

Un enfoque multidimensional para el aprendizaje de invertebrados en 1º de la ESO: Claves Dicotómicas, Árboles de Clasificación y Noticias

A multidimensional approach to study invertebrates in 1st grade ESO: dichotomous keys, classification trees and news

Autora

Teresa Subías Grau

Dirección

Pepe Lorens Benito



Facultad de Educación
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

1542

1. Introducción	pág.3
a. Presentación personal	pág.3
b. Contexto del Centro Educativo	pág.3
c. Presentación del trabajo	pág.4
2. Análisis Crítico de Actividades Realizadas en el Máster	pág.5
a. “Aprender a través del lenguaje”	pág.5
b. “El origen molecular de la compleja enfermedad de Parkinson”	pág.6
3. Propuesta Didáctica	pág.7
a. Título y nivel educativo	pág.7
b. Evaluación inicial	pág.8
c. Objetivos de la Propuesta Didáctica	pág.15
d. Justificación de la Propuesta Didáctica: marco teórico y metodología escogida	pág.16
e. Justificación de la adecuación de la Propuesta Didáctica al centro educativo	pág.20
f. Actividades	pág.20
g. Evaluación final y criterios de clasificación	pág.28
h. Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora	pág.31
4. Conclusiones del Máster	pág.32
5. Referencias Bibliográficas	pág.34
Anexos	pág.38

1. INTRODUCCIÓN

a. Presentación personal

Cuando finalicé 2º de Bachillerato en el IES La Litera (Tamarite, Huesca) mi primera opción era estudiar Biología. Todo lo concerniente a ésta me gustaba, especialmente lo referido al funcionamiento del cuerpo humano, la sinapsis neuronal, etc. Me apasionaba. Le comenté ilusionada a mi profesora de Biología que iba a estudiar su misma formación y ella me lo desaconsejó alegando la falta de trabajo para los biólogos/as. Me dejé aconsejar y, dada la novedad que suponía por aquel entonces la licenciatura de Ciencias Ambientales y sus futuras expectativas laborales (que tampoco se cumplieron), decidí estudiar esta última en la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), de la que me licencié en 2006. Aunque nunca me arrepentí de la elección, que me permitió abordar el medio natural desde distintos prismas (ecología, edafología, meteorología, botánica, zoología, geología, hidrogeología, salud ambiental, etc.), siempre recordé con cariño la biología de Bachillerato.

Tras finalizar la licenciatura emprendí varios viajes por Latinoamérica. A su regreso, y muy impresionada por la acción de las transnacionales europeas y norteamericanas en estos países, estudié un posgrado de Derecho Ambiental por la UNED, que me llevó a Navarra a trabajar en el “contra estudio” de impacto ambiental de una mina en el paisaje protegido de Erdiz. Me quedé 4 años en tierras navarras y vascas, para volver en 2012 a la provincia de Huesca e iniciar una andadura empresarial bajo el nombre de *Ticodroma Medio Ambiente*. Esta etapa (2012-2018) me he permitido gestionar varios Centros de Interpretación de la Naturaleza en la provincia de Huesca (Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara y Mallos de Riglos); diseñar actividades en el entorno y en aulas (aulas de la naturaleza, talleres en colegios e institutos, charlas); guiar una amplia tipología de grupos en el medio natural (niños/as de infantil, primaria, adolescentes, universitarios/as, familias, grupos no expertos, jubilados/as, etc.) y, sobretodo, conocer de primera mano la flora, fauna, geología y geomorfología de mi entorno natural, aunque dada la vastedad de cada una de estas disciplinas, todavía queda mucho por aprender.

En el Practicum II y III, he podido retomar, como observadora, la Biología de 2º de Bachillerato; disfrutarla, recordarla y admirar su complejidad. Creo que es muy positivo que los futuros docentes hayamos tenido otros contextos laborales y experiencias, pues a través de todo ello, podemos dotar las aulas de realidad y acercarlas al entorno natural y social. Mi andadura con grupos diversos, me ha dotado de herramientas para la comunicación y gestión de grupos, así como de recursos para el diseño de actividades. Sin embargo, creo que no hay docencia sin una motivación real por una enseñanza útil y de calidad.

b. Contexto del centro donde se han realizado los Practicum I, II, III

El Instituto de Enseñanza Secundaria Pirámide (IES Pirámide en adelante) presenta una serie de particularidades que dificultan su gestión y convierten la participación activa del conjunto de la Comunidad Educativa en algo necesario para su buen funcionamiento. Estas particularidades atienden, básicamente, al volumen de la Comunidad Educativa, a la ubicación del centro en el extrarradio de la ciudad de Huesca, a sus grandes instalaciones que se comparten con alumnos/as procedentes de FP (CFIFP Pirámide) y de la residencia de estudiantes y al gran espacio verde alrededor del Centro (30Ha) que incluye varias Ha de pinar y un jardín botánico.

El IES Pirámide ha contado, para el curso 2017/18, con 886 alumnos/as, siendo los representantes de ESO los más numerosos (596) y concretamente, los de 1º y 2º (con 7 aulas cada curso y una adicional de atención a la diversidad, PAI y PMAR respectivamente). En el aula PAI se sitúa, entre otros/as, el alumnado gitano procedente de Camino Jara, el más disruptivo del IES y que requiere de atención especializada a lo largo de toda la etapa educativa obligatoria.

El alumnado procede en un 60% de la ciudad de Huesca (colegios adscritos Pedro J. Rubio y Alcoraz) y en un 40% de áreas rurales (CRA Montearagón, CEIP Ayerbe o CRA Tardienta – Monegros). El IES cuenta también con una sección delegada en Almudévar (Huesca), donde se imparten los 4 cursos de ESO.

Dado el volumen de estudiantes y docentes y las grandes instalaciones (compartidas con alumnos/as de perfiles y edades heterogéneos), no es de extrañar que la gestión de la convivencia sea la herramienta principal para la coordinación de espacios y tiempos y el enfoque de la mayoría de los documentos de Centro (Programación General Anual, Proyecto Educativo de Centro, Memorias Anuales). Quizás por esta focalización, no se recogen en estos documentos aspectos más relativos a metodologías de enseñanza y aprendizaje o innovación. En este sentido, se ha observado una cierta disfuncionalidad en la Comisión de Coordinación Pedagógica, al menos en lo que respecta al Departamento de Biología y Geología, así como en el dinamismo de este Departamento. Sin embargo, este curso 2017/18 se ha iniciado la formación de profesorado voluntario e interesado (29 docentes) en trabajar por Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que plantea incluso la posibilidad de un trabajo internivelar. Ninguno de estos docentes pertenece, sin embargo, al Departamento de Biología y Geología.

De lo que no hay duda, es de la política de acogida que desarrolla el IES con los nuevos docentes, familias, personal PAS y alumnado y, en especial, con el de 1º de la ESO. En cuanto a éste, en la PGA vienen definidos los criterios para su agrupamiento que buscan la homogeneidad externa de las aulas, con el fin de mejorar el rendimiento y favorecer la convivencia y la adaptación a secundaria. Dichos criterios atienden a:

Procedencia: Se reparten de forma equitativa los alumnos/as procedentes de cada centro de primaria; manteniendo, de este modo, algunos/as referentes en cada aula, pero evitando una segregación por colegios.

Género: Se busca que las aulas tengan un número similar de chicos y de chicas.

Rendimiento académico: Se reparten aquellos alumnos/as de mejor rendimiento en aulas diferentes, a la vez que se compensan con repetidores/as y alumnos/as que participan en programas de Atención a la Diversidad.

Cantidad: Se busca que cada aula tenga un número aproximado de estudiantes por aula.

Esta política junto a la presencia de un aula PAI para 1º de la ESO promueve que las tres aulas en las que se ha desarrollado el Practicum y a las que se orienta esta Propuesta Didáctica, se perciban efectivamente homogéneas. Tan sólo en 1ºB contrasta la presencia de varios alumnos disruptivos con malas calificaciones, con la de alumnas de muy buenas calificaciones. Aún así, en general, las clases pueden desarrollarse sin problemas. Tan sólo uno de los alumnos tiene un dominio menor del idioma.

c. Presentación del trabajo

Para el presente trabajo se han escogido, documentado, justificado, detallado, analizado y evaluado tres herramientas cuyo uso se considera recomendado e incluso necesario en las

aulas de Biología y Geología de ESO. Son: el trabajo con claves dicotómicas y árboles de clasificación y el uso de noticias científicas, como parte importante de la alfabetización científica.

La Propuesta Didáctica presentada se estructura en 8 sesiones (ver apartado f. Actividades) e intercala actividades más prácticas y de aplicación con sesiones más teóricas y de puesta en común y recopilación. Se esquematizan a continuación:

- Sesión 1: Evaluación 0.
- Sesión 2: Sesión teórica y de recopilación de clasificación de invertebrados por Phylos.
- Sesión 3: Los Artrópodos en Clave.
- Sesión 4: Sesión teórica y de recopilación de Artrópodos.
- Sesiones 5 y 6: La Clave está en el Árbol.
- Sesión 7: Sesión de Co-evaluación.
- Sesión 8: Los invertebrados no sólo pican.

El trabajo se completa con el análisis crítico de dos actividades realizadas en el máster que me han resultado novedosas, interesantes y/o que me han aportado otra perspectiva a la hora de plantearme la docencia. Son dos trabajos prácticos de asignaturas del 1º semestre:

- a) “Aprender ciencias a través del lenguaje”: Trabajo final de la asignatura de “Fundamentos de Diseño Instruccional y Metodologías de aprendizaje en la especialidad de Física y Química y Biología y Geología”.
- b) “El origen molecular de la compleja enfermedad de Parkinson”: Transposición Didáctica de un artículo científico de la asignatura “Diseño Curricular de Física y Química y Biología y Geología”.

Para finalizar, se aportan varias conclusiones sobre el máster y su periodo de Prácticas, recopilando aquello que considero más positivo del mismo y aportando algunas propuestas de mejora.

2. ANÁLISIS CRÍTICO DE ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL MÁSTER

a. “Aprender Ciencias a través del lenguaje”

El título del apartado se corresponde con el del trabajo final de la asignatura: “Fundamentos de Diseño Instruccional y Metodologías de aprendizaje en la especialidad de Física y Química y Biología y Geología”.

He seleccionado este trabajo por representar mi primer contacto con la Didáctica de las Ciencias y con algunos de sus autores/as más representativos/as: M.P. Jiménez-Aleixandre, N. Sanmartí, J. Jorba, etc. El enfoque de la Didáctica de Ciencias a distintos niveles (el uso del lenguaje en el aprendizaje; la lectura inferencial versus la lectura literal, el valor de la argumentación en la comprensión y procesamiento de la información; la necesidad de instrumentalizar para aprender competencias y de proponer ejercicios que impliquen transferir conocimientos; la evaluación como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, etc.) me ha resultado muy interesante y me ha hecho reflexionar sobre las formas tradicionales de enseñar ciencias, así como sobre la necesidad de abrir nuevos marcos en la actualidad pues, como se verá más adelante, en un mundo cada vez más dependiente de la

ciencia y la tecnología, los alumnos/as de secundaria no siempre encuentran la representatividad y utilidad a las ciencias que estudian en el aula (Acevedo-Díaz, 2007).

En este caso, el objetivo del trabajo fue analizar los recursos didácticos presentes en un libro de texto de 1º de la ESO desde la perspectiva del uso del lenguaje en la Didáctica de Ciencias, reflexionando, a su vez, sobre el tipo de aprendizaje que el libro promovía y si éste estaba en consonancia con el que demandaba al alumnado. Buscaba también corroborar, la presencia o ausencia de contenidos que ampliaran conocimientos, resultaran motivadores o que permitiesen vincular el aula con la realidad del alumno/a.

Un análisis de diversas imágenes, cuerpos de texto, actividades propuestas y actividades de refuerzo corroboraron aspectos ya apuntados por la bibliografía, como la dominancia de textos descriptivos frente a los explicativos o argumentativos. Estos primeros, mostraban por lo general, la información de una forma simplificada y como un hecho cerrado no contrastable ni rebatible y que, a su vez, no permitían contextualizarla (quién lo ha descubierto, cómo lo ha descubierto, etc.). De la misma manera, a la vista de las actividades propuestas, se fomentaba el aprendizaje memorístico y la lectura literal (la respuesta está en el texto y no hace falta procesar información para resolver las cuestiones propuestas). Desde un punto de vista más semántico, el texto abundaba en el uso de verbos considerados menos apropiados (por genéricos) en las explicaciones de ciencias (“haber”, “tener”, etc.).

Cabe mencionar que los libros de textos son los principales textos didácticos utilizados en el aula (Prat, 2000) y que la bibliografía que los analiza es abundante y no precisamente positiva. Sin embargo, como se derivó del análisis de dos proyectos de innovación que se nos facilitaron en la asignatura de “Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Biología y Geología”, los libros de texto pueden cumplir una función de motivación para el alumnado (sobre todo a partir de sus recursos visuales) y de guía y recopilación tanto para las explicaciones del profesorado como para el estudio del alumnado.

Quizás lo ideal sea no ceñirse únicamente a un tipo de texto didáctico, sino alternar varios y de diversas naturalezas (discontinuos, científicos, periodísticos, etc.) para que el alumnado pueda ejercitarse y, con ello, desarrollar más habilidades y destrezas.

b. “El origen molecular de la compleja enfermedad de Parkinson”

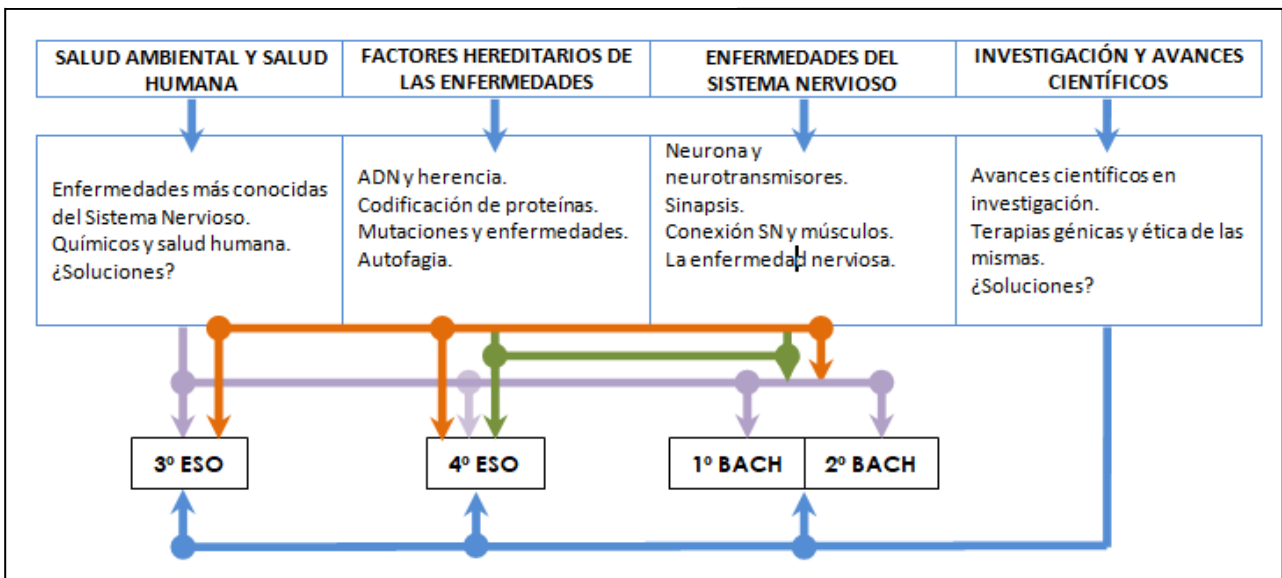
En la asignatura “Diseño Curricular de Física y Química y Biología y Geología” se nos propuso transponer didácticamente un artículo científico para ser aplicado en un aula de secundaria. En dicha Transposición, debíamos remarcar qué contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) podían trabajarse y a qué curso irían referidos.

Este ejercicio propuesto remite de nuevo a la lectura en el aula y al uso del lenguaje mencionado en el apartado anterior, a la vez que incide de lleno en la “alfabetización científica”, metodología que coge cada vez más fuerza en la enseñanza de las ciencias. Según ésta, la idea no es tanto que los alumnos/as de secundaria “creen ciencia” sino que éstos/as “conozcan la naturaleza de la ciencia” (cómo se crea, cómo discriminar si una información es fiable, cómo contrastar datos para argumentar fundamentadamente, el dinamismo de la ciencia, etc.). Como se explicará más adelante, tanto los artículos como las noticias científicas permiten enmarcar la ciencia en la actualidad, dotarla de relevancia y unir contenidos del aula con la realidad. A su vez, permiten evidenciar el proceso de construcción de un nuevo conocimiento científico, lo que se aleja significativamente, de las “etiquetas” o las verdades absolutas que, en ocasiones, parecen referir los libros de texto.

La transposición didáctica de artículos científicos, como una suerte de traducción, se hace necesaria para permitir que el alumnado comprenda el contenido y, de este modo, el texto pueda despertar su motivación al reconocer en él conocimientos propios o utilidades reales de los mismos. Es una forma de acercar la ciencia al aula, como también de acercarla a la sociedad. Como herramienta didáctica, y como se verá después, esta herramienta puede ser utilizada para presentar contenidos, reforzarlos o ampliarlos o para desarrollar actitudes entre el alumnado, como, por ejemplo, la valoración y apoyo a la investigación científica.

En este caso, el artículo escogido fue Fuentes, J.M. El origen molecular de la compleja enfermedad de Parkinson. (Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Genética de la Universidad de Extremadura y Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Neurodegenerativas). Como aspecto más destacado, el artículo incorporaba una variable ambiental al desarrollo de la enfermedad, poniendo en el punto de mira la salud ambiental de nuestro entorno. A partir de este artículo, se permitía trabajar no sólo contenidos curriculares de diversos cursos (ver Ilustración 1), sino también otros de corte transversal. La Ilustración 1, muestra, a modo de síntesis, el ejercicio realizado de transposición.

Ilustración 1. Transposición didáctica de un artículo científico



Fuente: Elaboración propia.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

a. Título y nivel educativo

A continuación se plantea la Propuesta Didáctica: *Un enfoque multidimensional para el aprendizaje de invertebrados en 1º de la ESO: Claves Dicotómicas, Árboles de Clasificación y Noticias en el aula*. Como se deriva del nombre, la Propuesta incluye el uso y trabajo en aula con:

Claves dicotómicas: de Artrópodos y de Invertebrados. El objeto de esta práctica es que los alumnos/as manipulen esta herramienta con el fin de instrumentalizar su uso hasta adquirir el conocimiento procedimental.

Árbol de Clasificación de Invertebrados: El objeto de esta práctica es forzar al alumnado a transferir los conocimientos adquiridos a un nuevo escenario: el árbol de clasificación.

Noticias científicas: El objeto de esta práctica es familiarizar a los alumnos/as con otra tipología de textos, revalidar la imagen de la ciencia y la investigación científica y evidenciar la importancia de los invertebrados para el conjunto del Planeta Tierra y la especie humana.

Dichas actividades se incluyeron en la Propuesta Didáctica que se diseñó para el periodo Practicum III en el IES Pirámide (Huesca). Sin embargo, de las 8 sesiones propuestas (ver apartado 1.c. Presentación del Trabajo), sólo fue posible implementar 3. Este motivo ha generado que no se disponga de producciones de los alumnos/as (salvo las de la evaluación inicial), por lo que no es posible valorar si la presente propuesta ha incidido en las ideas previas de los alumnos/as, ni si ha fomentado un aprendizaje significativo.

Sea como sea, el uso habitual de estas herramientas se considera muy interesante para la alfabetización científica del alumnado de secundaria, tal y como se desarrollará en el apartado de d.3. Justificación de la Propuesta Didáctica de este trabajo.

b. Evaluación inicial

b.1. Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos

La bibliografía que aborda la evaluación del nivel académico del alumnado de 1º de la ESO respecto a los animales invertebrados evidencia que no es posible observar éste de forma separada al estudio de sus ideas alternativas. Éstas, según la bibliografía consultada, pueden agruparse en tres niveles diferenciados: en la concepción de “animal” (frente a la de “planta” u “otras categorías”); en los criterios de clasificación para la agrupación de invertebrados y en la relación del ser humano con la biodiversidad (en este caso con los invertebrados).

Puede considerarse que la concepción de ideas alternativas forma parte de un aprendizaje procedente de fuentes informales (Cinici, 2013) que tiene lugar con la interacción del alumnado y el mundo social, cultural y natural (observación directa, TV, revistas, interacción entre iguales, etc.) y que, por lo general, difieren de las científicas. Para Galán y Martín del Pozo (2013) estas construcciones personales, sin embargo, son compartidas por diferentes grupos independientemente del lugar de origen, por lo que se les puede otorgar un carácter transcultural. Mintzes (como se citó en Cinici, 2013) añade, además, que son independientes del sexo, edad y nivel socioeconómico. Para Galán y Martín del Pozo (2013), aunque las ideas alternativas suelen parecer incoherentes bajo el prisma científico y del conocimiento escolar, no lo son desde el punto de vista del alumnado, ya que recurren a ellas para explicar los fenómenos cotidianos y, puntualizan las autoras, un razonamiento lógico y coherente puede no ser percibido así por el estudiante si no está en sintonía y coherencia con su percepción del mundo. Además, como afirman varios autores/as (Kattmann, 2001; Cinici, 2013; Galán y Martín del Pozo, 2013; Bermúdez, De Longhi, Díaz y Catalán, 2014) estas ideas están muy arraigadas y pueden persistir incluso después de una práctica educacional convencional, acentuándose más cuanto más alejados de lo intuitivo estén los contenidos. Driver, Guesne & Tiberghien (como se citó en Cinici, 2013), reflejan que estas ideas alternativas influyen en el aprendizaje a diversos niveles: en las observaciones que hacen los alumnos/as y las explicaciones de las mismas, así como en las estrategias que utilizan para incorporar nuevos conocimientos. Por estos motivos, como recogen varios autores (Kattmann, 2001; Jiménez-Aleixandre, 2010; Del Carmen, 2011) desde un enfoque constructivista, las ideas alternativas deberían tenerse en consideración a la hora de plantear un proceso de enseñanza-aprendizaje que pueda resultar significativo.

Por último, entre los conocimientos previos del alumnado de 1º de la ESO está la herencia de la etapa de Educación Primaria. El “techo de la educación primaria” (Galán y Martín del Pozo, 2016) está resumido en sus criterios de evaluación y estándares de aprendizaje. De este modo, la revisión del Real Decreto 126/2014 (España. Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero), nos orienta sobre las competencias supuestamente adquiridas por el alumnado de 1º de la ESO. La Tabla 1 muestra algunos de estos aspectos de interés para el caso que ocupa:

Tabla 1. Competencias de fin de etapa de Educación Primaria (Ciencias de la Naturaleza)

Bloque III: Los Seres Vivos		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Los seres vivos: características, clasificación y tipos. Los animales vertebrados e invertebrados: características y clasificación. Interés por la observación y el estudio riguroso de todos los seres vivos.	Conocer diferentes niveles de clasificación de los seres vivos atendiendo a sus características y tipos.	Observa e identifica las características y clasifica los seres vivos: Reino Animal, Reino Vegetal, Reino de los Hongos y otros Reinos. Observa directa e indirectamente, identifica características, reconoce y clasifica animales invertebrados. Utilizan guías en la identificación de animales y plantas.

Fuente: España. Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero.

Como puede observarse, en el currículo oficial de Educación Primaria las competencias en Ciencias de la Naturaleza implican ya un progresivo dominio de procesos científicos básicos, como el de la clasificación (Galán y Martín del Pozo, 2013) o el uso de herramientas, como las guías de identificación.

► La concepción de “animal”

Según Galán y Martín del Pozo (2013), los alumnos/as de diversos cursos de primaria asocian principalmente la idea de animal a la capacidad de movimiento. De este modo, aquellos sobre los que no se dispone de una información previa y aparentemente permanecen inmóviles (ej: anémonas de mar) son generalmente clasificados como plantas o presentan dificultades de clasificación. Tanto para estas autoras como para Jiménez-Aleixandre (2010), de hecho, en alumnos/as del primer ciclo de primaria, lo vivo se relaciona directamente con lo animal y se atribuyen características de lo inerte a todos los demás organismos (incluidas las plantas). Esta concepción va reduciéndose con la edad, hecho que no ocurre con el binomio movilidad/animal, que aparece representado todavía con fuerza en 6ºP (Galán y Martín del Pozo, 2013).

Jiménez-Aleixandre (2010) añade, además, un filtro antropocéntrico en la construcción del concepto de animal por parte del alumnado. De este modo, la proximidad en estructuras corporales, como en su comportamiento respecto al ser humano (Rodríguez, de las Heras, Romero y Cañal, 2014) son determinantes en su consideración. En este sentido, Bermúdez et al. (2014) definen como “animales amigables” a los grandes mamíferos, cuya apariencia, inteligencia o comportamiento puede asimilarse a las del ser humano. A su vez, afirman, estos animales abundan en detalles en la cultura popular, una riqueza de la que se ha visto, derivan los primeros conocimientos de los estudiantes. Otros autores como Cinici (2013) apuntan otros rasgos antropocéntricos en las producciones de los alumnos/as en referencia a los invertebrados, como su necesidad de “construir un hogar” (en referencia a conchas o

pupas de las mariposas) o el crecimiento de “bebé a adulto” (en referencia al paso de oruga a mariposa).

► Criterios de clasificación (invertebrados)

Las ideas alternativas en la clasificación de animales abundan entre alumnos/as de diversas edades. A parte de algunas que se han ido mencionando, Cinici (2013) apunta incluso dificultades en secundaria a la hora de separar vertebrados e invertebrados. A modo de ejemplo, algunos resultados de su estudio asociaban la capacidad de volar (en relación al vuelo de las mariposas) con la necesidad de un esqueleto (óseo o cartilaginoso). Para otros alumnos/as del mismo estudio, todo invertebrado era aquél que dispusiera de un cuerpo blando, maleable y con capacidad de retorcerse sobre sí mismo.

Más allá de estas confusiones, varios autores (Kattmann, 2001; Cinici, 2013, Galán y Martín del Pozo, 2013) inciden en que las principales motivaciones que llevan al alumnado a agrupar animales atienden a cuestiones relacionadas con su modo de locomoción (“se arrastra”, “vuela”) y al contexto en que se desenvuelven o hábitat (“viven cerca del agua”, “son marinos”). Los criterios morfológicos/anatómicos son totalmente desechados por Kattmann (2001) al encontrar en su estudio, por ejemplo, agrupaciones que incluían simultáneamente anfibios y mamíferos marinos o insectos y aves; en ambos casos, las otras dos motivaciones son las claramente determinantes. Puede que el estudio de Kattmann (2001) no propicie agrupamientos por similitudes morfológicas por cuestiones metodológicas, pues las agrupaciones de los alumnos/as se sustentan sobre un listado de animales de los que no se proporcionan imágenes. Como se verá en el posterior análisis de las producciones de los alumnos/as del IES Pirámide, así como en el estudio de Galán y Martín del Pozo (2013), el criterio anatómico/morfológico sí está presente en las agrupaciones hechas por los alumnos/as.

Kattman (2001) separa en su estudio las clasificaciones realizadas por los estudiantes en *taxonómicas* (“aves”, “insectos”, “roedores”, etc.) y *no-taxonómicas* (“animales acuáticos”, “domésticos”, “reptadores”, etc.). Las primeras son progresivamente más utilizadas en alumnos/as de mayor edad (13-16 años) aunque, no siempre se acompañan de razonamientos o cuando lo hacen, éstos no son siempre consistentes. Galán y Martín del Pozo (2013) definen estas categorías taxonómicas como *específicas*, separando las no-taxonómicas de Kattmann (2001) en *subjetivas* (“perjudiciales”, “agresivos”) y *generales* (“se arrastran”, “viven en el mar”).

Estas ideas alternativas, como se ha dicho, persisten incluso después de las clases teóricas (Kattmann, 2001). Álvarez, Oliveros y Domènech-Casal (2017) y Collado y Domènech-Casal (2016) indican que la enseñanza de la diversidad biológica en primaria y secundaria tiende más a una aproximación memorística de nombres y grupos que a la observación y comprensión de las características y criterios que los conforman (criterios de clasificación). Kattmann (2001) y Cinici (2013) apuntan la falta de contacto de muchos alumnos/as con el medio como una de las causas de ciertos errores conceptuales. Ahora, como bien indican Collado y Domènech-Casal (2016), los criterios de clasificación no son siempre observables y en ocasiones, requieren de explicaciones evolutivas o filogenéticas a las que no tienen acceso por currículo los alumnos/as de 1º de la ESO. Sea como sea, De Manuel y Grau (como se citó en Álvarez et al., 2017) concluyen que los alumnos/as encuentran dificultades para identificar y aplicar criterios para clasificar organismos, así como para asociar dichos criterios con los grupos taxonómicos. Jiménez-Aleixandre (2010) añade, que las dificultades aparecen a la hora de clasificar por semejanzas morfológicas y que este hecho conlleva problemas con el uso de guías y claves dicotómicas.

► Relación del ser humano y biodiversidad (invertebrados)

Para Fuentes, García y Martínez (2008) la relación entre educación y conservación de la naturaleza se ha ido forjando de una forma progresiva a la vez que ésta tomaba importancia a nivel internacional. En concreto, el informe Brundtland (1987) supuso el inicio de la andadura de los términos biodiversidad y desarrollo sostenible que aún a día de hoy siguen sin acuñar una única definición. Sin embargo, y a pesar de que la conservación de la biodiversidad sigue en las agendas políticas y en las preocupaciones sociales y está cada vez más presente en los currículos de secundaria (Fuentes y García, 2008), para Menzel y Bögenholz (como se citó en Bermúdez et al., 2014) la valoración de la conservación de la biodiversidad en los libros de texto de secundaria (principal herramienta de apoyo en el aula) está, por lo general, asociada a los bienes y servicios ecosistémicos directos, como puedan ser, por ejemplo, la provisión de alimentos o medicinas. Así, no es de extrañar que la valoración de la biodiversidad por parte de los estudiantes de ESO sea, en ocasiones, meramente instrumental y medida bajo una óptica prejuicio/beneficio. En lo concerniente a los invertebrados, además, Jiménez-Aleixandre (2010) afirma que en alumnos/as de secundaria existe un desinterés generalizado. Bartoszeck, Rocha da Silva & Tunnicliffe (como se citó en Cinici, 2013) apuntan que los invertebrados alcanzan su nivel máximo de interés entre los estudiantes de las primeras etapas educativas, donde éstos forman parte natural de la vida de los niños/as. Aún así, incluso en estas etapas, los estudiantes focalizan la relación invertebrado-ser humano en los efectos dañinos frente a los beneficiosos (Cinici, 2013) y Jiménez-Aleixandre (2010) apunta que, en secundaria, son percibidos como “perjudiciales” y “molestos”.

Estas creencias, como se verá, llegan incluso a conformar criterios subjetivos de clasificación en los que opera la lógica me gusta/no me gusta (Galán y Martín del Pozo, 2013).

b.2. ¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?

La Tabla 2 describe la sesión de evaluación inicial llevada a cabo con las 3 aulas de 1º de la ESO del IES Pirámide (Huesca) durante el periodo del Practicum II y III. Cabe mencionar que aunque los alumnos/as no habían sido previamente instruidos en cuanto a la clasificación taxonómica de invertebrados, la mayoría de los ellos/as conocía los nombres de los distintos Phyllos y de algunas Clases de invertebrados.

Tabla 2. Sesión de Evaluación inicial o Evaluación 0

Sesión de Evaluación inicial: UD Animales Invertebrados (1º de la ESO)	
Descripción	Se proporciona a cada grupo de 4-5 alumnos/as la Lámina 1 de Invertebrados (Anexo I), con una muestra de 23 imágenes que representan las diversas Clases y Phyllos de Invertebrados y la Ficha 1 de Invertebrados (Anexo II). A partir de la información aportada y sin la ayuda de otras herramientas (libro de texto, teléfono móvil) se pide a los alumnos/as: - Agrupar las 23 imágenes de la Lámina 1 en diferentes grupos por semejanzas y diferencias. - Especificar al menos dos criterios que les hayan permitido realizar cada una de las agrupaciones (criterios de clasificación). - Nombrar los distintos grupos.
Objetivos del docente	Conocer ideas alternativas y conocimientos previos del alumnado. Fomentar la observación, la comparación y la construcción autónoma de criterios de clasificación. Propiciar metodologías activas y trabajo cooperativo.
Objetivos del alumno/a	Agrupar organismos por similitudes y diferencias anatómicas observables. Aprender a diferenciar criterios taxonómicos de otros criterios. Diferenciar criterio de categoría taxonómica.

	Clasificar organismos aplicando criterios taxonómicos.	
Materiales	Lámina 1 de Invertebrados (Anexo I). Ficha 1 de Invertebrados (Anexo II) en la que el alumnado debe anotar: las imágenes que integran cada grupo formado, los criterios de clasificación establecidos y la denominación de cada grupo. (Anexo II).	
Temporalización	10'	Explicación de la actividad planteada, presentación de materiales, formación de grupos y resolución de dudas.
	25'	Trabajo autónomo de clasificación.
	15'	Puesta en común y validación de criterios de clasificación de los alumnos/as atendiendo a: - Son globalizadores y excluyentes, es decir, su presencia o ausencia es determinante en la clasificación del organismo. (Galán y Martín del Pozo, 2016). - Hacen referencia a características observables en la imagen y no a conocimientos previos (“tienen cavidad gastrovascular”) o apreciaciones subjetivas (“son pequeños”). - No se utilizan categorías taxonómicas como criterios de clasificación (“es un cnidario porque es una medusa”).
Evaluación	Recogida de Ficha 1 de Invertebrados para revisión.	

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3 muestra los criterios de clasificación utilizados por los alumnos/as de las tres aulas de 1º de la ESO (al no apreciarse diferencias significativas, los datos no se han separado por aulas). Un total de 14 grupos de alumnos/as han realizado 83 agrupaciones de invertebrados diferentes (una media de 6 agrupaciones/grupo) y han definido cada una a partir de 2 criterios, por lo que el tamaño de la muestra es de 166 criterios.

Para esta práctica, se han considerado *criterios taxonómicos* aquéllos determinantes en la clasificación de un Phylo o Clase de invertebrados. Para los no taxonómicos, se ha seguido la propuesta de Galán y Martín del Pozo (2016), diferenciando entre *subjetivos* (aquéllos que hacen referencia a percepciones subjetivas, a la relación humano-invertebrados y/o a la asimilación de rasgos humanos en los invertebrados) y *generales* (relacionados con el hábitat, el modo de desplazamiento, morfología/anatomía o funciones vitales). Se han establecido, a su vez, las categorías: *ausencia de criterio* y *errores de forma* (en la que se aprecia confusión de criterios o criterios mal expresados). Cabe mencionar que los alumnos/as han encontrado dificultades a la hora de establecer criterios y que, en general, las agrupaciones realizadas por los alumnos/as difieren mucho de unos grupos a otros.

Tabla 3. Criterios utilizados por alumnos/as de 1º de la ESO para clasificar invertebrados

Descripción de criterios utilizados por los grupos				
Criterios	Definición	Nº	%	
Taxonómicos	Categoría taxonómica como criterio (“es una medusa, son insectos”)	3	1,81	
	Tiene poros	9	5,42	
	Presencia/ausencia exoesqueleto (o cuerpo duro/blando)	14	7,83	
	Tiene concha	4	2,41	
	Tiene patas	Genérico	4	2,41
		Específica nº	5	3,01
	Presencia/ausencia de cabeza	3	1,81	
	Tiene antenas	3	1,81	
	Tiene tentáculos	3	1,81	
	Tiene alas	3	1,81	
	Partes del cuerpo genérico (cabeza-tronco-extremidades)	3	1,81	
Relación con ser humano (“perjudiciales/nos hacen daño”)	5	3,01		

Subjetivos	De asimilación humana (“tienen la casa encima, sin cara definida”)	2	1,20	
	Apreciaciones subjetivas (“su forma nos parece (...), se adaptan a cualquier medio, tienen cavidad gastrovascular, son microscópicos”)	8	4,82	
Generales	Presencia/ausencia movimiento	6	3,61	
	Modo de desplazamiento (se arrastran, vuelan, caminan)	8	4,82	
	Hábitat	Animales marinos	2	1,20
		Viven en el agua	20	12,05
	Morfología	Forma alargada	11	6,63
		Son delgados/estrechos	2	1,20
		Son cilíndricos	1	0,60
		Con anillos	1	0,60
		Simetría radial/bilateral	4	2,41
Funciones vitales (aparato locomotor, respiración, nutrición, reproducción)	6	3,61		
Ausencia	Ausencia de criterio	28	16,87	
Errores de forma	“Tienen cascarón, tienen granitos, tienen concha o exoesqueleto, pueden tener alguna concha”, etc.	8	4,82	

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 2. Uso de tipos de criterio en %

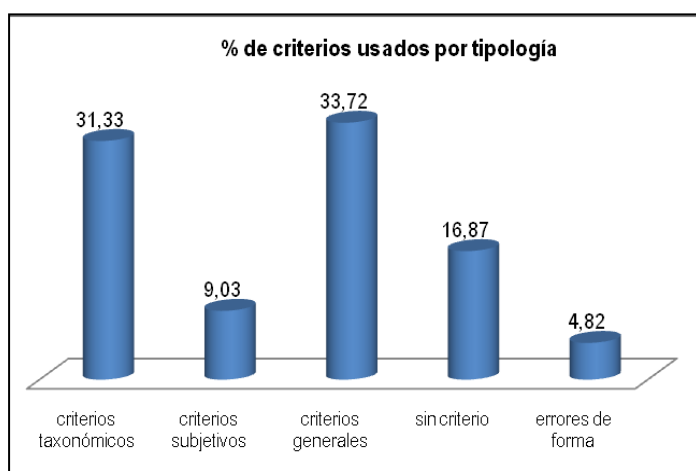
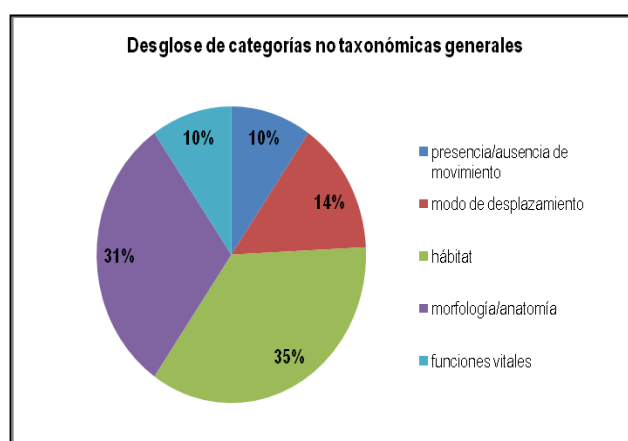


Ilustración 3. Uso de categorías generales en %



Fuente: Elaboración propia

La Ilustración 2 muestra que el uso de criterios taxonómicos no es mayoritario y que los alumnos/as han tenido dificultades para encontrar criterios excluyentes que delimiten las agrupaciones de invertebrados de una forma clara. En general, una revisión al trabajo realizado por los estudiantes, indica que la dificultad aparece ya en el mismo hecho de agrupar y de encontrar criterios de cualquier tipo. Por un lado, basta con revisar que la “ausencia de criterio” ha sido el más utilizado en términos absolutos, pues muchas agrupaciones se han establecido a partir de un solo criterio o de ninguno. Por otro, dentro de un mismo trabajo, es común encontrar criterios repetidos; así, el referente al hábitat “vive en el agua” (y segundo más utilizado en términos absolutos), ha sido motivo indistinto de clasificación para gusanos (nematodos, platelmintos y anélidos), cnidarios, poríferos, moluscos y artrópodos (crustáceos), encontrándose en varios trabajos en más de una ocasión.

En cuanto a la clasificación por similitud morfológica, el criterio “son alargados” ha llevado a casi todos los grupos (11 de 14) a unir artrópodos (miriápodos) con gusanos (nematodos, platelmintos y anélidos), quedando los aspectos de exoesqueleto, cabeza o

presencias de patas, por ejemplo, en un segundo plano. El uso de la categoría “exoesqueleto” y “poros” ha sido también muy recurrente, aunque en el primer término se evidencia confusión. Algunos grupos lo utilizan indistintamente como concha y en ningún caso es determinante para el cangrejo de río que prácticamente siempre ha sido clasificado en el grupo de moluscos. Otra problemática más difícil de explicar sin hablar de evolución es la clasificación del pulpo en el Phylo de los moluscos, pues su morfología es muy diferente de la del resto de grupo.

La Tabla 4 recoge las denominaciones (categorías) dadas por los alumnos/as a sus agrupaciones. El uso de categorías taxonómicas es relativamente elevado en los grupos de 1ºB y 1ºG, descendiendo en el grupo 1ºD, único en el que en varias ocasiones, quedan agrupaciones sin nombrar. Sin embargo, el uso de dichas categorías taxonómicas no implica un conocimiento realmente significativo de las mismas, como puede verse en los porcentajes de acierto. Los Phylos que entrañan menor dificultad para los alumnos/as han sido poríferos y equinodermos. Sin embargo, tampoco en estos casos, como decía Kattmann (2001) los criterios de clasificación han sido siempre consistentes. Se aprecia cómo la dificultad incrementa cuanto más variedad (Clases) incluye un grupo de invertebrados, así sólo un grupo de alumnos/as ha completado la clasificación de artrópodos correctamente.

Tabla 4. Categorías utilizadas por los alumnos/as de 1º de la ESO

Categorías	1ºB			1ºD			1ºG		
	Nº	%	% acierto	Nº	%	% acierto	Nº	%	% acierto
Poríferos	3	60	33,33	4	80	50	3	75	25
Cnidarios	4	80	0	1	20	100	2	50	0
Equinodermos	5	100	80	2	40	50	4	100	100
Gusanos	4	80	0	2	40	0	4	100	25
Moluscos	3	60	66,67	2	40	0	4	100	0
Artrópodos	4	80	25	0	0	0	2	50	0
Otros	1	20	0	4	80	0	3	75	0
Sin especificar	1	20	0	2	40	0	2	50	0

Fuente: elaboración propia

En general, a la vista de los trabajos, puede decirse que, como afirmaban varios autores/as (Kattman, 2001; Cinici, 2013; Galán y Martín del Pozo, 2016) en muchas ocasiones, la lógica que opera en el alumnado dista de la científica y académica. Así, en algunos casos, criterios anatómicos como la presencia de patas, exoesqueleto o cabeza definida, quedan relegados frente a cuestiones de hábitat (como el cangrejo de río situado por lo general entre los moluscos) o de morfología externa (como en el caso del milpiés y ciempiés ubicado siempre en los gusanos). De forma global se observa dificultad en el establecimiento de agrupaciones por comparación, en la definición de criterios de clasificación y, aún más, si éstos deben ser taxonómicos; sin embargo, casi todos los alumnos/as recuerdan las categorías taxonómicas.

b.3. Utilidad de la evaluación inicial para la formulación de la Propuesta Didáctica

Los resultados obtenidos refuerzan lo expuesto por algunos autores/as (Jiménez Aleixandre, 2010; Domènech-Casal, 2016) referente a la dificultad de los estudiantes para clasificar organismos de forma general y más aún según criterios observables y taxonómicos. Como contraste, la omnipresencia de categorías taxonómicas en las denominaciones de los estudiantes hace reflexionar sobre la idea que apuntaban Collado y Domènech-Casal (2016) de la tendencia a un aprendizaje memorístico de la biodiversidad que, sin embargo, no parece facilitar la transferencia del conocimiento a otros contextos y situaciones. La Propuesta Didáctica que se presenta aquí busca fomentar el aprendizaje competencial y procedimental, a la vez que alfabetiza mostrando el funcionamiento de la ciencia y algunas de sus herramientas.

c. Objetivos de la Propuesta Didáctica

Se considera que la Propuesta Didáctica aborda los siguientes objetivos:

c1. Objetivos generales de Biología y Geología

(Comunidad Autónoma de Aragón. Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo). De forma resumida:

Obj.BG.1. Reconocer y valorar las aportaciones de la ciencia para la mejora de las condiciones de existencia de los seres humanos y apreciar la importancia de la formación científica.

Obj.BG.2. Conocer los fundamentos del método científico, así como estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias (discusión del interés de los problemas planteados, formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de resultados, consideración de aplicaciones y repercusiones dentro de una coherencia global) y aplicarlos en la resolución de problemas. De este modo, comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Biología y la Geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones (culturales, económicas, éticas, sociales, etc.) que tienen tanto los propios fenómenos naturales como el desarrollo técnico y científico, y sus aplicaciones.

Obj.BG.3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otros, argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.

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.7. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente haciendo hincapié en entender la importancia del uso de los conocimientos de la Biología y la Geología para la comprensión del mundo actual, para la mejora de las condiciones personales, ambientales y sociales y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a los problemas actuales a los que nos enfrentamos para avanzar hacia un futuro sostenible.

Obj.BG.8. Entender el conocimiento científico como algo integrado, en continua progresión (...)

c2. Objetivos específicos de la Propuesta Didáctica

Conceptuales

1. Conocer e identificar las principales categorías taxonómicas (Phylo y Clase) de los invertebrados.
2. Diferenciar criterios taxonómicos de criterios generales y subjetivos.
3. Diferenciar criterios taxonómicos de categorías taxonómicas.
4. Reflexionar sobre algunos beneficios que los invertebrados aportan a los humanos.

Procedimentales

1. Aprender a agrupar organismos por similitudes/diferencias a partir de la observación.
2. Construir y expresar adecuadamente criterios taxonómicos en base a características observables.
3. Manejar herramientas básicas en ciencias como claves dicotómicas y árboles de clasificación.
4. Identificar organismos a partir de claves dicotómicas.
5. Redactar un discurso coherente y adecuado a partir de la información extraída de una noticia científica.

Actitudinales

1. Apremiar la inmensa diversidad de organismos invertebrados sobre el planeta y su adaptación a diversos medios.
2. Despertar el interés hacia los invertebrados y valorar su insustituible contribución a la vida en el planeta y su interacción positiva con el ser humano.
3. Valorar los organismos invertebrados de nuestro entorno.
4. Contribuir a la conservación de la biodiversidad actuando consecuentemente a nuestra escala.

d. Justificación de la propuesta didáctica: marco teórico y metodología escogida

Frente a la tradicional forma de enseñar ciencias de carácter propedéutico y más basada en la transmisión de hechos y conceptos (Ácevedo-Díaz, 2007; OCDE, 2016), coge cada vez más fuerza la idea de una *alfabetización científica* más dirigida al global del alumnado que a aquel porcentaje de futuros universitarios/as de ciencias; es lo que Reid y Hodson (como se citó en Del Carmen, 2011) denominaron una “ciencia para todos/as” que incluye a toda la diversidad del alumnado de secundaria. Para el informe PISA 2006 (como se citó en Acevedo-Díaz, 2007) la *alfabetización* supone la preparación acumulada a lo largo de la etapa (en este caso de secundaria) para afrontar los retos de la vida adulta. Siguiendo este concepto, la justificación de una *alfabetización científica* es clara para Jarman y McClune (2010) quienes apuntan que gran parte de las decisiones que deberán tomar estos alumnos/as a lo largo de su vida alcanzarán la dimensión científico-técnica, ya sea en su ámbito privado (salud, alimentación) como en la vida pública (instalación en su comunidad de un vertedero, producción de energía, medios de transporte, conservación de la biodiversidad, etc.). Por ello, la actualidad requiere de una ciudadanía crítica capaz de discernir la validez científica de la información recibida (la de las pruebas o afirmaciones aportadas) y de tomar y comunicar decisiones suficientemente fundamentadas (sobre datos y pruebas, con un lenguaje apropiado, sopesando pros y contras de determinadas acciones,

etc.). Una revisión a los principios metodológicos del currículo aragonés (Comunidad Autónoma de Aragón. Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo) refuerza esta idea, al considerar que la materia de Biología y Geología debe dotar al alumnado de una formación científica útil que le permita utilizarla más allá del ámbito académico.

El Informe Pisa 2006 (como se citó en Acevedo-Díaz, 2007) distingue 4 dimensiones para la alfabetización científica que son recogidas en la Tabla 5:

Tabla 5. Dimensiones de la alfabetización científica según el informe PISA (2006)

Contextos	Capacidades/destrezas	Conceptos	Actitudes
Marcos concretos que involucran a la ciencia y la tecnología y en los que se aplican las destrezas y conceptos. Son: personal y familiar; social y comunitario; mundial.	Procedimientos necesarios para la resolución de una cuestión.	Comprensión conceptual requerida para la aplicación de procedimientos científicos en determinados contextos.	Del alumnado frente a cuestiones de relevancia científica y tecnológica.
Áreas de aplicación: 1. Salud. 2. Recursos. 3. Medio ambiente. 4. Riesgos. 5. Fronteras ciencia y tecnología.	1. Identificar cuestiones científicas. 2. Explicar fenómenos en base a conocimientos científicos. 3. Utilizar pruebas científicas para tomar y comunicar decisiones bien documentadas.	1. Conocimientos científicos relativos a sistemas: físico, vivos, de la Tierra y el espacio, tecnológicos. 2. Conocimientos sobre: naturaleza de la ciencia, investigación científica y objetivos científicos.	1. Interés por la ciencia. 2. Apoyo a la investigación científica. 3. Responsabilidad ante recursos y medio ambiente.

Fuente: Acevedo-Díaz, 2007, pág.8.

d1. Uso de las noticias en el aula

Uno de los argumentos de lo que se ha denominado la crisis de la enseñanza de las ciencias y que motiva la disminución de estudiantes de secundaria, bachillerato y universidad de estas formaciones, es la desconexión entre ésta y los intereses del alumnado, así como la percepción de irrelevancia de los estudios que cursan para su vida en sociedad (Acevedo-Díaz, 2007). Álvarez et al. (2017), en este sentido, hablan de un aprendizaje de las ciencias descontextualizado y alejado de la realidad en el que el alumnado tiene dificultades para transferir lo que aprende en el aula fuera de ésta. De la misma manera, para Acevedo-Díaz (2007) la selección de los contenidos debería pasar por una reflexión al respecto de su utilidad en la vida real y de su proyección en el tiempo (al representar un interés presente y futuro para la ciencia). Se evitaría de este modo, lo que Chevallard (como se citó en Bermúdez et al., 2014) denominaba *envejecimiento moral* que ocurre cuando el saber enseñado no está de acuerdo con lo que la sociedad considera necesario. Este mismo autor, hablaba también de un *envejecimiento biológico* que se produce con el desfase de la investigación y las producciones científicas y su correlato en el mundo académico. Por último y como defiende García-Carmona (2014), el alfabetismo científico implica conocer también la naturaleza de la ciencia, es decir, cómo ésta se crea, se discute, se acepta, se rechaza y sobre todo, su carácter cambiante y dinámico, algo que contrasta con la forma de presentar los contenidos en el aula, a menudo estática y como verdades indiscutibles y alejadas de su proceso de construcción (Del Carmen, 2011).

Por todo ello, es innegable el potencial de las noticias científicas llevadas al aula para el aprendizaje de ciencias. Jarman y McClune (2010) diferencian 6 aportaciones, de las que la Tabla 6 recoge las consideradas de mayor interés para el caso que ocupa.

Tabla 6. Aportaciones de las noticias científicas al aprendizaje de las ciencias

<p>1. Ilustrar la “relevancia” de la ciencia</p> <p>El sólo hecho de que la ciencia esté presente en los periódicos, la convierte perceptivamente en más importante. Esta percepción se incrementa cada vez que los alumnos/as la localizan. El carácter local de periódicos regionales puede abordar temas de mayor interés para el alumnado. La actualidad de las noticias lleva a algunos colectivos a proponer los periódicos como “libros de texto vivos” (colectivo: Newspaper in Education, EEUU.).</p>
<p>2. Promover el compromiso de los estudiantes con la ciencia</p> <p>Si perciben que la ciencia es relevante, pueden llegar a comprometerse. Las noticias científicas suelen abordar temas “de interés humano” y conectan ciencia y emoción. Están redactadas e ilustradas con un estilo llamativo, atractivo y accesible (pues se dirigen a público no experto) por lo que pueden resultar más interesantes que los libros de texto. En ocasiones, representan los debates científicos más actuales.</p>
<p>3. Apoyar el aprendizaje de ciencias</p> <p>Existen noticias sobre temáticas variadas (aunque principalmente vinculadas a la interacción ciencia, tecnología y sociedad que a la naturaleza de las ciencias). Pueden ser utilizadas para introducir un tema, para consolidar un aprendizaje, para aplicar conocimientos en otros contextos, para evaluar el aprendizaje de los alumnos/as, etc.</p>
<p>4. Apoyar el aprendizaje a través de las ciencias</p> <p>Pueden ser utilizadas como herramientas transversales, trabajando la lectura, la expresión oral, la argumentación o la expresión escrita. Fomentan valores asociados a la ciencia: ética, conservación del medio ambiente, etc.</p>
<p>5. Estimular el aprendizaje durante toda la vida</p> <p>El hábito de llevar noticias al aula, puede generar una instrumentalización de esta lectura que se prolongue más allá de las etapas académicas.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Jarman y McClune (2010).

Sin embargo, y a pesar de esta funcionalidad expresada, no hay que olvidar que las noticias científicas son noticias periodísticas y que por tanto se rigen por lo que Jarman y McClune (2010) denominan “valores de la noticia” y que incluyen temas como oportunidad, relevancia, prominencia, impacto, emoción, etc. Este hecho revela que están influenciadas por aquello que se percibe como más “noticiable” y Jiménez-Liso, Hernández-Villalobos y Lapetina (2010) consideran que quizás la variabilidad temática no es tanta como la que apuntaban Jarman y McClune (2010), especialmente en periódicos regionales. Por otra parte, Jiménez-Liso et al., (2010) se plantean si las noticias deben ser adaptadas antes de ser llevadas al aula o pueden ser mostradas al natural, aún cuando muestren imágenes distorsionadas de la ciencia o ideas alternativas de sus autores (Jiménez-Liso et al., 2010).

En relación a los animales invertebrados, en la Propuesta Didáctica se plantea el uso de noticias, según las aportaciones denominadas por Jarman y McClune (2010), para:

► Apoyar el aprendizaje de ciencias:

Despertando el interés de los alumnos/as sobre estos animales a partir de noticias científicas.

Consolidando algunos conocimientos a partir de las mismas (ejemplo: metamorfosis).

Estimulando una actitud de respeto hacia los invertebrados derivada de la utilidad y los beneficios que pueden reportarnos.

► Apoyar el aprendizaje a través de la ciencia:

Facilitando la comprensión lectora y la expresión escrita y oral a partir de noticias científicas.

- Promover el compromiso de los estudiantes con la ciencia
Conectando ciencia, ser humano y emotividad a través de noticias y titulares novedosos e impactantes.

d2. Uso de claves dicotómicas y árboles de clasificación en la enseñanza de la biodiversidad.

Respecto a la enseñanza de la biodiversidad y tal y como ya se comentó en el apartado **3.b** de Evaluación inicial, la tendencia académica para la enseñanza de la biodiversidad parece ser más memorística y enfocada a conceptos que al aprendizaje de procedimientos y a la adquisición de competencias. Para Del Carmen (2011) no es fácil avanzar en la comprensión de ideas científicas sin procesos que permitan el análisis, la reflexión y el razonamiento y para Jiménez-Aleixandre (2010) no puede haber desarrollo de destrezas si éstas no se ejercitan. Por otro lado Álvarez et al. (2017) proponen que el trabajo en el que se prima la observación directa y las metodologías activas facilitan el aprendizaje competencial y permiten al alumnado transferir el conocimiento científico a nuevos contextos, donde según Gilbert, Bulte y Pilot (como se citó en Álvarez et al., 2017) es donde se produce el aprendizaje significativo.

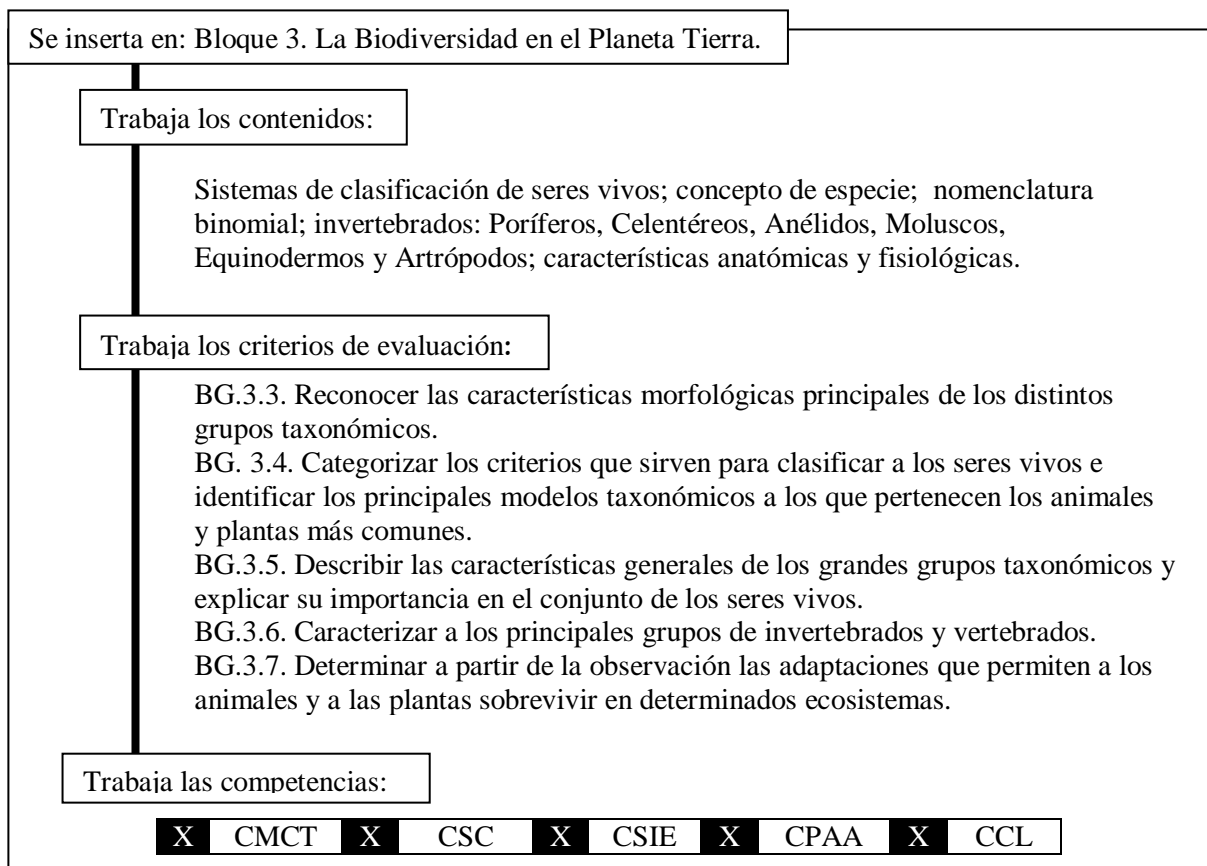
El mismo currículo de secundaria, en sus orientaciones metodológicas (Comunidad Autónoma de Aragón. Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo) propone la necesidad de metodologías activas que permitan aprendizajes más profundos, significativos y duraderos, a la vez que faciliten la transferencia del conocimiento adquirido a contextos más heterogéneos. Para ello, se debe propiciar la participación e implicación del alumnado permitiendo que sea éste el protagonista del proceso y modificar el rol del docente a guía, estimulador y evaluador del proceso.

En relación a los animales invertebrados, en la Propuesta Didáctica se plantea el uso de claves dicotómicas y árbol de clasificación desde un enfoque:

- **Conceptual:**
Aprendiendo de forma práctica las categorías taxonómicas de invertebrados y las características más básicas de las mismas.
Aprendiendo a discriminar criterios taxonómicos de otros subjetivos o generales.
- **Procedimental**
Estimulando la clasificación de organismos a partir de la observación.
Instrumentalizando el uso de herramientas típicas de las ciencias como claves dicotómicas.
Movilizando el conocimiento a una situación nueva (el árbol de clasificación) que permita revisar, reelaborar y profundizar en el mismo.
- **Actitudinal**
Promoviendo un acercamiento entre el alumnado y las ciencias y entre el aula y el medio natural.

Por último, el uso de claves dicotómicas, la nomenclatura binomial y la clasificación de invertebrados en función de sus características taxonómicas está implícitamente desarrollado en el currículo de secundaria y más concretamente, como representa la Ilustración 4:

Ilustración 4. Claves dicotómicas y clasificación en el currículo de ESO de Aragón



Fuente: elaboración propia a partir de Comunidad Autónoma de Aragón. ECD/489/2016, de 26 de mayo

e. Justificación de la adecuación de la Propuesta Didáctica al centro educativo

Esta Propuesta Didáctica se considera adecuada para el IES Pirámide, pues permite romper con la monotonía de las clases más teóricas y acercar la Unidad Didáctica de invertebrados de una forma activa, buscando un aprendizaje más significativo y más enfocado a contenidos conceptuales, pero también procedimentales y actitudinales. De la misma manera, el trabajo entre grupos de iguales se considera más motivador para el alumnado.

f. Actividades

f.1. Participantes

Como ya se ha comentado, el IES Pirámide distribuye al alumnado de 1º de la ESO bajo unos criterios de homogeneidad (ver apartado 1.b. de Presentación del Centro de Prácticas). Este hecho, ha favorecido que, efectivamente no se apreciaran diferencias significativas entre las tres aulas de 1º de ESO trabajadas (1ºB, 1ºD y 1ºG), con paridad de estudiantes y nivel educativo y tan sólo algo más de comportamiento disruptivo en 1ºB.

f.2. Objetivos de cada actividad

Las Tabla 7 desglosa por actividades los objetivos de la Propuesta Didáctica planteados en el apartado c.2 de Objetivos de la Propuesta. Como se podrá observar y como es lógico, algunos objetivos pueden trabajarse en más de una actividad, por lo que éstos aparecen repetidos.

La descripción de cada actividad se explicita en el apartado f.5 de Metodología.

No se han incluido en esta Tabla 7 los objetivos generales curriculares para la asignatura de Biología y Geología por considerarse de corte más global y no desglosables.

Los objetivos están planteados desde el punto de vista del alumnado.

Tabla 7. Objetivos de la Propuesta Didáctica por Actividad

Sesión	Actividad	Objetivos
1	Evaluación 0	Agrupar organismos por similitudes/diferencias morfológicas y anatómicas observables. Clasificar organismos aplicando criterios taxonómicos. Aprender a diferenciar criterios taxonómicos de otros criterios. Diferenciar criterio de categoría taxonómica.
2	Sesión teórica y recopilación (ver apartado f.5)	Clarificar y clasificar correctamente los invertebrados por Phylos. Clarificar y corregir criterios taxonómicos de cada Phylo. Ampliar la información de cada Phylo aunque ésta no sea determinante para su identificación y clasificación. Resolver dudas.
3	Los artrópodos en Clave	Conocer e identificar características taxonómicas básicas de cada Clase de artrópodos. Diferenciar criterios taxonómicos de criterios generales y subjetivos. Diferenciar criterios taxonómicos de categorías taxonómicas. Construir y expresar adecuadamente criterios taxonómicos en base a características observables. Manejar herramientas básicas en ciencias como claves dicotómicas. Identificar organismos a partir de claves dicotómicas.
4	Sesión teórica y recopilación (ver apartado f.5)	Clarificar y clasificar correctamente los artrópodos por Clases. Clarificar y corregir criterios taxonómicos de cada Clase. Ampliar la información de cada Clase aunque ésta no sea determinante en su identificación y clasificación. Resolver dudas.
5 y 6	La Clave está en el Árbol	Conocer e identificar características taxonómicas básicas de cada uno de los taxones de invertebrados. Diferenciar criterios taxonómicos de criterios generales y subjetivos. Diferenciar criterios taxonómicos de categorías taxonómicas. Construir y expresar adecuadamente criterios taxonómicos en base a características observables. Manejar herramientas básicas en ciencias como árboles de clasificación.
7	Co-evaluación	(se explicará en el apartado de evaluación)
8	Los invertebrados no sólo pican: Noticias en el aula	Reflexionar sobre algunos beneficios que los invertebrados aportan a los humanos. Despertar el interés hacia los invertebrados y valorar su insustituible contribución a la vida en el planeta y su interacción positiva con el ser humano. Redactar un discurso coherente a partir de la información extraída de una noticia científica. Valorar los animales invertebrados de nuestro entorno. Contribuir a la conservación de la biodiversidad actuando consecuentemente a nuestra escala.

Fuente: Elaboración propia.

f.3. Contenidos: conocimientos, habilidades y destrezas y actitudes

La Tabla 8 explicita los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se pretenden alcanzar a través de la Propuesta Didáctica. Para su redacción se han unido los contenidos especificados por el currículo y correspondientes al Bloque 3: La Diversidad en el Planeta (Comunidad Autónoma de Aragón. Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo) y los conseguidos a través de los objetivos expuestos.

Tabla 8. Contenidos de la Propuesta Didáctica

Conceptuales
Sistemas de clasificación de los Seres Vivos. Nomenclatura Binomial. Grupos taxonómicos de invertebrados (Phylo y Clase): Poríferos, Celentéreos/Cnidarios, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Características taxonómicas básicas de cada Phylo y Clase de invertebrados. Criterios taxonómicos, criterios no taxonómicos y categorías taxonómicas. Algunos beneficios directos de los invertebrados para la ciencia y el ser humano.
Procedimentales
Construcción y expresión adecuada de criterios taxonómicos válidos. Manipulación de herramientas básicas en ciencias como las claves dicotómicas. Identificación de animales invertebrados a partir de claves dicotómicas. Identificación de animales invertebrados de nuestro entorno. Construcción del árbol de clasificación de invertebrados. Redacción de un discurso coherente y adecuado a partir de la comprensión y síntesis de la información extraída de una noticia científica.
Actitudinales
Valoración de la gran biodiversidad existente entre los animales invertebrados. Valoración de los animales invertebrados de nuestro entorno. Contribución a la conservación de la biodiversidad actuando consecuentemente a nuestra escala. Despertar el interés por estos animales.

Fuente: Elaboración propia.

f.4. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Como mostraba la Ilustración 4, el estudio de los animales invertebrados se ubica en el Bloque 3 (La Diversidad en el Planeta) del currículo de Biología y Geología para 1º de la ESO (Comunidad Autónoma de Aragón. Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo). Siguiendo esta misma orden, la Tabla 9 muestra los Criterios de Evaluación y las Competencias Clave que se trabajan a partir de la Propuesta Didáctica. Dado que el currículo de 1º de la ESO no especifica Estándares de Aprendizaje, se han tomado los de 3º de ESO por representar los objetivos de la etapa. Efectivamente, éstos últimos formarán parte de la Evaluación del alumnado (como se verá en el apartado f de Evaluación final). Se considera, además, que la Propuesta Didáctica también incide sobre alguno de los Criterios de Evaluación del Bloque I de Metodología científica; en concreto, sobre el uso del lenguaje científico, en este caso, en referencia a invertebrados.

Además de los criterios, competencias y estándares de aprendizaje más explícitos del currículo de secundaria, como se dijo, la Propuesta contribuye también a elementos de carácter transversales, principios metodológicos u objetivos generales de la asignatura (ver apartado 3.d de Justificación de la propuesta didáctica).

Tabla 9. Criterios de evaluación, competencias clave y Estándares de aprendizaje de la Propuesta

Criterios de evaluación	CC.CC	Estándares de aprendizaje
Bloque 1: Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica		
Crit.BG.1.1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico básico y de forma adecuada a su nivel.	CCL CMCT	Est.BG.1.1.1. Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito.
Bloque 3: La Diversidad en el Planeta		
Crit.BG.3.3. Reconocer las características morfológicas principales de los distintos grupos taxonómicos.	CMCT	Est.BG.3.3.1. Aplica criterios de clasificación de los seres vivos, relacionando los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico.
Crit.BG.3.4. Categorizar los criterios que sirven para clasificar a los seres vivos e identificar los principales modelos taxonómicos a los que pertenecen los animales y plantas más comunes.	CMCT	Est.BG.3.4.1. Identifica y reconoce ejemplares característicos de cada uno de estos grupos, destacando su importancia biológica.
Crit.BG.3.5. Describir las características generales de los grandes grupos taxonómicos y explicar su importancia en el conjunto de los seres vivos.	CMCT	Est.BG.3.5.1. Discrimina las características generales y singulares de cada grupo taxonómico.
Crit.BG.3.6. Caracterizar a los principales grupos de invertebrados y vertebrados.	CMCT	Est.BG.3.6.1. Asocia invertebrados comunes con el grupo taxonómico al que pertenecen.
Crit.BG.3.8. Entender y usar claves dicotómicas simples u otros medios para la identificación y clasificación de animales y plantas.	CMCT	Est.BG.3.8.1. Clasifica animales y plantas a partir de claves de identificación.

Fuente: Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo.

f.5. Metodología (materiales, secuenciación, rol del alumno-profesor)

En este apartado, se detallan, por un lado, las Fichas de cada actividad práctica planteada: “Los artrópodos en Clave” (Tabla 11), “La Clave está en el árbol” (Tabla 13) y “Los invertebrados no sólo pican: noticias en el aula” (Tabla 14). En ellas, se recoge la descripción de la actividad, los materiales utilizados, la temporalización y los roles del alumno/a y del docente. La evaluación de las mismas, se explicitará en el apartado g. de Evaluación Final. La evaluación inicial se ha desarrollado previamente en el apartado 3.b, por lo que no se vuelve a describir en este apartado. Por otro lado y, de forma menos detallada, las Tablas 10 y 12 recogen los contenidos teóricos que se abordarán en las sesiones intermedias de recopilación, puesta en común, resolución de dudas y ampliación de contenidos.

Las 3 actividades prácticas planteadas se realizarán por grupos que se mantendrán a lo largo de toda la Propuesta Didáctica (incluida la Evaluación 0). Se considera que, de esta forma, se facilita la evaluación.

El orden de las Tablas, coincide con el cronológico de la Propuesta Didáctica.

La Tabla 10 muestra los contenidos a abordar en la Sesión 2 de recopilación, puesta en común, resolución de dudas y ampliación de contenidos posterior a la Sesión 1 de Evaluación 0. Con ella, se pretende clarificar la clasificación por Phylas de Invertebrados, los criterios taxonómicos de dichas agrupaciones (sombreados en la Tabla 10), reconducir confusiones y errores generales, a la vez que ampliar la información aunque ésta no sea determinante a la hora de identificar o clasificar individuos.

Tabla 10. Sesión teórica de clasificación de invertebrados por Phyllos

Phyllos	Características taxonómicas
Poríferos	<p>Sin simetría o con simetría radial. Son estrictamente acuáticos. Están fijados al suelo u otros sustratos. Pared corporal perforada por multitud de poros por donde entra el agua hasta la cavidad interior (atrio). Ósculo (poro de mayor diámetro) por la que el agua es expulsada de nuevo. Se sostienen por un armazón formado por espículas o fibras elásticas (espongina). Este armazón es el que se ha utilizado tradicionalmente como esponja de ducha. Coanocitos: células con flagelos que captan y digieren las partículas alimenticias que serán distribuidas al resto de células.</p>
Cnidarios	<p>Simetría radial. Son estrictamente acuáticos. 2 aspectos: pólipos (generalmente fijos al sustrato) y medusas (vida libre). Un solo orificio que funciona como boca y ano y comunica el medio con la cavidad gastrovascular. Este orificio está rodeado de tentáculos. Los tentáculos poseen células especializadas urticantes (cnidocitos) que utilizan para paralizar y cazar a sus presas.</p>
Equinodermos	<p>Simetría radial. Son estrictamente acuáticos. Distintas formas: estrellas de mar, erizos de mar, ofiuras, holoturias (pepinos de mar) y los crinoideos (o lirios de mar). Algunos de ellos se alimentan de algas y otros son cazadores (como las estrellas de mar o las ofiuras). Se desplazan gracias a un sistema denominado sistema ambulacral. Se puede visualizar el vídeo: “Anemone swims to escape attacking Seastar”. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=ysOmq71fcMk [10/05/2018] para ilustrar, por un lado, que no todas las anémonas carecen de movimiento y, por otro, los pies ambulacrales de las estrellas de mar. Cuerpo cubierto por placas calcáreas (bajo la epidermis) y provistas de espinas o púas.</p>
Gusanos	<p>Simetría bilateral. Cuerpo blando y alargado sin protección externa. No tienen apéndices articulados. PLATELMINTOS Cuerpo aplanado y ancho, a veces con segmentos. 2 formas: parásitos (ej.:tenia) o de vida libre acuática (ej: planaria). Son la forma más simple a la que se le reconocen verdaderos órganos. NEMATODOS Forma cilíndrica y delgada, más estrecha en sus extremos. Su cuerpo no muestra anillos. La mayoría de ellos son parásitos. ANÉLIDOS Forma cilíndrica con una sucesión de segmentos iguales (anillos). En cada anillo se repiten algunos órganos (digestivos, excretorios). Algunos son acuáticos. Los más conocidos son terrestres (las lombrices de tierra).</p>
Moluscos	<p>Simetría bilateral. Cuerpo blando y no segmentado. Cuerpo formado por: cabeza (excepto bivalvos), pie muscular y masa visceral. Presentan concha calcárea externa que puede ser entera, de dos valvas,</p>

Sesión 2

	interna o que haya desaparecido (ej.: pulpo).
Artrópodos	<p>Simetría bilateral.</p> <p>Cuerpo duro debido a una coraza rígida (exoesqueleto) y segmentado.</p> <p>Dividido en partes diferenciadas (cabeza-tórax-abdomen, cefalotórax-abdomen, cabeza-tronco).</p> <p>Con extremidades articuladas.</p> <p>Otros apéndices articulados (pinzas, aguijón, alas, etc.).</p>

Tabla 11. Ficha de actividad: Los Artrópodos en Clave

Los Artrópodos en Clave			
Sesión 3	Descripción	<p>Se proporciona a cada grupo de alumnos/as la Lámina 2 de Artrópodos (Anexo III) en la que aparecen dibujos de cada Clase de artrópodos y una Clave dicotómica de artrópodos (Anexo IV).</p> <p>A partir de la información aportada por la Lámina y la Clave, deben completar la Ficha 2 de artrópodos (Anexo V) en la que se pide:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clasificar los distintos artrópodos por Clases. - Colorear para diferenciar las distintas partes del cuerpo del animal y nombrarlas. - Anotar el número de extremidades indicando la parte del cuerpo del animal donde éstas se sitúan. - Describir otros posibles apéndices (antenas, pinzas, aguijón, alas (aunque no se consideren estrictamente apéndices) indicando la parte del cuerpo del animal donde éstos se sitúan. - Anotar 2 criterios cuya presencia/ausencia resulte determinante para definir cada Clase; es decir: determinar 2 características taxonómicas de cada Clase. 	
	Objetivos	(ver Tabla 7, apartado 3.f.2)	
	Materiales	Lámina 2 de artrópodos (Anexo III). Clave dicotómica de artrópodos (Anexo IV). Ficha 2 de artrópodos (Anexo V).	
	Temporalización	10'	Explicación de la actividad planteada, presentación de materiales, formación de grupos y resolución de dudas.
		40'	Trabajo de identificación con las claves y clasificación.
		5'	Recogida de la Ficha 2 para revisión.
	Rol alumno/a	Activo en el aprendizaje y de cooperación entre iguales.	
Rol docente	Guía, apoyo, resolución de dudas y gestor del aula.		
Evaluación	Ver apartado 3.g de Evaluación.		

Fuente: Elaboración propia

Como puede verse en la Tabla 7 (apartado 3.f), entre esta sesión y la siguiente (La Clave está en el árbol) se propone una sesión intermedia que sirva de puesta en común y de recopilación. Si no ha dado tiempo de finalizar el ejercicio en la sesión anterior puede añadirse un tiempo en ésta. Lo que interesa aquí es poner en común y clarificar correctamente las Clases de artrópodos y las características taxonómicas de cada una (sombreadas en la Tabla 12), a la vez que reconducir confusiones y errores generales que hayan podido surgir. Del mismo modo, se puede ampliar la información de cada Clase de artrópodos, aunque ésta no sea determinante a la hora de identificar o clasificar los individuos. El contenido de esta sesión, así como el de la Clave Dicotómica de artrópodos se han elaborado a partir del libro de texto de Biología y Geología utilizado en el IES Pirámide (Plaza, Hernández y Martínez, 2015) y la propuesta de Clave Dicotómica de Mestres y Torres (2008). Como se puede observar, en la Tabla 12 se hace referencia a la metamorfosis. Sin embargo, este fenómeno es tan amplio y complejo que requeriría un trabajo aparte, por lo que no se va a abordar en el presente.

Tabla 12. Sesión teórica de artrópodos

Clases		Características taxonómicas
Sesión 4	Miriápodos	<p>Cuerpo dividido en dos partes: cabeza y tronco con muchos segmentos. Cada segmento posee: 1 par de patas en los ciempiés ó 2 pares de patas en los milpiés. Cabeza con 2 ojos simples. Un par de antenas. Apéndices bucales: mandíbulas. Respiración traqueal. Metamorfosis incompleta.</p>
	Crustáceos	<p>Cuerpo dividido en dos partes: cefalotórax y abdomen. Cefalotórax con ojos compuestos y pendulados. Dos pares de antenas (uno de ellos muy largas). 5 o más pares de patas articuladas andadoras que parten del cefalotórax. Otros apéndices: pinzas que parten del cefalotórax y apéndice natatorio. Apéndices bucales: mandíbulas. Su respiración es branquial por ser mayoritariamente acuáticos. Metafomorfosis incompleta.</p>
	Arácnidos	<p>Cuerpo dividido en dos partes: cefalotórax y abdomen. Cefalotórax con ojos simples. Sin antenas. 4 pares de patas andadoras articuladas que parten del cefalotórax. En escorpiones: aguijón venenoso que parte del abdomen. Apéndices bucales: dos palpos [sensoriales o transformados en pinzas para sujetar a las presas] y quelíceros [en arañas con uñas venenosas]. Su respiración es traqueal. Digestión externa vertiendo jugos digestivos sobre las presas y absorbiendo las sustancias digeridas. Metamorfosis incompleta.</p>
	Insectos	<p>Cuerpo dividido en tres partes diferenciadas: cabeza, tórax y abdomen. Cabeza con 1 par de ojos compuestos y un número variable de ojos simples. Un par de antenas. 3 pares de patas articuladas que parten del tórax y pueden combinarse entre: andadoras, nadadoras, excavadoras, saltadoras. Generalmente tienen alas; son los únicos invertebrados capaces de volar, aunque algunos las han perdido (ej: las hormigas). Aparato bucal: el más sencillo es el masticador, pero en otros se han modificado para: chupar, perforar, cortar o lamer el alimento. Respiración traqueal. Metamorfosis completa.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Ficha de actividad: La Clave está en el árbol

La Clave están en el árbol	
Sesión 5	<p>Descripción</p> <p>Se proporciona a cada grupo de alumnos/as una Clave Dicotómica de Invertebrados (Anexo VI) y la Lámina 3 de Árbol de Clasificación-Guía (Anexo VII). En esta última, en formato A3, aparece diseñado el inicio del árbol que servirá como guía para la construcción del Árbol de Clasificación de invertebrados.</p> <p>A partir de ambos materiales, en esta sesión se pide:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecer 2 características taxonómicas de cada Phylo de Invertebrados a partir de la información de la Clave y sus conocimientos previos. - Reformular dichas criterios en preguntas que resulten excluyentes y que sólo admitan Sí/No como respuesta (ej.: ¿Tiene su cuerpo recubierto de poros?, ¿Tiene patas articuladas?, etc.). Para ello, pueden seguir el guión aportado por la Lámina 3. - Diseñar, en función de estas características taxonómicas, las distintas ramas del Árbol de Clasificación a nivel de Phylo (poríferos, cnidarios, equinodermos, moluscos, “gusanos” y artrópodos).

		<ul style="list-style-type: none"> - Subdividir el Phylo Artrópodos en sus distintas Clases (miriápodos, insectos, arácnidos y crustáceos) a partir de la Ficha 2 de Artrópodos (Anexo V). - Definir las Clases del Phylo moluscos (gasterópodos, cefalópodos y bivalvos), siguiendo el ejemplo realizado con el Phylo Artrópodos. 	
Objetivos		(ver Tabla 7, apartado 3.f.2)	
Materiales		Clave Dicotómica de Invertebrados (Anexo VI). Lámina 3 de Árbol de Clasificación Guía (Anexo VII). Powerpoint con el Árbol de Clasificación, cuya animación permita ir construyendo el árbol conjuntamente y reconducir errores si es necesario.	
Temporalización	15'	Explicación de la actividad planteada, presentación de materiales, formación de grupos y resolución de dudas. Para la explicación de esta actividad se utilizará una presentación PPT como soporte. En la misma, está configurado el Árbol de Clasificación. Gracias a las animaciones PPT se puede construir conjuntamente las primeras ramificaciones para ilustrar al alumnado.	
	30'	Trabajo de diseño del Árbol de Clasificación.	
	5'	Recogida de las Láminas 3 de Árbol de Clasificación – Guía para revisión.	
Rol alumno/a		Activo en el aprendizaje y de cooperación entre iguales.	
Rol docente		Guía, apoyo, resolución de dudas y gestor del aula.	
Evaluación		Ver apartado 3.g de Evaluación	
Sesión 6	Descripción	Se proporciona a cada grupo de alumnos/as los mismos materiales que en la sesión anterior y, en añadidura, la Lámina 1 de Invertebrados (Anexo I) con la que realizaron la Evaluación 0. Con dichos materiales, se pide: <ul style="list-style-type: none"> - Finalizar, si no dio tiempo la sesión anterior, el trabajo de diseño del Árbol de Clasificación. - Recortar, pegar y clasificar cada una de las 23 imágenes en su lugar correspondiente del Árbol de Clasificación. 	
	Objetivos	(ver Tabla 7, apartado 3.f.2)	
	Materiales	Clave Dicotómica de Invertebrados (Anexo VI). Árbol de Clasificación Guía (Anexo VII). PPT con el Árbol de Clasificación, cuya animación permita ir construyendo el árbol conjuntamente y reconducir errores si es necesario. Lámina 1 de Invertebrados (Anexo I).	
	Temporalización	15'	Reconducción y aclaración de posibles errores, confusiones o criterios mal planteados.
		40'	Finalización del Árbol de Clasificación e inicio de la clasificación de los invertebrados. Es probable que algunos grupos no puedan finalizar el trabajo en el aula, por lo que deberán completar el Árbol de Clasificación y la Clasificación de los animales en casa antes de la fecha de la prueba objetiva de evaluación (apartado 3.f.2).
	Rol alumno/a		Activo en el aprendizaje y de cooperación entre iguales.
	Rol docente		Guía, apoyo, resolución de dudas y gestor del aula.
Evaluación		Ver apartado 3.g de Evaluación	

Fuente: Elaboración propia.

La elaboración del Árbol de Clasificación de Invertebrados se considera una herramienta que aporta un valioso aprendizaje competencial y que incluye conocimientos tanto conceptuales como procedimentales (ver apartado 3.f). De este modo, se considera que el enfoque más instrumental de contenidos de la unidad didáctica (por ejemplo, categorías y

características taxonómicas de los distintos grupos de invertebrados) va a permitir propiciar un aprendizaje más significativo para los alumnos/as que si la metodología fuese de corte más instruccional y memorística. Por otro lado, las sesiones 3, 5 y 6 favorecen el uso y el manejo de claves dicotómicas, a la vez que inciden en la observación de las características anatómicas de los invertebrados. Se considera que esta última aportación puede favorecer la transferencia de lo aprendido en el aula al exterior de la misma, disminuyendo así otra de las problemáticas detectadas por Jiménez-Aleixandre (2010) en el aprendizaje de ciencias: el desconocimiento de la fauna y flora más próxima al estudiante.

Tabla 14. Ficha de actividad: Los invertebrados no sólo pican

Los invertebrados no sólo pican			
Sesión 8	Descripción	Se proporciona a cada grupo de alumnos/as una Noticia científica diferente relacionada con los Invertebrados (Anexo VIII). A partir de la misma, se pide: -Leer en grupo la noticia. -Redactar un comentario de la noticia en base a las cuestiones que plantean Jarman y McClune (2010) para lectores menos experimentados/as y de edades más jóvenes: La noticia me parece interesante porque... La noticia me parece importante porque... Me ha sorprendido leer que... Después de leer el artículo me ha cambiado la forma de ver... Una pregunta que le haría al científico/a es... Una pregunta que le haría al periodista es... Me ha hecho pensar en las siguientes cosas sobre las que he estudiado... Después de leer el artículo, creo que... -Elaborar un discurso conjunto para presentar oralmente la noticia a los compañeros/as.	
	Objetivos	ver Tabla 7, apartado 3.f.2)	
	Materiales	Noticias científicas relacionadas con invertebrados (Anexo VIII).	
	Temporalización	10'	Explicación de la actividad planteada, presentación de materiales, formación de grupos y resolución de dudas.
		20'	Comentario de la noticia en base a las preguntas formuladas por Jarman y McClune (2010).
		20'	Exposición oral de las mismas al resto de la clase.
	Rol alumno/a	Activo en el aprendizaje y de cooperación entre iguales.	
	Rol docente	Guía, apoyo, resolución de dudas y gestor del aula.	
Evaluación	Ver apartado 3.g de Evaluación		

Fuente: Elaboración propia.

Esta actividad pretende incidir básicamente en los objetivos y conocimientos de corte más actitudinal. De este modo, se busca, por ejemplo, incidir en la opinión del alumnado sobre los invertebrados y su relación con el ser humano. El Anexo VIII muestra los links a las noticias que fueron utilizadas en el periodo de Practicum III.

g. Evaluación final y criterios de clasificación

Para el caso que nos ocupa, la Orden ECD/489/2016 de 26 de mayo establece explícitamente que la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de la ESO debe ser continua y formativa; continua por permitir restablecer el progreso inadecuado de un alumno/a en el momento en que éste sea detectado y formativa al ser un instrumento integrado en el proceso de enseñanza y aprendizaje y enfocado a su mejora. Sanmartí

(2007) establece que, desde una perspectiva cognitivista, la evaluación debe centrarse en detectar no tanto los errores del alumnado, sino los obstáculos y dificultades de éste en el proceso de aprendizaje y permitir, de este modo, enfocar adecuadamente el refuerzo necesario. La autora plantea algo que resulta interesante aquí y es que debe hacerse un esfuerzo por aligerar el peso del “error” en la escuela que, uniéndolo con la alfabetización científica, forma parte fundamental en los procedimientos científicos.

Partiendo de estas percepciones, la evaluación que se propone para la Propuesta Didáctica se considera (Sanmartí, 2007):

Continua: Se evalúa a partir de diferentes instrumentos de evaluación realizados a lo largo del desarrollo de la unidad didáctica y no en un único instrumento final.

Formativa: Los ejercicios planteados permiten detectar posibles dificultades del alumnado para repararlos. Se considera que la secuencia “Los Artrópodos en Clave” y la “Clave está en el árbol” permiten reforzar contenidos conceptuales y procedimentales con posible dificultad para el alumnado.

Formadora (apartado g.1). En dos sentidos. Por un lado, como se especificó en la Tabla 7 (apartado 3.f.2), se incluye una sesión de co-evaluación (sesión 7) en la que cada grupo de alumnos/as evaluará el Árbol de Clasificación de Invertebrados de otro grupo de compañeros/as a partir de la Ficha 3 de Co-evaluación (Anexo IX). Como se desprende de la Ficha 3, esta evaluación no irá acompañada de una calificación numérica, sino que aportará: detección de posibles errores por parte de los compañeros/as, explicaciones fundamentadas de los mismos, puntos fuertes del trabajo y aspectos a mejorar del mismo (pueden atender a limpieza, redacción de criterios taxonómicos, usos del lenguaje, ortografía, presentación, etc).

Por otro lado, el trabajo de cada miembro del grupo será calificado numéricamente por sus compañeros/as como se especifica en el apartado g.1. Esta calificación sí será tomada en cuenta a la hora de evaluar a cada alumno/a.

Calificadora: La calificación final de la Propuesta Didáctica se obtiene a partir de los criterios de calificación asociados a cada instrumento de evaluación.

La Tabla 15 muestra los distintos Instrumentos de Evaluación y los Criterios de Calificación asociados de forma justificada.

Tabla 15. Instrumentos de evaluación y criterios de calificación de la Propuesta Didáctica

Criterios calificación (%)	Instrumentos de evaluación	DESCRIPCION, UTILIDAD Y JUSTIFICACIÓN
65%	PRUEBA ESPECÍFICA (Test objetivo e Interpretación de datos)	Test objetivo (selección de la respuesta correcta entre varios ítems, que pueden ser expresiones, imágenes, etc.)
		Utilidad: medir el reconocimiento y discriminación de información, aplicación de principios, reglas y la interpretación de datos.
		Fiabilidad: Objetividad en el tratamiento e interpretación de los resultados.
		Ejemplos de preguntas: Ej1. V/F. Los moluscos se caracterizan por tener placas endurecidas con espinas y púas bajo la capa más superficial de la piel. Ej2. ¿Cuáles de estos criterios puede servirte para identificar cualquier tipo de artrópodo?

		<p>a. Presencia de alas. b. Tiene patas y otros apéndices articulados. c. Son animales terrestres.</p> <p>Interpretación de datos (con material de introducción seguido de una serie de preguntas relativas a su interpretación).</p> <p>Utilidad: medir competencias disciplinares específicas y/o técnicas.</p> <p>Fiabilidad: Permiten evaluar la transferencia de conocimiento.</p> <p>Ejemplos de preguntas: Ej: 1. (diversas imágenes de 2 Clases de artrópodos) 1. Agrúpalos adecuadamente. 2. Nombra los grupos que has realizado. 3. Explica las características que te han permitido formar cada grupo. 4. Redacta dos criterios taxonómicos para cada clasificación. Ej.2. Con la Clave Dicotómica aportada, señala en distintos colores las opciones que te llevan a identificar el animal de la imagen a) y el animal de la imagen b). 1. ¿A qué grupo pertenece el animal de la imagen a)? 2. ¿A qué grupo pertenece al animal de la imagen b)? 3. ¿Puedes nombrar otro animal que conozcas que pertenezca al mismo grupo que el de la imagen a? ¿Qué características comparten?</p>						
30%	PRODUCCIONES DE LOS ALUMNOS/AS	<p>Colecciones selectivas, deliberadas y validadas de los trabajos hechos grupalmente por los estudiantes.</p> <table border="1"> <tr> <td>30%</td> <td>Artrópodos en Clave (Ficha 2 de artrópodos).</td> </tr> <tr> <td>60%</td> <td>Árbol de Clasificación de Invertebrados.</td> </tr> <tr> <td>10%</td> <td>Los invertebrados no sólo pican (Comentario de la noticia y exposición oral).</td> </tr> </table> <p>Utilidad: desarrollar competencias (transferir conocimientos conceptuales y procedimentales a situaciones nuevas), instrumentalizar herramientas, incrementar la motivación del alumnado, trabajar actitudes.</p> <p>Fiabilidad: Más difícil de evaluar pues las producciones distarán unas de otras. Requieren el establecimiento de rúbricas que definan bien los criterios de calificación.</p>	30%	Artrópodos en Clave (Ficha 2 de artrópodos).	60%	Árbol de Clasificación de Invertebrados.	10%	Los invertebrados no sólo pican (Comentario de la noticia y exposición oral).
30%	Artrópodos en Clave (Ficha 2 de artrópodos).							
60%	Árbol de Clasificación de Invertebrados.							
10%	Los invertebrados no sólo pican (Comentario de la noticia y exposición oral).							
5%	VALORACIÓN DEL TRABAJO INDIVIDUAL	<p>Cada alumno/a recibirá de sus compañeros/as de grupo una puntuación individual para cada práctica. La media de todas ellas, corresponderá a esta calificación.</p> <p>Utilidad: valorar la contribución real de cada alumno/a a las producciones grupales; motivar extrínsecamente al alumnado a adoptar su corresponsabilidad.</p> <p>Fiabilidad: al ser una distribución privada se considera una calificación fiable.</p>						

Fuente: Elaboración propia a partir de Prades (2005)

g.1. Valoración del trabajo individual dentro del grupo por el resto de compañeros/as

En la asignatura de Procesos de Enseñanza y Aprendizaje (Huesca) se nos mostraron varios procedimientos posibles para evaluar el trabajo de un miembro dentro de un grupo. Este cálculo se considera justo e incluso necesario para reflejar el esfuerzo de cada alumno/a en la calificación obtenida. De la misma manera, permite modificar y redistribuir

los grupos para próximas tareas si se han encontrado con muchas dificultades, a la vez que motivar extrínsecamente a los alumnos/as a adoptar su corresponsabilidad en el trabajo en grupo.

Una de las opciones es que los alumnos/as pertenecientes al mismo grupo consensuen la puntuación de cada miembro. Aquí se opta por una distribución privada de la puntuación, atendiendo al nivel de madurez de los alumnos/as de 1º de la ESO y buscando más veracidad en sus calificaciones.

Tabla 16. Ejemplo de cálculo de la puntuación individual dentro de un grupo

Calificación de la tarea dada por el docente	Número de miembros en el grupo	Total de puntos a repartir
8	3	$8 \times 3 = 24$

Cada miembro reparte en privado los 24 puntos entre las diversas personas participantes:

Puntuaciones dadas	A	B	C	Total
A	9	9	6	24
B	10	8	6	24
C	9	7	8	24
Medias	9,3	8	6,7	24

Fuente: Apuntes de la asignatura Procesos de Enseñanza y Aprendizaje (2017).

h. Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora

Como se ha dicho al inicio de este trabajo, la Propuesta que diseñé para el Practicum III abordaba 8 sesiones de las que sólo realicé 3 por aula (1, 2 y 8) y tampoco intercedí en la Evaluación final de la Unidad Didáctica.

Así que, la primera propuesta de mejora sería la realización de una Unidad Didáctica completa, para poder valorar los resultados de aplicación de la misma, así como las dificultades a la hora de aplicar cada actividad propuesta y sus posibles mejoras.

La segunda propuesta de mejora, pasa por la estética de los materiales aportados a los alumnos/as y la reflexión procede del análisis de dos proyectos de innovación que se nos propuso en la asignatura de “Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Biología y Geología” y que se ha comentado en el apartado 2.a. En la evaluación de uno de dichos proyectos, los docentes, entre otras, realizaban las siguientes críticas: por un lado, la falta de actividades de recopilación y estructuración de conocimientos tras las sesiones prácticas y, por otro, la estética aburrida y en ocasiones poco práctica de las Fichas que se entregaban al alumnado. La primera de estas críticas se ha paliado en esta Propuesta Didáctica al intercalar sesiones de corte más teórico, precisamente con esta finalidad. Sin embargo, en cuanto a la segunda, se ha descuidado la estética de las Fichas a entregar a los alumnos/as, sin reparar en que ésta es un elemento más de su motivación.

No se ha planteado el uso de TIC en esta Propuesta, dado que el IES Pirámide tiene un problema estructural al respecto, pues sus cerca de 900 alumnos/as disponen únicamente de dos aulas de informática.

En tercer lugar podrían revisarse las noticias que fueron llevadas al aula para el desarrollo de la última sesión del Practicum III. Aunque si bien es cierto que todas ellas pertenecen a la categoría que Jiménez-Liso et al. (2010) han definido como “Investigaciones/innovaciones tecnológicas”, no ha habido un cuidado en la selección de las fuentes y se ha buscado más un titular atractivo o provocador que un contenido contrastado y bien desarrollado. En este caso, sin embargo, el objetivo era precisamente

provocar al alumnado y sorprenderlo con aplicaciones de invertebrados presentes o factibles en nuestras vidas. Cabría entonces una segunda crítica para esta actividad que es la de reforzar la relación beneficio/perjuicio de los alumnos/as de secundaria con la Biodiversidad y de la que se habló en el apartado 3.b. de Evaluación Inicial, pero me pareció la forma más sencilla de actuar sobre su percepción de los invertebrados.

Dicho todo lo anterior, la Propuesta Didáctica planteada se considera interesante para el trabajo con invertebrados, así como con 1º de la ESO, pues se percibió en el IES Pirámide una especie de sobreprotección con este curso, que a mi parecer, resultaba en una cierta falta de confianza hacia el desarrollo más autónomo de capacidades.

Cabe mencionar que dos de los alumnos de 1º B más disruptivos, asumieron roles de liderazgo en sus grupos en la Sesión 1 de Evaluación inicial y en esta última de “Los Invertebrados no sólo pican: noticias al aula”, demostrando incluso conocimientos más acertados que otros compañeros/as. Del mismo modo, fueron portavoces voluntarios en las puestas en común y participaron activamente en las 3 sesiones.

Del mismo modo y, aunque es lógico por ser la novedad, los grupos de 1º B y 1º D agradecieron de forma explícita la realización de sesiones más prácticas que les permitieron romper la rutina más teórica de las clases de Biología y Geología.

4. CONCLUSIONES DEL MÁSTER

El Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas, es un máster habilitante, lo que lo hace indispensable para el ejercicio de la docencia. Este hecho, le concede ciertas ventajas sobre otros másteres no habilitantes (en cuanto a participación de alumnos/as, por ejemplo) pero también le exige unos resultados en la preparación de sus alumnos/as como futuros docentes.

En este sentido (y a pesar de los períodos de prácticas que se abordarán después), cabe decir que sigue existiendo una cierta tendencia a la teorización, a pesar de que se hable a menudo de las metodologías activas. De este modo, quizás no todas las asignaturas contextualizadoras del 1º semestre se consideren necesarias, pues algunos contenidos llegaron a solaparse y pueden dejar hueco a otras asignaturas de corte más aplicado, como la de “Diseño Curricular de Física y Química y Biología y Geología”.

La evaluación desglosada en diversos instrumentos de evaluación ha sido una tendencia generalizada de casi todas las asignaturas, llegando al punto de resultar, en determinados momentos en una sobrecarga de trabajos, de los que no siempre obtuvimos la devolución antes de la calificación global. Estos dos motivos unidos, llevaron a cierta confusión y a cierta desmotivación en su realización.

Los tres períodos de Practicum me han resultado muy interesantes, pues ponen en contacto con la vida diaria de un IES y con el funcionamiento de las aulas de secundaria. La experiencia docente es quizás el momento más relevante, que permite adquirir consciencia de la importancia de los contenidos, pero también de la metodología, el ritmo, el clima de aula, etc. Se entiende así el trabajo que conlleva la docencia (la preparación previa de las clases, la evaluación de materiales, etc.) y la importancia del rol docente en ella.

Mi experiencia en el IES Pirámide ha sido buena en general, aunque considero necesaria una mayor coordinación entre la Universidad y los profesores de secundaria que se ofrecen como tutores/as de alumnos/as en prácticas. Creo conveniente, además, que desde la Universidad se promueva un único modelo de Practicum III, por ejemplo: el desarrollo y

evaluación de una Unidad Didáctica completa, para que todos los alumnos/as de máster tengamos las mismas oportunidades. De este modo, se paliaría la asimetría entre el número de clases dadas por unos alumnos/as y por otros/as (por ejemplo, entre mis 3 sesiones por aula y las 20 sesiones de algunos compañeros/as).

A pesar de estas posibles mejoras, considero que he aprendido a todos los niveles (conceptual, procedimental y actitudinal). Como ya he comentado en el apartado 2 de Análisis Crítico, el descubrimiento de la Didáctica de Ciencias ha incrementado en mucho mi interés por la docencia. Aunque soy consciente de la excesiva carga curricular de la materia (que quita disponibilidad de tiempo para metodologías más activas) y de la sobrecarga docente promovida LOMCE, así como de la importancia del contexto (equipo directivo, documentos de centro, departamento, infraestructuras, compañeros/as), la libertad de cátedra da cierto margen de acción personal en la forma de abordar la docencia.

El máster me ha aportado recursos que desconocía (bibliografía, webgrafía, recursos online, etc.), así como la ilusión de ver docentes implicados con una educación de calidad que resulte más útil y motivadora y que, a la vez, aporte mayores resultados. La perspectiva de una formación continua para los docentes resulta también excitante.

Por último, son realmente esperanzadores la preparación académica y los recursos de los que disponen compañeros/as que serán futuros/as docentes. Personas muy cualificadas, procedentes de la investigación o de distintos ámbitos laborales y formaciones diversas que, aportarán sin duda, a la enseñanza de ciencias.

Querría finalizar este trabajo con un agradecimiento al esfuerzo por motivar hacia una enseñanza activa, pública y de calidad, un derecho de todos/as sin excepción.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo-Díaz, J.A. (2006). Las actitudes relacionadas con la Ciencia y la Tecnología en el estudio PISA (2006). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (3). 394-416. Recuperado de Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 4 (3). 394-416. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/920/92040303> [10/06/2018].

Álvarez, J.A., Oliveros, C. y Domènech-Casal, J. (2017). Diseño y evaluación de una actividad de transferencia entre contextos para aprender las claves dicotómicas y la clasificación de los seres vivos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 362-384. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_2_10_ex1160.pdf [10/05/2018].

Bermúdez, G. M. A., De Longhi, A. L., Díaz, S. y Catalán, V.G. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias* 32 (3). 285-302. Recuperado de http://www.inv.comunicare.efn.uncor.edu/wp-content/uploads/2013/05/2013Bermudez_La-transposiciu00F3n-del-concepto-de-diversidad-biolu020130F3gica.-Un-estudio-sobre-los-libros-de-texto-de-la-educaci00F3n-secundaria-espau00F1ola_2014.pdf [08/05/2018]

Campbell, N. & Reece, J. (2007). *Biología*. Madrid: Panamericana.

Cañal, P. (coord.) (2011). *Didáctica de la biología y la geología*. Barcelona: Graó.

Cinici, A. (2013). From Caterpillar to butterfly: a window for looking into student's ideas about life cycle and life forms of insects. *Journal of Biological Education*, 47(2), 84-95. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2013.773361> [25/04/2018].

Collado, F., Collado, M., y Domènech-Casal, J. (2016). WunderKammer Project: Un museo virtual para aprender a clasificar los seres vivos. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/309250244_WunderKammer_Project_Un_contexto_museistico_de_ensenanza_de_la_clasificacion_de_los_seres_vivos [08/05/2018]

Del Carmen, L. (2011). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la biología y la geología. En P. Cañal, P. (Ed.) et al. *Didáctica de la Biología y la Geología* (pp 91-108). Barcelona, España: Graó.

Domènech-Casal, J. (2014). Una secuencia didáctica en contexto sobre evolución, taxonomía y estratigrafía basada en la indagación y la comunicación científica. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 78, 51-59. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/280881003_Una_secuencia_didactica_en_contexto_sobre_evolucion_taxonomia_y_estratigrafia_basada_en_la_indagacion_y_la_comunicacion_cientifica [20/04/2018].

Domènech-Casal, J. (2017). Dossier Wunderkammer. Recuperado de: <https://app.box.com/s/31t3lig1vubtzp7724b8wrtjp715wsys> [20/04/2018].

Fuentes, M.J, García, S., Martínez, C. (2008). La presencia de la diversidad en los currículos oficiales. Un estudio comparativo. XXIII Encuentro de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (Almería). Recuperado de:
<http://www.apice-dce.com/sites/default/files/APICEACTAS/23EDCEAlmeria2008.pdf> [10/06/2018].

Galán, P. y Martín del Pozo, R. (2013). La clasificación de la materia viva en Educación Primaria: Criterios del alumnado y niveles de competencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 12(3). 372-391. Recuperado de:
http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen12/REEC_12_3_1_ex727.pdf [10/06/2018].

García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la Ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didáctica*, 32(3), 493-509. Recuperado de:
https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2014v32n3/edlc_a2014v32n3p493.pdf [10/06/2018].

Gómez-Mendoza, M.A. (2005). La transposición didáctica: Historia de un concepto. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1 (1). 83-115. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/pdf/1341/134116845006.pdf> [23/06/2018].

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313. Recuperado de:
<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21370/93326> [20/04/2018].

Jarman, R. & McClune, B. (2010). El desarrollo del alfabetismo científico. El uso de los media en el aula. Madrid: Morata.

Jiménez Aleixandre (Coord.) 2003. Enseñar ciencias. Barcelona: Graó.

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M.P. Jiménez-Aleixandre (Coord.), A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro (Eds.), *Enseñar Ciencias* (págs. 121-146). Barcelona: Graó.

Jiménez-Liso, M.R., Hernández-Villalobos, L. y Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de Ciencias. *Revista Eureka. Enseñanza Divulgativa de Ciencias*, 7(1). 107-126. Recuperado de:
<http://ojs.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/28/26> [15/06/2018].

Kattmann, U. (2015). Aquatics, Flyers, Creepers and Terrestrials – students' conceptions of animal classification. *Journal of Biological Education* 35(3). Recuperado de:
https://www.researchgate.net/profile/Ulrich_Kattmann/publication/234741557_Aquatics_Flyers_Creepers_and_Terrestrials--Students%27_Conceptions_of_Animal_Classification/links/54940f770cf20356565c78eb/Aquatics-Flyers-Creepers-and-Terrestrials--Students-Conceptions-of-Animal-Classification.pdf [10/05/2018].

Mestres, A. y Torres, M. (2008). Algunas pautas para la elaboración de claves dicotómicas y árboles de clasificación. Recuperado de:
<https://okciencia.files.wordpress.com/2012/09/clave-dicotomica-animales2.pdf> [10/05/2018].

OCDE (2016). Pisa 2015, Resultados Clave. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa-2005-results-in-focus-ESP.pdf>. [11/06/2018].

Plaza, C., Hernández, J., Martínez, J. (2015). Biología y Geología 1. 1º ESO. Madrid: Anaya.

Prades, A. (2005). Les competències transversals i la formació universitària. Universitat de Barcelona [Tesis Doctoral]. Recuperado de: http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UB/AVAILABLE/TDX-0404106-114952/ [20/05/2018].

Prat, A. (2000). Habilidades cognitivolingüísticas y tipología textual. En J. Jorba, I. Gómez y A. Prat. *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. 51-72. Madrid: Síntesis.

Rodríguez, F. P., De Las Heras, M. A., Romero, R., y Cañal, P. (2014). El conocimiento escolar sobre los animales y las plantas en primaria: Un análisis del contenido específico en los libros de texto. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 97-114. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_1_6_ex761.pdf [10/04/2018].

Santibáñez, J. (2006). Los museos virtuales como recurso de enseñanza-aprendizaje. *Comunicar: Revista de Comunicación y Educación*, 27, 155-162. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/158/15802724.pdf> [10/04/2018].

Sanmartí, N. (2007). 10 Ideas Clave. Evaluar para aprender. Barcelona: Graó.

VVAA (2007). Programación General Anual, 2017-2018. Equipo Directivo IES Pirámide (Huesca). Recuperado de <http://www.iespiramide.es> [10/11/2017].

VVAA (2013). Pautas para la elaboración de la Programación Didáctica en la etapa de Enseñanza Secundaria Obligatoria. Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte. Secretaría Técnica. Recuperado de: http://www.educaragon.org/files/2013-Programacion_secundaria.pdf [28/12/2017].

Legislación

Comunidad Autónoma de Aragón. Orden ECD/489/2016, 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. *Boletín Oficial de Aragón*, 2 de junio de 2016, 105.12640-13458. Recuperado de: <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=910768820909> [28 de diciembre de 2017].

Comunidad Autónoma de Aragón. Orden ECD/850/2016 de 29 de julio, por la que se modifica la orden de 16 de junio de 2014 de la Consejera de Educación, Universidad, Cultura y Deporte, por la que se aprueba el currículo de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, 12 de agosto de 2016, 153. 20713-20884. Recuperado de: <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=921670621818> [24 de junio de 2018].

España. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 4 de mayo de 2006, 106. 17158-17268. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-7899-consolidado.pdf> [24 de junio de 2018].

España. Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). *Boletín Oficial del Estado*, 10 de diciembre de 2013, 295. 97858-97921. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-12886> [24 de junio de 2018].

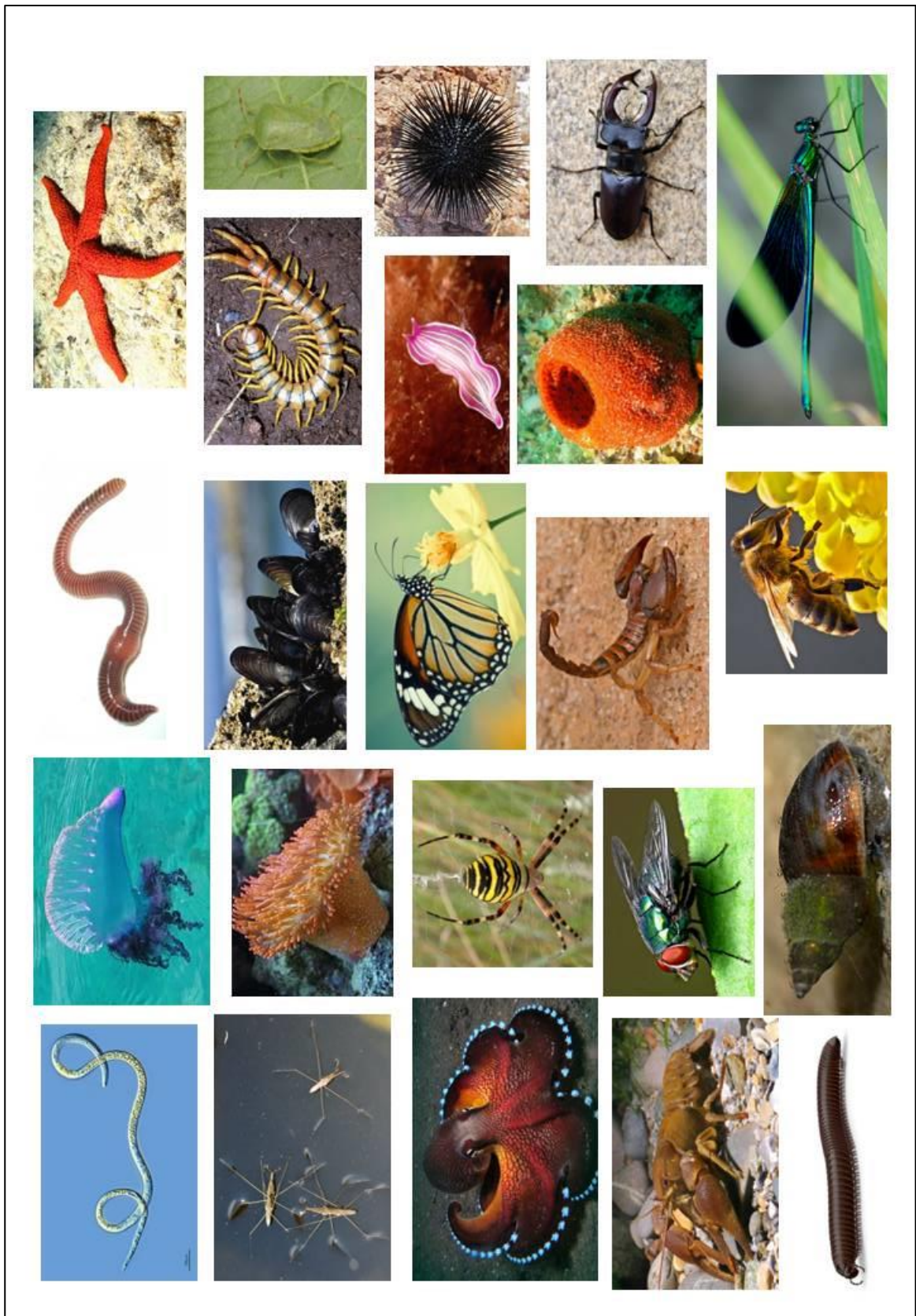
España. Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de marzo de 2014, nº52. 19349-19420. Recuperado de: <http://www.educaragon.org/Files/Files/UserFiles/File/Normativa%20LOMCE/RD%20126%202014%20CURRICULO%20BASICO%20EDUCACION%20PRIMARIA.pdf> [10/06/2018].

Webgrafía

“Anemone swims to escape attacking Seastar”. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=ysOmQ71fcMk> [10/05/2018]

ANEXOS

ANEXO I. LÁMINA 1: INVERTEBRADOS



ANEXO II. FICHA 1: INVERTEBRADOS

Nombres: Carla, María P, María H, Ainara e Irene.

INVERTEBRADOS – FICHA 1

1. Enumera los distintos grupos en que has clasificado las imágenes de invertebrados (si le has puesto nombre al grupo, anótalo). Para cada grupo, nombra las imágenes que has incluido y dos justificaciones de porqué los has agrupado de este modo. A modo de ejemplo:

GRUPO 1: AVES (imágenes: 1, 4, 7).

Motivo 1: Tienen la piel cubierta de plumas para mantener la temperatura.

Motivo 2: Tienen la boca en forma de pico

GRUPO	IMÁGENES	MOTIVOS
1. AVES	1, 3, 5	1. Tienen el cuerpo recubierto de plumas. 2. Tienen la boca en forma de pico.
2. GUSANOS	1, 3, 13 , 13	1. son animales alargados. 2. se avanzan por el suelo
3. insectos	16, 12, 14, 22, 9, 5, 13, 13	1. Tienen exoesqueleto 2. Tienen exoesqueleto patas
4. Peces	18, 11, 6	1. Tiene peces 2. viven en el agua
5. Moluscos	7, 2, 10, 21	1. Tienen concha 2. No tienen cara definida.
6. Echinodermos Artrópodos	4, 14	1. Tienen granitos 2. Viven en el mar
7. Anacidos Artrópodos	11	1.
8. SIN nombre	17, 15	

Nombres: ^{C G} Valza, Anika, Juan, Igue

INVERTEBRADOS – FICHA 1

1. Enumera los distintos grupos en que has clasificado las imágenes de invertebrados (si le has puesto nombre al grupo, anótalo). Para cada grupo, nombra las imágenes que has incluido y dos justificaciones de porqué los has agrupado de este modo. A modo de ejemplo:

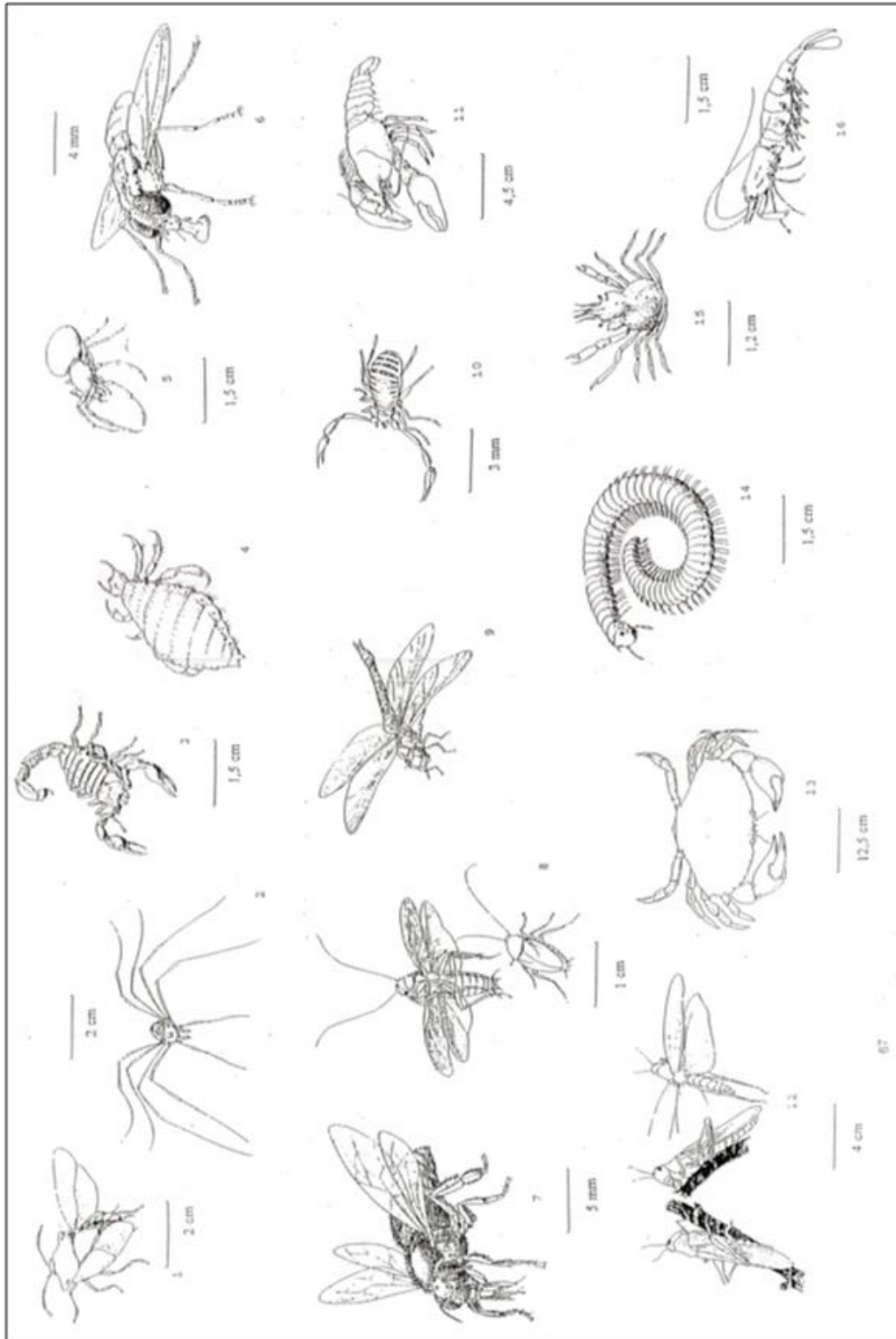
GRUPO 1: AVES (imágenes: 1, 4, 7).

Motivo 1: Tienen la piel cubierta de plumas para mantener la temperatura.

Motivo 2: Tienen la boca en forma de pico

GRUPO	IMÁGENES	MOTIVOS
1. AVES	1, 3, 5	1. Tienen el cuerpo recubierto de plumas. 2. Tienen la boca en forma de pico.
2. CNIDARIOS	2, 13	1. viven en el agua
3. POLIPOS	6, 18	1. Tienen poros
4. EQUINODERMOS	4, 14	1. se desplazan, tienen simetría radial
5. INSECTOS	12, 5, 9, 11, 16, 19, 22, 23	1. Tienen más de 4 patas
6. MOLUSCOS	10, 7, 15, 17, 21	1. Tienen concha
7. GUSANOS	1, 3	1. se arrastran por el suelo, tienen exoesqueleto Están fijos

ANEXO III. LÁMINA 2: ARTRÓPODOS



Fuente: Domènech-Casal (2017)

ANEXO IV. CLAVE DICOTÓMICA DE ARTRÓPODOS

CLAVE DICOTÓMICA DE ARTRÓPODOS

12. Simetría bilateral; cuerpo duro debido a una coraza rígida [exoesqueleto] y segmentado; dividido en partes diferenciadas [cabeza-tórax-abdomen, cefalotórax-abdomen, cabeza-tronco]; presentan patas y otros apéndices articulados.....**GRUPO ARTRÓPODOS [13]**

13. Cuerpo dividido en dos partes: cefalotórax y abdomen; cefalotórax con ojos simples; sin antenas; 4 pares de patas articuladas; apéndices bucales: dos palpos [sensoriales o transformados en pinzas para sujetar a las presas] y quelíceros [en arañas con uñas venenosas]; aguijón venenoso en escorpiones; sin mandíbulas....**CLASE ARÁCNIDOS**

13. No presentan las características anteriores.....**[14]**

14. Cuerpo dividido en dos partes: cefalotórax y abdomen; cefalotórax con ojos compuestos y pendulados; 2 pares de antenas (unas de ellas muy largas); 5 o más pares de patas; con péndices: pinzas; apéndices bucales: mandíbulas.....**CLASE CRUSTÁCEOS**

14. No presentan las características anteriores.....**[15]**



15. Cuerpo dividido en dos partes: cabeza y tronco con muchos segmentos; cada segmento posee 1 par de patas [ciempiés] o 2 pares de patas [milpiés]; cabeza con 2 ojos simples y 1 par de antenas; apéndices bucales: mandíbulas**CLASE MIRIÁPODOS**

15. No presentan las características anteriores.....**[16]**

16. Cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen; cabeza con 1 par de ojos compuestos y número variable de ojos simples; un par de antenas; del tórax aparecen 3 pares de patas (andadoras, nadadoras, saltadoras, excavadoras) y generalmente alas [son los únicos invertebrados capaces de volar].....**CLASE INSECTOS**

Fuente: Elaboración propia a partir de Plaza, Hernández y Martínez (2015) y Mestres y Torres (2008).

ANEXO V. FICHA 2: ARTRÓPODOS

ARTRÓPODOS				
	ARÁCNIDOS	CRUSTÁCEOS	MIRIÁPODOS	INSECTOS
Partes del cuerpo	 <p>Pinta las partes con colores diferentes</p> <p>Nombres: cefalotórax y abdomen</p>			
Patas	Nº: 8	Nº:	Nº:	Nº:
	¿Dónde se sitúan? En el cefalotórax	¿Dónde se sitúan?	¿Dónde se sitúan?	¿Dónde se sitúan?
Otros apéndices	Nombre: aguijón ¿Dónde se sitúan? En el abdomen	Nombre: ¿Dónde se sitúa?	Nombre: ¿Dónde se sitúa?	Nombre: ¿Dónde se sitúa?
	Nombre: Pinzas ¿Dónde se sitúa? En el cefalotórax	Nombre: ¿Dónde se sitúa?	Nombre: ¿Dónde se sitúa?	Nombre: ¿Dónde se sitúa?
	Escribe dos características excluyentes (categorías taxonómicas)	Escribe dos características excluyentes (categorías taxonómicas)	Escribe dos características excluyentes (categorías taxonómicas)	Escribe dos características excluyentes (categorías taxonómicas)

Fuente: Elaboración propia

ANEXO VI. CLAVE DICOTÓMICA DE INVERTEBRADOS

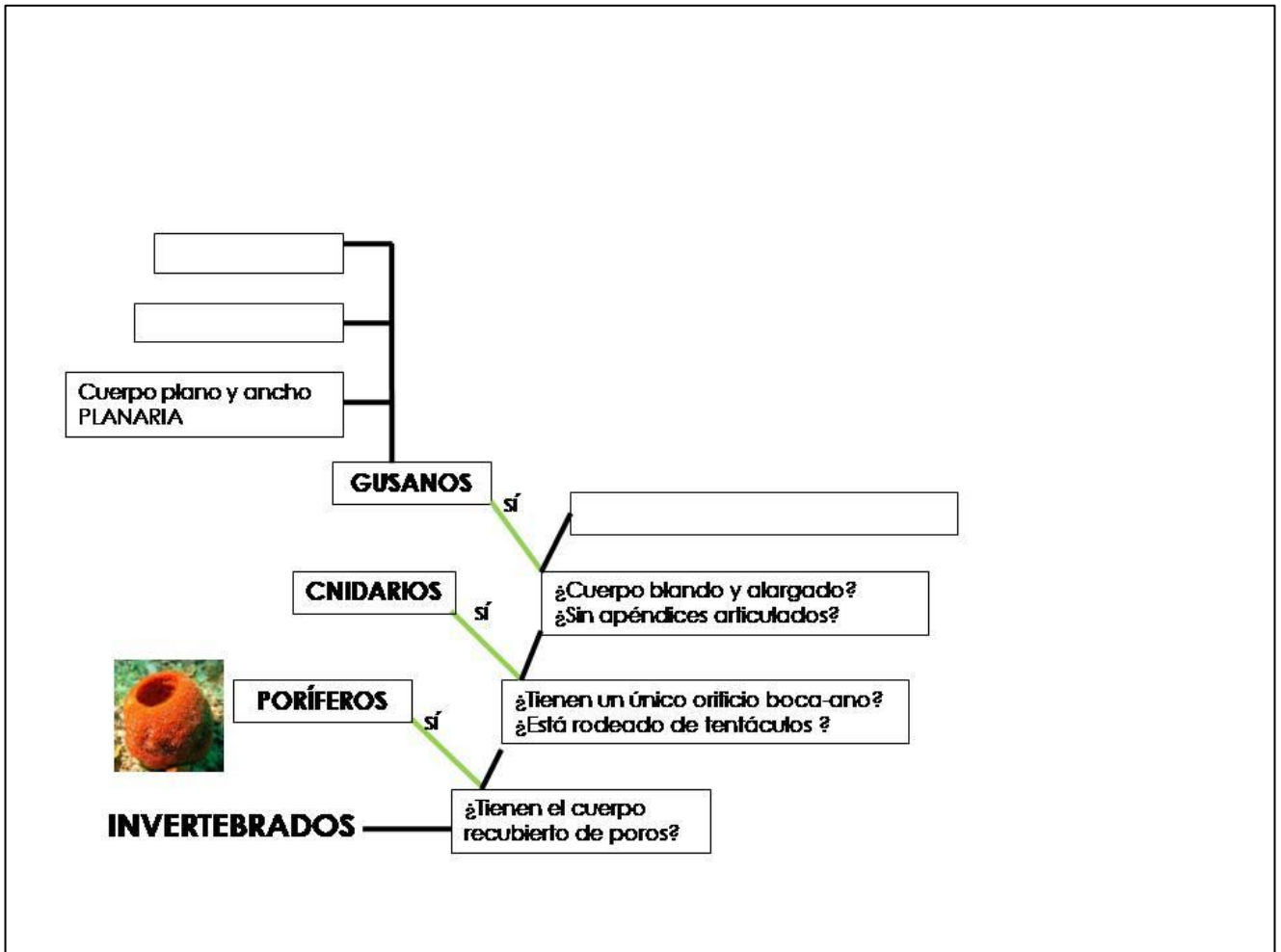
CLAVE DICOTÓMICA DE INVERTEBRADOS

1. Sin simetría o con simetría radial. Estrictamente acuáticos. Pared corporal perforada por multitud de poros por donde entra el agua con el alimento hasta la cavidad interior [atrio] y sale por un poro de diámetro mayor [ósculo]; se sostienen por un armazón formado por espículas y/o fibras elásticas [espongina]; generalmente fijos sobre sustrato..... **GRUPO PORÍFEROS**
1. No presentan las características anteriores.....[2]
2. Simetría radial. Estrictamente acuáticos. Forma de saco; 2 aspectos diferentes: pólipos [fijos al sustrato] y medusas [vida libre]; un solo orificio rodeado por los tentáculos, que funciona como boca y ano y comunica el medio con la cavidad gastrovascular; tentáculos con células especializadas urticantes [cnidocitos] que utilizan para paralizar y capturar a sus presas..... **GRUPO CNIDARIOS**
2. No presentan las características anteriores.....[3]
3. Simetría radial. Estrictamente marinos. Cuerpo generalmente cubierto de placas calcáreas [bajo la epidermis] provistas de espinas o púas; presentan pies ambulacrales tubulares para desplazarse..... **GRUPO EQUINODERMOS**
3. No presentan las características anteriores.....[4]
4. Simetría bilateral. Cuerpo blando y alargado sin protección externa; sin apéndices articulados..... **GRUPO GUSANOS** [5]
4. No presentan las características anteriores.....[8]
5. Cuerpo aplanado y ancho, a veces con segmentos; pueden ser parásitos [tenia] o de vida libre [planarias]..... **GRUPO PLATELMINTOS**
5. No presentan las características anteriores.....[6]
6. Cuerpo cilíndrico y más delgado en los extremos que en el centro; sin anillos; pueden ser parásitos [lombrices intestinales] o de vida libre.... **GRUPO NEMATODOS**
6. No presentan las características anteriores.....[7]
7. Cuerpo cilíndrico con una sucesión de segmentos iguales [anillos]; en cada anillo se repiten algunos órganos [digestivos, excretores]; puede ser acuáticos, pero los más conocidos son terrestres..... **GRUPO ANÉLIDOS**
7. No presentan las características anteriores.....[8]
8. Simetría bilateral. Cuerpo blando, no segmentado, formado por cabeza [salvo excepciones], pie y masa visceral; presentan concha calcárea externa [entera, dos

- valvas, interna o desaparecida]; los acuáticos respiran por branquias; los terrestres mediante cavidad pulmonar..... **GRUPO MOLUSCOS** [9]
- 8.** No presentan las características anteriores..... [12]
- 9.** Concha de por 2 valvas articuladas; sin cabeza definida; órganos sensoriales en el borde del manto; pie en forma de cuña que clavan para avanzar; respiran por branquias laminares; estrictamente acuáticos..... **CLASE BIVALVOS**
- 9.** No presentan las características anteriores[10]
- 10.** Concha de 1 sola valva enrollada en espiral; cabeza definida con 2 pares de apéndices: los mayores con ojos y los otros táctiles; boca con rádula [lengua] con multitud de picos; pie plano musculoso; generalmente herbívoros; acuáticos terrestres..... **CLASE GASTERÓPODOS**
- 10.** No presentan las características anteriores.....[11]
- 11.** Concha interna [pluma] o carecen de ésta; cabeza definida con un par de ojos bien desarrollados; cabeza rodeada por un pie dividido en tentáculos con los que atrapan a sus presas; boca con rádula y mandíbulas córneas [pico de loro]; respiración branquial; estrictamente acuáticos..... **CLASE CEFALÓPODOS**
- 11.** No presentan las características anteriores.....[12]
- 12.** Simetría bilateral; cuerpo duro debido a una coraza rígida [exoesqueleto] y segmentado; dividido en partes diferenciadas [cabeza-tórax-abdomen, cefalotórax-abdomen, cabeza-tronco]; presentan patas y otros apéndices articulados..... **GRUPO ARTRÓPODOS** [13]
- 13.** Cuerpo dividido en dos partes: cefalotórax y abdomen; cefalotórax con ojos simples; sin antenas; 4 pares de patas articuladas; apéndices bucales: dos palpos [sensoriales o transformados en pinzas para sujetar a las presas] y quelíceros [en arañas con uñas venenosas]; aguijón venenoso en escorpiones; sin mandíbulas.... **CLASE ARÁCNIDOS**
- 13.** No presentan las características anteriores.....[14]
- 14.** Cuerpo dividido en dos partes: cefalotórax y abdomen; cefalotórax con ojos compuestos y pendulados; 2 pares de antenas (unas de ellas muy largas); 5 o más pares de patas; con péndices: pinzas; apéndices bucales: mandíbulas..... **CLASE CRUSTÁCEOS**
- 14.** No presentan las características anteriores.....[15]
- 15.** Cuerpo dividido en dos partes: cabeza y tronco con muchos segmentos; cada segmento posee 1 par de patas [ciempiés] o 2 pares de patas [milpiés]; cabeza con 2 ojos simples y 1 par de antenas; apéndices bucales: mandíbulas **CLASE MIRIÁPODOS**
- 15.** No presentan las características anteriores.....[16]
- 16.** Cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen; cabeza con 1 par de ojos compuestos y número variable de ojos simples; un par de antenas; del tórax aparecen 3 pares de patas (andadoras, nadadoras, saltadoras, excavadoras) y generalmente alas [son los únicos invertebrados capaces de volar]..... **CLASE INSECTOS**

Fuente: Elaboración propia a partir de Plaza, Hernández y Martínez (2015) y Mestres y Torres (2008).

ANEXO VII. ÁRBOL DE CLASIFICACIÓN-GUÍA



Fuente: Elaboración propia

ANEXO VIII. NOTICIAS DE INVERTEBRADOS EN EL AULA

¿Cómo sería el mundo sin abejas? Recuperado de:

<https://ethic.es/2014/09/como-seria-el-mundo-sin-abejas> [16/05/2018]

Insectos forenses, testigos de excepción de un crimen. Recuperado de:

<https://www.levante-emv.com/ciencia-salud/2009/03/14/insectos-forenses-testigos-excepcion-crimen/566328.html> [16/05/2018]

Las hamburguesas y albóndigas de insectos llegan al supermercado en Suiza.

Recuperado de:

<http://www.eleconomista.es/distribucion/noticias/8556432/08/17/Las-hamburguesas-y-albondigas-de-insectos-llegan-al-supermercado-en-Suiza.html> [16/05/2018]

Cochinilla del Carmín el rosa de los yogures de fresa. Recuperado de:

<https://espaciociencia.com/cochinilla-del-carmin-rosa-los-yogures-fresa> [16/05/2018]

Larva de mosca cura heridas en pacientes de diabetes. Recuperado de:

<https://www.diabetesjuntosxti.mx/prevencion/larva-de-mosca-cura-heridas-en-pacientes-con-diabetes/2011/10> [16/05/2018]

ANEXO IX. FICHA 3 DE COEVALUACIÓN

	Categorías taxonómicas	Criterios taxonómicos	Clasificación de imágenes
¿Qué está bien?			
¿Qué está mal?			
¿Por qué está mal?			
Características generales			
¿Qué es lo más nos gusta?			
¿Qué mejoraríamos?			

Elaboración propia a partir de Sanmartí (2007)