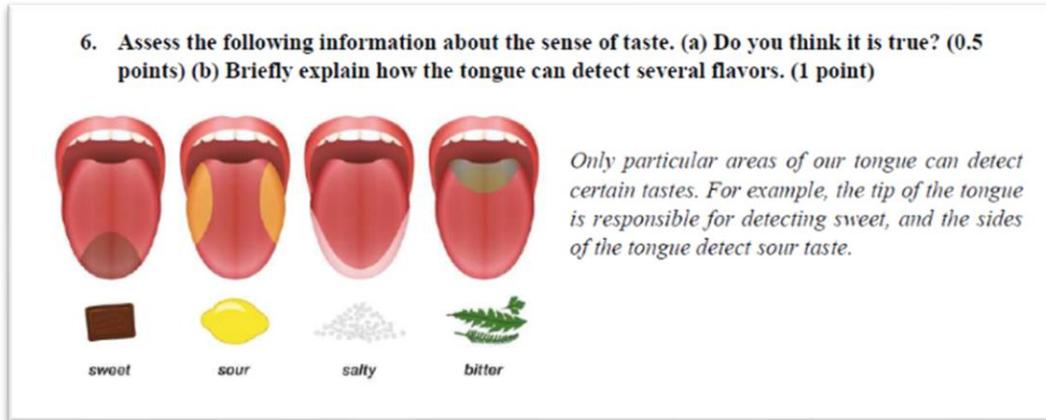
Se busca que la evaluación sea formativa, por lo que una vez obtenidos resultados de la evaluación, se procede a dar *feedback* mediante notas escritas individualizadas, ya que se ha descrito que esta es una de las labores docentes que más contribuyen a la consecución de los objetivos de aprendizaje por parte de los alumnos (Hattie y Timperley, 2007). A aquellos alumnos que hayan comprendido y sacado las conclusiones correctas sobre el mapa de la lengua se les hará saber, mientras que se indica a los alumnos que no saquen conclusiones correctas en qué han fallado. Se evaluó la respuesta escrita que los alumnos dieron tras la actividad y se tuvo en cuenta si la respuesta extraía conclusiones acertadas del video, si las conclusiones eran erróneas o no, y si solo se extraían datos anecdóticos o factuales.

#### b. Evaluación sumativa

Después de esto, una semana después de dar el *feedback*, se procede a realizar una prueba objetiva, escrita. Consiste en valorar una información en forma de dibujo o diagrama y un texto corto con una afirmación acerca del sentido del gusto como se ve en la Figura 7.

Figura 7.

Extracto del examen. Pregunta de valoración de un texto e imagen sobre el mapa de la lengua. Elaboración propia.



#### 4.5. Criterios de calificación

Se siguieron los criterios de calificación fijados por el departamento de Biología y Geología del centro. Por lo que el 80% de la calificación pertenece a una prueba escrita objetiva (examen) y el 20% a la evaluación del trabajo realizado en clase y en casa. El reparto del peso de la calificación se ve en la Tabla 8.

Tabla 8.

Criterios de calificación de la unidad didáctica.

Trabajos Prácticos		Prueba de evaluación específica (examen)	
Mural Colaborativo	Worksheets	Evaluación actividades	80%
10%	2.5%	7.5%	

## 5. Análisis de los resultados de aprendizaje

La evaluación del aprendizaje de la propuesta didáctica contempla varios momentos e instrumentos (Tabla 9). Se pretendió implementar evaluación formativa y continua, que ayudara a conseguir los objetivos de aprendizaje. Del mismo modo, al ser necesario acreditar el aprendizaje, se utilizó la evaluación sumativa al final de la unidad. De cualquier modo, los criterios de calificación venían fijados por el departamento de Biología y Geología, y como se ha visto anteriormente, consistían en dividir en un 20% el peso de las producciones de los alumnos realizadas en diferentes actividades, y un 80% restante el peso de la evaluación sumativa en forma de prueba específica al final de la unidad.

La mayoría de las actividades contaba con la observación directa, en la que se tenían en cuenta el tipo de respuestas, comentarios y preguntas del alumnado, y su actitud respecto al tipo de actividad o contenido. Para conseguir esto, el docente tiene que realizar preguntas de forma constante durante la exposición del contenido y la realización de actividades. Se realizaron preguntas que no fueran cerradas y siempre sin dar la respuesta inmediatamente, sino que se dejara pensar a los estudiantes.

Ya que a las sesiones también acudía la docente titular, se le pidió que tomara un registro de las intervenciones en clase, distinguiendo las voluntarias de las involuntarias. De esta forma, se podía conocer el número de intervenciones, y quién no participaba o quién no había podido ser evaluado de esta forma. De este modo, todos los alumnos eran sometidos a preguntas y se podía comprobar que estaban pensando de forma activa sobre lo que el docente estaba enseñando, y por lo tanto, estaban aprendiendo.

Tabla 9.

Resumen de la evaluación del aprendizaje. Criterios de evaluación referidos en tabla 3. Elaboración propia.

Criterio de evaluación	Contenido	Momento	Técnica de evaluación	Instrumentos de evaluación
<b>Crit.BG.4.17.</b> <b>Crit.BG.4.18.</b> <b>Crit.BG.7.3.</b> <b>Crit.BG.7.4.</b>	El ojo y el sentido de la vista	Ilusiones ópticas Health Experts Examen	- Observación - Análisis de producciones - Prueba objetiva - Coevaluación	Worksheet 2 Ficha <i>optical illusions</i> Hoja de respuestas Rúbrica Examen
<b>Crit.BG.4.17.</b> <b>Crit.BG.7.3.</b> <b>Crit.BG.7.4.</b>	El oído y el equilibrio	Videos interactivos Health experts Examen	- Prueba objetiva mediante TIC (preguntas abiertas y multirrespuesta) - Prueba objetiva - Coevaluación	Worksheet 3 Videos Edpuzzle (TIC) Socrative (TIC) Rúbrica Examen
<b>Crit.BG.4.17.</b> <b>Crit.BG.7.3.</b> <b>Crit.BG.7.4.</b>	El gusto y el olfato	El mapa de la lengua (TPS) Health experts Examen	- Observación - análisis de producciones - Prueba objetiva - Coevaluación	Worksheet 4 Edpuzzle (TIC) Hoja de respuestas Rúbrica Examen
<b>Crit.BG.4.17.</b> <b>Crit.BG.7.3.</b> <b>Crit.BG.7.4.</b>	La piel y el tacto	Sensibilidad táctil Health experts Examen	- Observación - Análisis de producciones - Prueba objetiva - Coevaluación	Worksheet 5 Ficha instrucciones y mediciones Rúbrica Examen
<b>Crit.BG.4.17.</b> <b>Crit.BG.7.3.</b>	Enfermedades y cuidado de los	Health Experts Examen	- Observación (rúbrica) - Coevaluación	Rúbrica Examen

<b>Crit.BG.7.4.</b>	órganos de los sentidos	- Prueba objetiva
---------------------	-------------------------	-------------------

En cuanto a la prueba de evaluación objetiva escrita (examen), realizada como evaluación sumativa, se intentó alinear con los objetivos de aprendizaje y que condujera a un tipo de aprendizaje que no se consiga solo en una sesión intensiva antes de estudio antes del examen. Es decir, se desarrolla de modo que requiera conocimientos significativos. Se intenta que se evalúe la capacidad de transferencia, que es la calidad de aplicar lo aprendido en nuevos contextos. Como se ha comentado anteriormente, se diseñan preguntas que insten a los alumnos a valorar información y a justificarla según lo aprendido durante la lección. Un ejemplo de esto es la pregunta sobre valorar la información sobre el mapa de la lengua, o la pregunta donde tienen que relacionar la información dada en dos textos, con un fenómeno explicado en clase, que es la adaptación sensorial (se puede ver prueba de evaluación en [Anexo 1](#)).

Aun así, los alumnos deben tener la oportunidad de ser capaces de superar la prueba de evaluación a la hora de demostrar unos logros mínimos, que vienen dados por los estándares de aprendizaje evaluables.

33 de 40 alumnos evaluados superan la unidad de acuerdo a criterios de calificación, y por lo tanto, se considera que superan los criterios de evaluación y alcanzan los estándares de aprendizaje evaluables (Tabla 10). Pero para llegar hasta estos resultados, y concluir que se cumplen los objetivos planteados, no solo se tienen en cuenta los resultados de examen final, sino que se tiene en cuenta el proceso de aprendizaje que los estudiantes han experimentado durante toda la unidad.

**Tabla 10.**

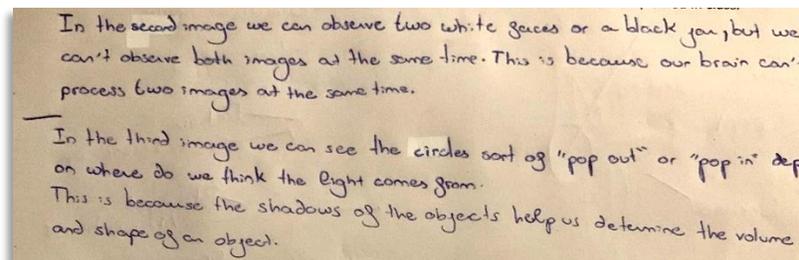
Relación de estudiantes evaluados que alcanzan los aprendizajes esperados.

Grupo	Número de alumnos	Número de alumnos aprobados
<b>C</b>	22	16
<b>D</b>	18	17

La mayoría de los alumnos son capaces de comprender la función integradora del sistema nervioso al procesamiento de estímulos (Figuras 8 y 9), además de reconocer los órganos de los sentidos y sus receptores y conocen el funcionamiento de detección de diferentes estímulos y su traducción en señales nerviosas.

**Figura 8.**

Dos ejemplos de respuestas de alumnos dadas en la actividad "ilusiones ópticas".



Optical illusion 2: Depending on where you focused, you could see two faces or a cup. This happens because when the brain focuses on something, it puts the rest as a background.

Además de reconocer los diferentes estímulos, receptores y órganos sensoriales, son capaces de identificar estructuras anatómicas más relevantes y su papel en el funcionamiento de recepción de estímulos. Sin embargo, solo una alumna fue incapaz de asociar una imagen del globo ocular distinta de la que se vio en clase e identificar sus estructuras.

Figura 9.

Ejemplo de respuesta dada por dos alumnas y datos recogidos en la actividad 1, "sensibilidad táctil".

		THE SEPARATION			
Team Members		5 mm 1 or 2?	10 mm 1 or 2?	15 mm 1 or 2?	20 mm 1 or 2?
HEAD	Name Eva	1	1	1	2
	Name Aroa	2	1	1	1
PALM OF HAND	Name Eva	1	2	2	2
	Name Aroa	2	2	2	1
TIP OF FINGER	Name Eva	2	2	2	2
	Name Aroa	2	2	2	2

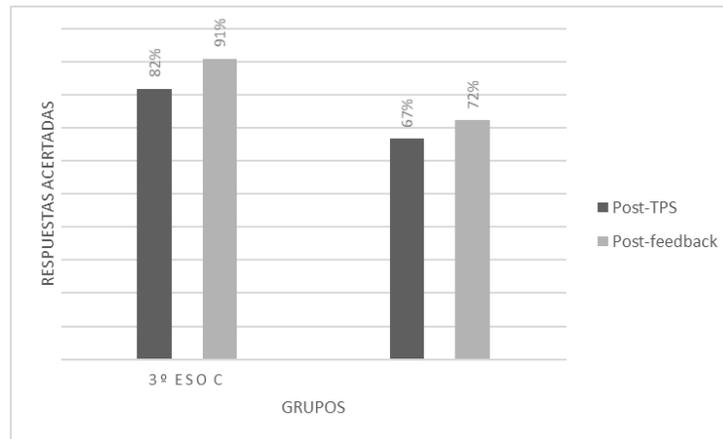
This could happen because of the amount of sensory receptors in the different parts of the body, it is not the same in all places and we are more sensitive in specific zones.

Durante el desarrollo de la unidad, parte de los alumnos presenta dificultades a la hora de valorar o evaluar información más compleja, relacionada la adaptación sensorial o el umbral absoluto de un receptor, y dar un razonamiento justificado. Algunos ejemplos de esto es el resultado negativo a la pregunta sobre el umbral absoluto realizada mediante *Socratic*, después de una de las sesiones. Y también muchas de las respuestas dadas en la prueba objetiva escrita (examen), donde un gran número de alumnos tuvieron algunas dificultades a la hora de responder a alguna pregunta o al entender lo que se les pedía.

En cuanto a la evaluación de la [actividad 3](#), en el grupo 3º de ESO C, 18 respuestas de 22 (82%) sacan conclusiones lógicas sobre el mapa de la lengua (Figura 10). Y en el grupo 3º de ESO D: 12 de 18 (66%) respuestas sacan conclusiones acertadas sobre el video, mientras que 6 de 18 (33%) o bien no saca las conclusiones acertadas o se limita a dar datos anecdóticos o que no tienen relación con el mapa de la lengua.

**Figura 10.**

Resultado de la evaluación en distintos momentos de la actividad 3 "el mapa de la lengua".



Nota: Los grupos tienen 18 (C) y 22 (D) alumnos.

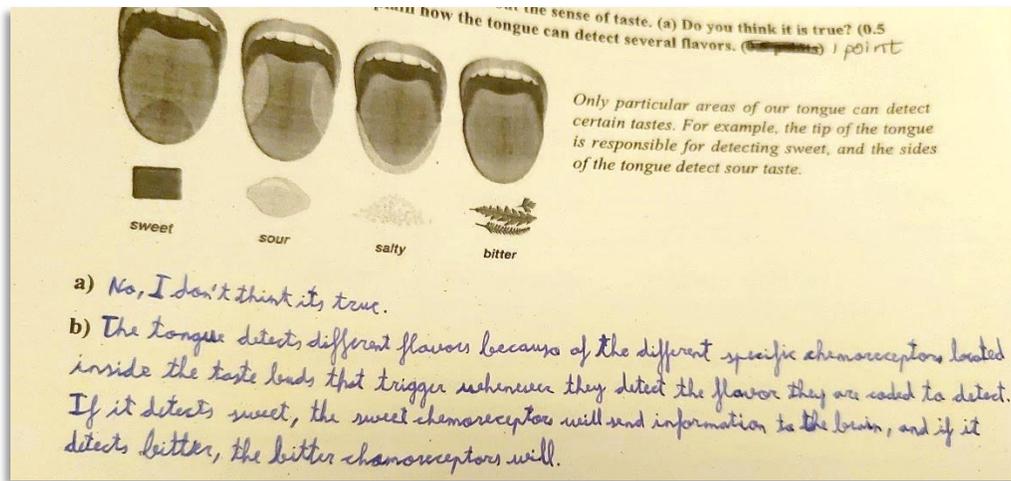
Tras ofrecer *feedback* individualizado y escrito, intentando guiar al estudiante a sacar las conclusiones acertadas, se volvió a evaluar si la creencia sobre el “mapa de la lengua” seguía intacta o había podido desplazarse. Los resultados tras la prueba escrita ofrecen lo siguiente:

En el grupo 3º de ESO C, 20 de 22 (90%) valoran la información dada como incorrecta y saben explicar por qué (Figura 11). Las dos respuestas restantes son incorrectas. Una de ellas considera el mapa de la lengua como información certera, y otro alumno considera que es incorrecta, pero al argumentar se contradice y explica que los sabores se detectan dependiendo de la parte de la lengua.

En el grupo 3º de ESO D, 13 de 18 (72%) alumnos valoran la información como incorrecta y saben explicar el verdadero mecanismo de detección del sabor por la lengua. Los cinco estudiantes restantes o bien dan una respuesta incorrecta, valorando la información del mapa de la lengua como correcta, o la definen como incorrecta, pero se contradicen a la hora de explicar el mecanismo de detección de los sabores. Al ser el grupo D algo más disruptivo y en las ocasiones en que se realizaron actividades en grupo, era más difícil mantener el orden y la atención de todos los alumnos. Por lo que puede que algunos alumnos no recogieran la información más relevante de la actividad y fueran arrastrando esta idea alternativa.

**Figura 11.**

Ejemplo de respuesta dada por alumna en la pregunta del examen sobre el mapa de la lengua y el sentido del gusto.



Los alumnos que no sacaron conclusiones acertadas en la primera evaluación tuvieron *feedback* en forma de notas escritas. También podríamos pensar que algunos alumnos no leyeron o no entendieron el *feedback* escrito.

En general, los resultados de aprendizaje de la propuesta didáctica son buenos, ya que se cumplen los objetivos planteados, aunque se observan algunas dificultades como las que se han descrito. En cuanto a al aumento de la motivación de los alumnos, se puede observar una mejora tras los registros de participación por observación directa y por el porcentaje de alumnos que realizan la tarea, comparada con resultados anteriores.

Uno de los objetivos planteados, además de los criterios de evaluación, era que los alumnos aprendieran a manejar herramientas TIC como *Padlet*, de forma que pudieran trabajar con esta herramienta de forma autónoma y fuera del aula. Vistos los resultados del mural colaborativo online, se consigue que los alumnos trabajen con destreza con esta herramienta. Solo en un caso, uno de los alumnos fue incapaz de subir material a la plataforma, y tuvo que hacerlo a posteriori.

Por último, la exposición oral en la actividad *expertos sanitarios* fue bastante exitosa y los alumnos supieron defender el material que habían recopilado, en general, exponiendo de forma clara la información. Al terminar las exposiciones, la mayoría pudieron defenderse al responder a las preguntas realizadas por el docente, aunque en algunos casos se detecta que los alumnos no han leído o no están familiarizados con el trabajo de sus compañeros.

## 6. Evaluación de la propuesta didáctica

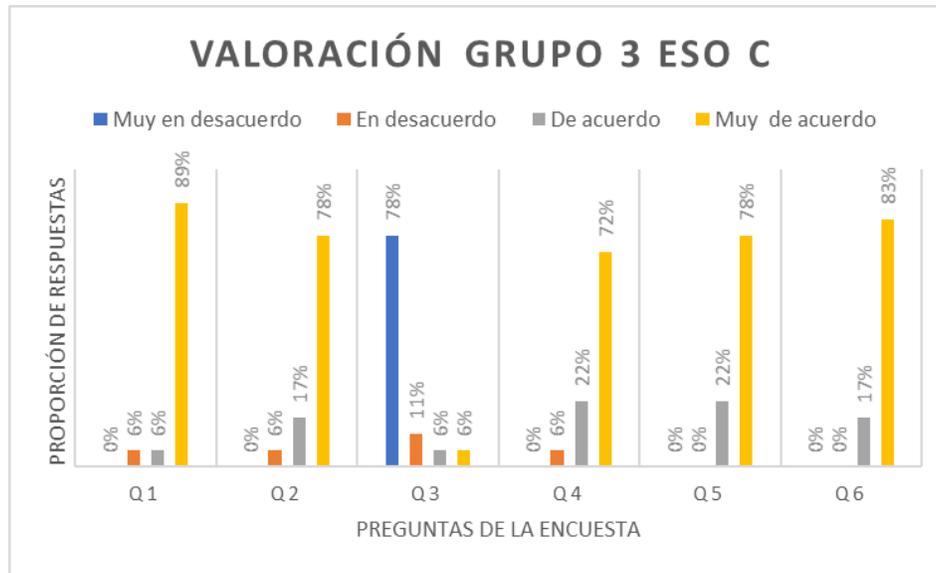
### Encuesta de valoración

Para evaluar la docencia durante el periodo de prácticas, los estudiantes contestaron a una encuesta final de valoración que incluía varios aspectos: valoración de la docencia, valoración de las herramientas utilizadas en las actividades, y valoración de la metodología. Por último, se les dio la opción de incluir algún comentario o sugerencia que tuvieran al respeto (ver [Anexo 5](#)).

La gran mayoría valoró muy positivamente el tipo de clase de metodologías activas y que utilizaban herramientas TIC frente a una clase más tradicional (Figura 12). También se sintieron cómodos trabajando de forma cooperativa y opinan que este tipo de actividades les hace implicarse más en clase. Los comentarios y sugerencias también arrojan un *feedback* positivo para la actividad docente y la propuesta didáctica.

Figura 12.

Respuestas de la encuesta de valoración en uno de los grupos y preguntas en la tabla inferior.



Q1	Los recursos de Internet y apps que hemos usado ( <i>“Quiz videos”, Socrative, Padlet, Password</i> ) me han parecido interesantes.
Q2	Los recursos de Internet y apps que hemos usado ( <i>“Quiz videos”, Socrative, Padlet, Password</i> ) han hecho que me implique más y preste atención en clase.
Q3	Prefiero una clase normal a una clase con este tipo de herramientas.
Q4	Me he sentido cómodo/a trabajando en pareja o en equipo en las diferentes actividades ( <i>Think-Pair-Share, Get the point?, Optical illusions, Health Experts</i> ).
Q5	Los experimentos vistos en clase ( <i>Get the point? and Optical illusions</i> ) me han ayudado a comprender la materia.
Q6	Los experimentos vistos en clase ( <i>Get the point? and Optical illusions</i> ) me han ayudado a implicarme y prestar atención.

Al considerar otros datos más objetivos sobre la motivación, como la participación en clase, la entrega de tareas de forma voluntaria o asignadas, que se fue monitorizando durante las prácticas,

también puede observarse una mejoría. La cuantificación de intervenciones en clase de forma voluntaria aumentó y también la entrega de trabajo. Incluso uno de los alumnos con peores resultados académicos y una falta evidente de atención y participación en clase, consiguió implicarse en algunas de las actividades y entregar trabajo, cosa que nunca antes había hecho durante el curso.

### **Análisis de los resultados de aprendizaje y la motivación en el aula**

Desde un punto de vista cualitativo, tras observaciones en el aula, se observó un cambio en el comportamiento de algunos alumnos que prestaban nulo interés en clase o que realizaban el trabajo de otras asignaturas en la clase de Biología y Geología, por el poco interés que les suponía la materia. Sin lugar a duda, esto no se logró de forma automática desde el primer día de la unidad. Se tuvieron que utilizar estrategias y métodos de instrucción en el aula que captaran la atención de los alumnos y que evitaran que charlaran entre ellos, interrumpieran al docente o a sus compañeros, o no se mantuvieran atraídos por la explicación. Por ejemplo, se intentó siempre memorizar los nombres de los alumnos y llamarlos por su nombre para mostrar un interés personal, se preguntaba y se daba pie a que hablaran no solo los alumnos que levantaban la mano o solo participaban, sino a otros que normalmente no se implicaban en clase y que se interactuara entre compañeros y con el docente. Se intentó utilizar un lenguaje adecuado a ellos que pudieran entender, y siempre que se podía intentando dar ejemplos de su contexto o vida cotidiana, es decir, estableciendo una conexión entre la explicación con la vida real. Se intentó preguntar de forma continua para constatar si los estudiantes seguían el hilo de la explicación, si existía algún obstáculo de aprendizaje, o si no entendían alguna palabra en inglés. Por último, y muy importante, se intentó utilizar estímulos positivos de alabanza y elogio, y si se tenía que dar un *feedback* negativo, se intentó utilizar el método “sándwich”, dando un elogio después de la crítica negativa (Prochazka et al., 2020).

Todo esto, sin embargo, implica tiempo y esfuerzo en el aula, más aún para un docente inexperimentado. Por lo tanto, uno de los *hándicaps* es poder ajustarse a los tiempos establecidos para cada explicación y el desarrollo de las actividades, de modo que pudieran implementarse todas las acciones descritas anteriormente. En las primeras sesiones del prácticum, existió en mayor medida un desfase entre los tiempos establecidos y los desarrollados, y algunas actividades no pudieron completarse en su totalidad. Por ejemplo, en uno de los grupos no se pudo completar la actividad “Ilusiones Ópticas”.

### **Análisis de limitaciones**

Por otro lado, el uso de tecnologías en el aula implicó que hubiera contratiempos, al no haber buena conexión a internet en el aula, por lo que se tuvo que buscar un *router* e instalarlo, para que todos los alumnos tuvieran conexión, por lo que se perdió tiempo haciendo esto.

A la hora de realizar actividades colaborativas, se requirió más tiempo del esperado en el desarrollo de las actividades, sobre todo al principio de la unidad cuando los alumnos estaban menos acostumbrados a trabajar de esta forma. Debido al ruido generado en el aula era difícil que la comunicación fuera efectiva con todo el grupo y se tenían que repetir instrucciones varias veces. Al final de la unidad, los alumnos estaban más acostumbrados a trabajar de esta forma y la clase

se desarrollaba de forma más eficiente. Solo en contadas ocasiones, algún estudiante no parecía adaptarse a este tipo de actividades y parecía frustrada al cambiar su rutina y modo de trabajo. Por ejemplo, al no tener que usar el libro de texto y tener que interactuar con sus compañeros.

Resultó evidente que los estudiantes estaban más habituados a un modelo pedagógico de transmisión-recepción en el que tenían a reproducir lo expuesto en clase, por lo que a algunos no les resultó fácil enfrentarse a actividades en las que tenían que reflexionar, compartir argumentos y defenderlos entre toda la clase. De igual modo, a la hora de enfrentarse a preguntas de evaluación en las que tenían que valorar información y no solo reproducir conocimiento, como por ejemplo, la pregunta del “mapa de la lengua” o de la “adaptación sensorial” en la prueba de evaluación objetiva. No podemos esperar que los estudiantes se enfrenten a las demandas cognitivas de los objetivos de la enseñanza constructivista, ni podemos esperar que las actividades de aprendizaje activo resulten automáticamente en “fuertes actos de construcción”, si su aprendizaje es de naturaleza predominantemente pasiva (Anthony, 1996). Como afirma este autor, para hacerlo de manera efectiva, los estudiantes deben ser cognitiva, metacognitiva y afectivamente activos en el proceso de aprendizaje. Es decir, deben ser activos en su propio proceso de aprendizaje, ser conscientes de cómo aprenden y estar implicados en lo que están aprendiendo.

Por último, en cuanto a dificultades encontradas en cuanto a currículo, quizá el número de sesiones y trabajo invertido para el número de Criterios de Evaluación y EAE respecto al global del currículo del año es desproporcionado. Si tuviera que enfrentarme al diseño de una programación didáctica tendría que sopesar la proporción de horas de trabajo y sesiones respecto al número de Criterios de Evaluación del currículo, de forma que otros contenidos no se vieran perjudicados. Aunque puede que los Criterios de Evaluación marcados por el currículo sean insuficientes respecto al tamaño del contenido de los órganos de los sentidos según lo expuesto por Barros (2018) en su análisis sobre el currículo. Especialmente si comparamos el número de Criterios de Evaluación que se destinan al estudio del sistema locomotor, y la profundidad de conocimiento exigida mediante sus EAE.

## 7. Consideraciones finales

Durante mi periodo de prácticas he podido observar que pequeños cambios, por ejemplo, en metodología, técnicas de instrucción, la manera de dar *feedback*, etc., pueden influir de forma positiva en la motivación y actitud de los alumnos a la hora de enfrentarse al profesor y a la materia. Es obvio que la implementación del aprendizaje activo requiere esfuerzos de tiempo para preparar materiales y para evaluar, recursos, *know-how*, tiempo para que el alumnado se adapte a estos tipos de metodologías más innovadoras, y un largo etcétera. Pero considero que, tras mi breve experiencia durante estas prácticas, he podido comprobar que introducir solo pequeños cambios y de forma progresiva, podría tener efectos positivos. Por ejemplo, se ha podido constatar, de forma objetiva, un aumento de la motivación en forma de un aumento de participación e implicación en clase, y la valoración de los propios alumnos a este tipo actividades ha sido muy positiva.

No cabe duda de que existen evidencias científicas de que tales métodos funcionan, y creo que estos se deberían dar a conocer a la comunidad docente a través de información que motive para implementarlos, de una forma clara y práctica, y proporcionar incentivos para que se produzca un cambio tan necesario en las aulas.

Soy consciente de que ésta es una observación desde el periodo de prácticas, que supone un contexto del proceso de enseñanza distinto del habitual: es un ambiente novedoso y distinto para el alumnado, lo que confiere un cambio positivo en su actitud. Esto quiere decir, de todas formas, que el alumnado necesita sentirse estimulado y ser partícipe de su proceso de aprendizaje y no un mero sujeto pasivo que tiene que absorber conocimiento.

Como última conclusión extraigo que hay un salto sustancial en cuanto a la manera de enfocar la educación desde lo que se intenta trasladar desde el Máster de Profesorado y lo que se lleva a cabo en las aulas. Siendo más concreto, existen aspectos como la evaluación que siguen enfocándose de una manera bastante tradicional en las aulas, y eso se puede apreciar desde la percepción que tiene el alumnado, hasta la de los propios docentes. Y no solo se aprecia esto en aspectos de instrucción y didáctica, sino también pedagogía, psicología evolutiva y gestión de emociones. Creo que los docentes deberían contar con más herramientas y formación para saber enfrentarse a la inmensa variedad de aspectos emocionales y cognitivos de los adolescentes y a la hora de trabajar con grupos, para evitar frustraciones entre ellos mismos y los alumnos.

Considero que el Máster de Profesorado nos ha proporcionado múltiples herramientas, conocimiento y saber hacer, que me han servido para saber analizar un grupo de adolescentes en aspectos conductuales y cognitivos e interactuar con ellos, saber adaptar una metodología basada en evidencias al aula, evaluar su aprendizaje y a mi propio proceso de enseñanza de una forma crítica, y mucho más. Pero todo esto es solo el principio de un largo camino en el que la formación continua es indispensable para saber adaptarnos a una gran diversidad de ambientes en la Educación Secundaria.

## 8. Referencias bibliográficas

- Anthony, G. (1996). Active Learning in a Constructivist Framework. *Educational Studies in Mathematics*, 31(4), 349–369.
- Aronson, E., et al. (1978). *The jigsaw classroom*. Sage.
- Barrass, R. (1984). Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, 18:3, 201-206, DOI: [10.1080/00219266.1984.9654636](https://doi.org/10.1080/00219266.1984.9654636)
- Beltrán-Martín, I. (2019). *Using Padlet for collaborative learning*. 5th International Conference on Higher Education Advances 2019. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/HEAD19.2019.9188>
- Bravo-Torija, B. (2018). Aprendiendo sobre la visión con las TIC como aliadas. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 91, 12–19.
- Cañal, P. y Carmen, L. (2011). *Didáctica de la biología y la geología* (1ª ed.). Graó.
- Colás-Bravo, M. P. (2018). Incidencia de las TIC en la enseñanza en el sistema educativo español: una revisión de la investigación. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 56, 2. <https://doi.org/10.6018/red/56/2>
- Cruz-Guzmán Alcalá, M. (2011). Diseño práctico de una Unidad Didáctica en el área de las Ciencias Experimentales enmarcado en un proceso de enseñanza-aprendizaje activo y constructivista. *Campo Abierto: Revista de Educación*, 30(2), 141–164.
- Dewey, J. (1913). *Interest and effort in Education*. Houghton Mifflin. [https://en.wikisource.org/wiki/Interest\\_and\\_Effort\\_in\\_Education](https://en.wikisource.org/wiki/Interest_and_Effort_in_Education)
- Duță, N., y Martínez-Rivera, O. (2015). Between Theory and Practice: The Importance of ICT in Higher Education as a Tool for Collaborative Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 180, 1466–1473. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.294>
- Fisher, C. D. (2017). Padlet: An Online Tool for Learner Engagement and Collaboration. *Academy of Management Learning and Education*, 16(1), 163–165. <https://doi.org/10.5465/amle.2017.0055>
- García-Barros, S. (2018). Los sentidos en el marco de la función de relación. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 91, 7–11.
- Gillard, S., Gillard, S., y Pratt, D. (2015). A Pedagogical Study of Intrinsic Motivation in the Classroom through Autonomy, Mastery, and Purpose. *Contemporary Issues in Education Research*, 8(1), 1–6.
- Guy, G. P., Jr, Holman, D. M., y Watson, M. (2016). The Important Role of Schools in the Prevention of Skin Cancer. *JAMA Dermatology*, 152(10), 1083–1084. <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2016.3453>

- Hattie, J. y Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Hetika, H., Farida, I. y Priatna-Sari, Y. (2018). Think Pair Share (TPS) as Method to Improve Student's Learning Motivation and Learning Achievement. *Dinamika Pendidikan*, 12(2), 125–135. <https://doi.org/10.15294/dp.v12i2.13561>
- Huertas-Montes, A. (2016). Efectos de un programa educativo basado en el uso de las TIC sobre el rendimiento académico y la motivación del alumnado en la asignatura de tecnología de educación secundaria *Educación XXI: Revista de La Facultad de Educación*, 19(2), 229–250. <https://doi.org/10.5944/educxx1.16464>
- Hurtado, M. (2000). Sobre el origen de los conocimientos previos en Biología: elementos comunes entre el alumnado y los libros de texto. *Revista de Educación de La Universidad de Granada*, 13, 199–215.
- Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (1994). *Learning Together and Alone. Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc.
- Kaddoura, M. (2013). Think Pair Share: A teaching Learning Strategy to Enhance Students' Critical Thinking. *Educational Research Quarterly*, 36(4), 3–24.
- Kurt, S. (2020). Kolb's Experiential Learning Theory & Learning Styles. *Educational Technology*. Retrieved from <https://educationaltechnology.net/kolbs-experiential-learning-theory-learning-styles/>
- Lawton, G. (2009). That freaky feeling. *New Scientist*, 201(2699), 33–34. [https://doi.org/10.1016/S0262-4079\(09\)60727-2](https://doi.org/10.1016/S0262-4079(09)60727-2)
- Lorsbach, A.W., y Tobin, K. (1992). Constructivism as a referent for science teaching. En: F. Lorenz, K. Cochran, J. Krajcik, & P. Simpson (Eds.) *Research Matters ...to the Science Teacher. NARST Monograph, Number Five*. Manhattan, KS: National Association for Research in Science Teaching. <https://narst.org/research-matters/constructivism-as-referent-science-teaching>
- Marshall, P. (2013). The Tongue Map, Real or Not? *The American Biology Teacher*, 75(8), 583–586. <https://doi.org/10.1525/abt.2013.75.8.11>
- McTighe, J., y Lyman, F. T., Jr. (1988). Cueing thinking in the classroom: the promise of theory-embedded tools. *Educational Leadership*, 45(7), 18.
- Mischel, L. J. (2019). Watch and Learn? Using EDpuzzle to Enhance the Use of Online Videos. *Management Teaching Review*, 4(3), 283–289.
- Peeck, J., Van den Bosch, A. B., y Kreupeling, W. J. (1982). Effect of mobilizing prior knowledge on learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 74(5), 771–777. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.74.5.771>

- Prahl, K. (2017). Best Practices for the Think-Pair-Share Active-Learning Technique. *The American Biology Teacher* 79(1), 3-8, (1 January 2017). <https://doi.org/10.1525/abt.2017.79.1.3>
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*. 3, 223.
- Prochaska, J., Ovcari, M., y Durinik, M. (2020). Sandwich feedback: The empirical evidence of its effectiveness. *Learning and Motivation*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2020.101649>
- Prud'homme-Généreux, A. (2010). Picking Your Classmate's Brain: Four Inquiry-Based Experiments about the Human Brain. *The American Biology Teacher*, 72(6), 350–355. <https://doi.org/10.1525/abt.2010.72.6.7>
- Ruiz-Martín, H. (2020). *¿Cómo aprendemos?: una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. (2ª ed.). Graó., 57
- Skinner, E. A., y Belmont, M. J. (1993). Motivation in the classroom: reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of Educational Psychology*, 85(4), 571.
- Slavin, R. E. (2013). Cooperative learning and achievement: Theory and research. En: W. M. Reynolds, G. E. Miller y I. B. Weiner (eds), *Handbook of psychology* (2a edición, vol 7, pp. 199-212). Wiley.
- Stansfield, W. (2012). Science & the Senses: Perceptions & Deceptions. *The American Biology Teacher*, 74(3), 145–149. <https://doi.org/10.1525/abt.2012.74.3.4>
- Vera, I., González, S., y Domínguez, C. (2013). Intervención educativa en los conocimientos, actitudes y prácticas sobre la protección solar en estudiantes de educación secundaria. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*.11(2):94-103.

## **NORMATIVA**

Orden de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Anexo II, Currículo de las materias de la ESO (Biología y Geología). Boletín Oficial de Aragón. Zaragoza, 3 de junio de 2016, núm. 106, pp. 13462-14390.

## 9. Anexos

Anexo 1. Análisis de prueba de evaluación:

<https://drive.google.com/drive/folders/1iVKBpqB5hkUZiropZOKJpkFsUP19BQX?usp=sharing>

Anexo 2. Diseño de salida de campo en Geología:

[https://drive.google.com/drive/folders/1GgTy1\\_5D0dPwVOOVzoYe24WEFVTwaUnq?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1GgTy1_5D0dPwVOOVzoYe24WEFVTwaUnq?usp=sharing)

Anexo 3. Encuesta de evaluación inicial:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd1ADd1aaqUfVb2NDU4Yo4xi4CNkrJh7LmwpZAkfNdv2IY\\_Cw/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd1ADd1aaqUfVb2NDU4Yo4xi4CNkrJh7LmwpZAkfNdv2IY_Cw/viewform?usp=sf_link)

Anexo 4. Materiales didácticos:

<https://drive.google.com/drive/folders/1AB52joViWMFST3RPQIAmC8hTObc33xEt?usp=sharing>

Anexo 5. Encuesta de valoración de la docencia y de la propuesta didáctica:

[https://drive.google.com/drive/folders/1x7x7Rp1TUOS6IUkxX1Mf-YV\\_4tn7LaG6?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1x7x7Rp1TUOS6IUkxX1Mf-YV_4tn7LaG6?usp=sharing)

Anexo 6. Mural colaborativo Padlet:

<https://padlet.com/patallerop/ysa1mzstovfcsieu>

<https://padlet.com/patallerop/hs2kp7sruq1guqb4>

Anexo 7. Video “Mitos de la ciencia”:

<https://edpuzzle.com/media/6075dffde5628b413cd804fe>

Anexo 8. Rúbrica de coevaluación:

[https://drive.google.com/drive/folders/14zeQC5HvOJ1P3uDXgEzy\\_9u5Z3t-dDg\\_?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/14zeQC5HvOJ1P3uDXgEzy_9u5Z3t-dDg_?usp=sharing)

Anexo 9. Producciones de alumnos.

<https://drive.google.com/drive/folders/1WoFSUgomZpknFQRSwO1WTqCY8pnrTCK4?usp=sharing>