

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

**Especialidad en Biología y Geología**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CURSO 2018-2019**

**La clasificación de los seres vivos: una propuesta didáctica  
completa para 1º de Bachillerato**

*Living beings classification: a complete didactic proposal for 1<sup>st</sup>  
Bachillerato course*

**AUTOR**

Antonio Ignacio Arroyo Martínez

**DIRECTOR**

Sergio Calavia Lombardo



**Universidad  
Zaragoza**



Facultad de Educación  
**Universidad Zaragoza**

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>II.</b>	<b>ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM</b>	5
	II.A Actividad 1. Elaboración de una clave dicotómica	5
	II.B Actividad 2. Uso de lupa binocular y microscopio	6
<b>III.</b>	<b>PROPUESTA DIDÁCTICA</b>	
	III.A Título y nivel educativo	8
	III.B Evaluación inicial	8
	III.C Objetivos	10
	III.D Justificación	12
<b>IV.</b>	<b>PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES</b>	
	IV.A Contexto y participantes	16
	IV.B Contenidos y secuenciación	16
	IV.C Sesiones de teoría. Objetivos y Metodología	17
	IV.D Actividad práctica: Confección y uso de claves dicotómicas. Objetivos y Metodología	19
	IV.E Actividad práctica: Práctica de laboratorio de observación de microorganismos. Objetivos y Metodología	21
	IV.F Actividad de repaso con Kahoot. Objetivos y Metodología	23
	IV.G Criterios de evaluación y competencias clave	24
<b>V.</b>	<b>EVALUACIÓN FINAL</b>	
	V.A Procedimientos e instrumentos de evaluación	25
	V.B Resultados obtenidos	27
<b>VI.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA</b>	30
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	34
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	35
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b>	38
	IX.A Anexo I: Prueba de evaluación inicial	38
	IX.B Anexo II: Presentación “La clasificación de los seres vivos”	38
	IX.C Anexo III: Guion de la actividad práctica “Confección y uso de claves dicotómicas”	38
	IX.D Anexo IV: Guion de la actividad práctica “Observación de agua encharcada y moho”	38
	IX.E Anexo V: Cuestionario Kahoot	39
	IX.F Anexo VI: Examen escrito	39
	IX.G Anexo VII: Rúbrica para la evaluación y calificación de los informes de prácticas	39
	IX.H Anexo VIII: Rúbrica para la autoevaluación de la propuesta didáctica	39
	IX.I Anexo IX: Valoración de la propuesta didáctica por los alumnos	39

## I. INTRODUCCIÓN

Mi nombre es Antonio Ignacio Arroyo Martínez y me licencié en Ciencias Ambientales, hace ya casi una década, por la Universidad de Granada. Posteriormente, realicé un máster en conservación, gestión y restauración de la biodiversidad en la misma universidad, y un máster en sistemas de gestión de la calidad y medio ambiente. Mi intención siempre fue la de iniciar y desarrollar una carrera profesional ligada a la gestión del medio ambiente en el ámbito privado, aunque la grave situación económica por aquel entonces me lo puso muy difícil. Así que decidí adentrarme en el mundo académico y de la investigación. De hecho, llegué a Zaragoza hace seis años con una beca para realizar el doctorado en el Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC).

Durante la realización de mi doctorado, empecé a sentir atracción por el tema de la docencia. De este modo, siempre que se me ha presentado la oportunidad he tratado de realizar actividades relacionadas con la enseñanza en diferentes niveles y contextos. Por ejemplo, impartí un par de créditos de clases prácticas en la Universidad de Granada como parte de la formación docente asociada a mi beca de doctorado. También, he participado como voluntario en numerosas actividades y talleres de divulgación dirigidos a alumnos de todas las edades como, por ejemplo, la semana de la ciencia que organiza la delegación del CSIC. Ya había considerado realizar el máster de profesorado de educación secundaria con anterioridad, pero hasta ahora no había tenido la oportunidad. Como alumno del máster he aprendido que la docencia va más allá de la mera transmisión de conocimientos y, aunque la enseñanza ya me resultaba atractiva, creo que la experiencia tan positiva de las prácticas realizadas durante el mismo ha conseguido despertar en mí una chispa de verdadera vocación por la profesión docente.

Los periodos de *practicum* I, II y III los he realizado en el IES Ramón y Cajal de Zaragoza. Dicho instituto es un centro público de enseñanza secundaria ubicado en la zona centro de la ciudad de Zaragoza. Posiblemente se trate de uno de los centros de educación secundaria más pequeños de la ciudad, pues el número de alumnos ronda los 400. Concretamente, está situado en la calle Ramón Pignatelli (junto a la plaza de toros), entre las calles Paseo María Agustín, Conde Aranda y la zona de San Pablo. Si hay algo que caracteriza a este entorno es la disparidad en cuanto al nivel socioeconómico y cultural de su población. Por un lado, en la zona abundan los edificios antiguos, en algunos casos bastante deteriorados, con una población en su mayoría envejecida o de origen extranjero de bajo o muy bajo nivel económico y en riesgo de exclusión. Por otro lado, en algunos puntos se está llevando a cabo un proceso de transformación, que da lugar a viviendas mucho más nuevas y que están habitadas por población de un nivel socioeconómico y cultural algo más elevado. Así pues, el centro acoge a alumnos que presentan una elevada diversidad cultural, social y económica, lo que constituye la esencia de la vida académica en el instituto. En cuanto a la oferta educativa del centro, ésta incluye los cuatro cursos que componen la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), los dos cursos de Bachillerato y tres Programas de Cualificación Inicial (PCI). Más concretamente, además de la línea ordinaria de ESO, el centro imparte el Programa de Aprendizaje Inclusivo (PAI) para alumnos de 1º de ESO, y el Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento (PMAR) para alumnos de 2º y 3º de

ESO. El bachillerato dispone de las modalidades de Humanidades y Ciencias Sociales y Ciencias. Los tres Programas de Cualificación Inicial son fabricación y montaje, lavandería y arreglos textiles y agro-jardinería y arreglos florales. Además, en el centro se puede cursar un programa de doble optatividad en lenguas extranjeras mediante ampliación horaria. El alumnado del primer curso de la ESO procede en su mayoría del CEIP Joaquín Costa y del CEIP Santo Domingo, aunque en menor medida también proceden de otros centros de adscripción como CEIP Juan XXIII. Además, cabe señalar que aproximadamente el 40% de los alumnos proceden también de múltiples sistemas educativos extranjeros y que en muchos casos son de incorporación tardía y no dominan el español. En los cursos superiores el alumnado procede mayoritariamente del propio centro, aunque en el nivel de Bachillerato hay cada vez más alumnos procedentes de otros centros.

Este trabajo fin de máster (TFM) recoge el diseño e implementación de una propuesta didáctica para la docencia de la unidad didáctica de “la clasificación de los seres vivos”. En concreto, la propuesta aborda parte de los contenidos indicados en el bloque 4 de contenidos, “La biodiversidad”, del currículo oficial de la asignatura de Biología y Geología para el nivel de 1º de Bachillerato, tal y como establece la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo del Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Dicha propuesta se ha desarrollado en el IES Ramón y Cajal durante un total de ocho sesiones de 50 minutos, más una sesión de evaluación, y combina una metodología más o menos tradicional de enseñanza de las ciencias, representada por las clases expositivas de los contenidos teóricos, con una metodología más innovadora basada en la realización de actividades de carácter eminentemente práctico mediante indagación dirigida.

A lo largo de los siguientes apartados se presenta, en primer lugar, un análisis didáctico de dos actividades llevadas a cabo en alguna de las asignaturas cursadas durante la realización del máster de profesorado de educación secundaria y que han supuesto, de alguna manera, la base de las actividades incluidas en la propuesta didáctica. A continuación, se analiza la idoneidad de las actividades que integran la propuesta didáctica desde el punto de vista de una evaluación inicial. Además, se construye un marco teórico, a partir de la revisión de diferentes trabajos de la bibliografía, que justifique la elección de estas actividades, así como la metodología empleada en cada una de ellas. Tras la descripción detallada de las actividades que componen la propuesta didáctica, se presenta también un análisis de los resultados obtenidos después de la puesta en práctica de la misma. Por último, se realiza una valoración de la propuesta didáctica desde diferentes perspectivas y que incluye tanto los problemas y dificultades encontrados durante su implementación, como los cambios que se podrían realizar a las actividades propuestas, a modo de mejora, de cara a futuras implementaciones.

## II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM

En este apartado se presenta un análisis didáctico de dos actividades formativas realizadas en alguna de las asignaturas del máster de profesorado de secundaria y que han supuesto, en mayor o menor medida, la base de las actividades diseñadas y llevadas a cabo durante la realización del *practicum* II y III. Más concretamente, he elegido dos actividades de la asignatura “Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología” por su proximidad a los contenidos que me tocó impartir durante mi intervención docente. Sin embargo, esta selección ha resultado un tanto difícil, pues a lo largo del máster he realizado numerosas actividades que podrían haber sido incluidas en este apartado perfectamente. En este sentido, me gustaría destacar, por ejemplo, las actividades realizadas en la asignatura “Habilidades comunicativas para profesores” dirigidas a mejorar las explicaciones durante las clases, ya desde la fase de preparación de las mismas. Estas actividades me han resultado muy útiles para ser consciente de todas aquellas estrategias y recursos dirigidos a facilitar la comprensión del discurso, a captar la atención de los oyentes (alumnos en este caso), etc. Asimismo, también me gustaría destacar el trabajo grupal realizado en la asignatura “Procesos de enseñanza-aprendizaje”, que fue la primera toma de contacto con el diseño de una propuesta de actuación docente que integrara actividades fundamentadas en metodologías innovadoras.

### II.A Actividad 1. Elaboración de una clave dicotómica

Esta actividad se realizó dentro de la asignatura de “Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología” durante el segundo cuatrimestre. La actividad consistió en la confección, por grupos, de una clave dicotómica para la identificación de un conjunto de clavos y tornillos, tomando como base la propuesta de Álvarez, Oliveros, & Domènech-Casal (2017). En primer lugar, debíamos observar las características que poseían los clavos y tornillos y seleccionar aquellas que pudieran dividir el conjunto en dos grupos diferentes, y a su vez cada uno de estos grupos en otros dos, hasta llegar a cada clavo individualmente. Con estas características debíamos construir un árbol de clasificación. El siguiente paso fue el traslado de la información que habíamos recopilado en el árbol de clasificación a una clave con su estructura dicotómica. Por último, debíamos intercambiar nuestra clave con la de otro grupo para analizar su funcionamiento.

Esta actividad me resultó muy interesante porque, aunque estoy acostumbrado al uso de claves dicotómicas, creo que no fue hasta la universidad cuando aprendí en qué consisten y cómo se manejan. Sin embargo, la ley educativa actual otorga cierta importancia a que los alumnos aprendan a usar claves dicotómicas para la identificación de animales y plantas ya durante la etapa de educación secundaria. Tanto en el currículo oficial de ESO como en el de Bachillerato aparecen recogidos criterios de evaluación relacionados con este hecho. Pero, como señalan Mestres Izquierdo y Torres García (2008), hay que tener en cuenta que al utilizar una clave dicotómica es requisito indispensable entender el significado de los dilemas o dicotomías, pues de lo contrario aparecerá un problema que dificultará su uso. Normalmente, las claves dicotómicas están pensadas para que sean utilizadas por especialistas

en la materia y, por ende, el vocabulario que emplean es muy técnico y difícilmente entendible por una persona no cualificada (Mestres Izquierdo & Torres García, 2008). Así, la realización de esta actividad me permitió descubrir un recurso didáctico muy interesante e innovador para que los alumnos puedan aprender en qué consisten y cómo funcionan las claves dicotómicas de una manera fácil y atractiva, sin tener que recurrir a claves reales por obligación. Por este motivo, cuando supe que me tocaba impartir el tema de la clasificación de los seres vivos en mi intervención docente, decidí incorporar esta actividad a la propuesta didáctica.

En la bibliografía se pueden encontrar numerosas propuestas relacionadas con la elaboración y manejo de claves dicotómicas y dirigidas a alumnos de todas las etapas educativas, desde infantil y primaria, hasta secundaria y universidad (ver por ejemplo Álvarez et al., 2017; Galetto et al., 2009; López Carrillo & de la Cruz Vicente, 2016; Mestres Izquierdo & Torres García, 2008; Prior Español & Mazas Gil, 2016; Vilches, Legarralde, & Berasain, 2012). Al igual que la actividad que realizamos en el máster, basé el diseño de la actividad de elaboración de claves dicotómicas en la propuesta de Álvarez et al. (Álvarez et al., 2017), aunque con algunas modificaciones. En primer lugar, se eliminó la parte de transferencia entre contextos. Esta decisión se tomó, básicamente, para reducir la inversión de tiempo que requería la actividad. Además, es esperable que al tratarse de alumnos de 1º de Bachillerato entendieran más fácilmente los fundamentos de las claves dicotómicas. Así, se decidió no trabajar con tornillos y clavos, sino directamente con elementos más propios de las claves dicotómicas. La idea fue elaborar una clave para clasificar un conjunto de hojas. Originalmente, mi intención fue proveer a los alumnos de un conjunto de hojas de especies reales para su clasificación. Sin embargo, por la época del año en que se realizan los *practicum* II y III, es difícil encontrar una buena variedad de hojas caídas, y tampoco era cuestión de ir arrancando hojas de las plantas del patio del centro. Por tanto, se utilizaron dibujos de hojas como alternativa. Por otra parte, se redujo el número de elementos a clasificar para ajustar el desarrollo de esta actividad a dos sesiones de 50 minutos. Se pasó de 15 clavos y tornillos en la actividad realizada en el máster, a 10 hojas en la actividad diseñada para el *practicum*. Por lo demás, se mantuvieron las tres etapas de la secuencia metodológica (*i.e.* la elaboración de un árbol de clasificación, la elaboración de la clave dicotómica *per se* y la comprobación de las claves de los compañeros). Además, la actividad se complementó con el uso de diferentes claves dicotómicas reales para identificar algunas especies vegetales del patio del centro, incluyendo alguna aplicación para los teléfonos móviles. Desde el punto de vista didáctico, este apartado resultaría lógico y necesario para que los alumnos pudieran conectar los conocimientos adquiridos con el mundo real. De hecho, en la propia asignatura de “Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología” realizamos también, a la vuelta del periodo de *practicum* II y III, una actividad para identificar especies de árboles y arbustos del campus universitario utilizando claves reales.

## **II.B Actividad 2. Uso de lupa binocular y microscopio**

Esta actividad se realizó, al igual que la actividad analizada en el apartado anterior, dentro de la asignatura de “Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología” durante el segundo cuatrimestre. Esta actividad

perseguía que fuésemos capaces de observar distintas muestras bajo la lupa binocular, el microscopio óptico y el microscopio petrográfico. Así, además de familiarizarnos con el manejo de estos instrumentos tan típicos de los laboratorios de Biología y Geología, tuvimos la oportunidad de desarrollar numerosas metodologías y protocolos para preparar las diferentes muestras que se quisieran observar en cada caso. En nuestro grupo pudimos observar bacterias del yogurt, orgánulos de algas pluricelulares (cloroplastos), células del epitelio bucal, células de la epidermis de una cebolla, glóbulos rojos, microorganismos presentes en agua estancada y cortes muy finos en láminas de varias rocas. Para ello, tuvimos que realizar distintos procesos como obtención de muestras, preparación de las observaciones, tinciones, etc.

Aunque muchas de las metodologías que se pueden emplear en las actividades de enseñanza de las ciencias son comunes con otras disciplinas distintas (p. ej. las explicaciones de teoría), hay otras como las actividades prácticas que son especialmente características en la enseñanza de las ciencias experimentales (Fernández, 2013). Yo no soy capaz de concebir la enseñanza de Biología y Geología sin la realización de prácticas de laboratorio, probablemente porque durante mi época de estudiante de secundaria tuve la suerte de pisar bastante el laboratorio del instituto. Creo firmemente, más allá de que existan trabajos en la literatura que así lo defiendan, que las prácticas de laboratorio deberían estar presentes desde el nivel más básico de la ESO. Esto respondería a la necesidad de un cambio de paradigma en la enseñanza de las ciencias, para pasar de una enseñanza centrada en la mera acumulación de conocimientos científicos a una enseñanza centrada en los propios procesos que permiten crear dichos conocimientos. Es decir, con las actividades prácticas se pretende que los alumnos no sólo aprendan el qué, sino que también aprendan el cómo, es decir, que aprendan el saber hacer (Séré, 2002). Así, decidí integrar una práctica de laboratorio de observación de microorganismos como parte de la propuesta didáctica desarrollada durante los *practicum* II y III.

El traslado de los contenidos trabajados durante la actividad realizada en el máster, a la actividad realizada durante el *practicum*, fue bastante directo. Aunque, por supuesto, con alguna modificación. En concreto, aparte del tipo de práctica de laboratorio, lo que trasladé también al diseño de la actividad fue el método de trabajo que los alumnos debían realizar. Así, con esta actividad práctica perseguía que los alumnos no sólo adquirieran o desarrollaran los conocimientos vistos en la teoría sobre tipos de organismos incluidos en los reinos protocistas y fungi, sino que también desarrollaran otras destrezas propias del saber hacer científico como la observación, la formulación de hipótesis, la obtención de resultados, la valoración de los mismos o la emisión de conclusiones. Para ello, planteé que los alumnos fueran los que decidieran qué muestras iban a observar y cómo lo iban hacer y que realizaran un pequeño informe de laboratorio donde reflejaran todas estas cuestiones. Aunque todas las observaciones que realizamos durante la práctica del máster tendrían cabida en la asignatura de Biología y Geología en algún momento de la etapa secundaria, decidí centrar la práctica en la observación de microorganismos en muestras de agua estancada y en la observación del moho de los alimentos. Básicamente, esta decisión estuvo motivada por tres factores. En primer lugar, porque este tipo de muestras son las que mejor encajaban con los contenidos de

la unidad de “la clasificación de los seres vivos”. En segundo lugar, porque los alumnos habían realizado con anterioridad la observación de algunas de las muestras planteadas en el trabajo que desarrollamos en el máster, como por ejemplo la observación de las bacterias del yogurt. Y, en tercer lugar, porque la observación de más tipos de muestras era incompatible con la adecuación de la actividad práctica para ser realizada durante una única sesión. Por otra parte, cabe mencionar que los alumnos tenían experiencia en el laboratorio y sabían manejar con relativa soltura los microscopios y las lupas binoculares, así que no fue necesario realizar esta explicación de antemano. Por último, una de las partes más reveladoras sobre la realización de esta actividad práctica fue el darme cuenta de la gran preparación que requiere, y que, obviamente, pasó desapercibido durante el desarrollo de este trabajo en el máster. Entre otras cosas resulta necesario, por ejemplo, planear la actividad con la suficiente antelación como para tener listas las muestras a observar o disponer y preparar todo el material de laboratorio que se va a emplear, para que la práctica se pueda realizar satisfactoriamente.

### **III. PROPUESTA DIDÁCTICA**

#### **III.A Título y nivel educativo**

La propuesta didáctica que se presenta en este TFM se corresponde con la unidad “la clasificación de los seres vivos” de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato. En concreto, la propuesta didáctica se implementó en el único grupo de Biología y Geología de 1º de Bachillerato de Ciencias del IES Ramón y Cajal de Zaragoza. Los conceptos abordados por la propuesta se encuentran incluidos dentro del Bloque 4 de contenidos, “la biodiversidad”, del currículo oficial de dicha asignatura (Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo).

#### **III.B Evaluación inicial**

La evaluación debe formar parte de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ésta puede definirse como un proceso de recogida y análisis de información que permite emitir juicios de valor sobre el objeto evaluado y que servirá, finalmente, como apoyo para reconducir y realizar las mejoras pertinentes en la actuación docente (Fernández Tilve & Malvar Méndez, 2007). Por lo tanto, evaluar va más allá de calificar. En función del momento en el que se realice la evaluación se puede distinguir entre evaluación inicial, evaluación/es del proceso y evaluación final. Así, la evaluación inicial es aquella que toma en consideración la situación de partida del alumnado y que, por ende, se realiza al principio de cualquier periodo lectivo (etapa, ciclo, curso o unidad didáctica; Fernández Tilve & Malvar Méndez, 2007; Giné & Parcerisa, 2007).

Entre otras cuestiones, cuando se diseña la prueba de evaluación inicial se hace con el objetivo de comprobar qué contenidos básicos del tema conoce el alumnado (Fernández Tilve & Malvar Méndez, 2007). Estos contenidos no sólo deberían hacer referencia a los conceptos, sino también a procedimientos y actitudes cuando sea necesario (Giné & Parcerisa, 2007). En ocasiones los docentes cometen el error de diseñar la prueba de evaluación inicial en función



de los contenidos mínimos del periodo lectivo que están realizando los alumnos, olvidando que los mismos deben ser alcanzados al finalizar dicho periodo (Polo Martínez & Puertas Bescós, 2017). Es decir, no se trata de diseñar pruebas complejas para comprobar lo que el alumno sabe de lo que no se ha estudiado todavía, sino de plantear cuestiones más o menos sencillas basadas en lo que ha aprendido en cursos anteriores. Además, también es recomendable recoger en las pruebas de evaluación inicial otro tipo de información de los alumnos como la actitud, intereses, estilo de aprendizaje, etc. (Fernández Tilve & Malvar Méndez, 2007). Por otra parte, con la evaluación inicial también es posible detectar aquellas ideas alternativas o dificultades de aprendizaje que presenta el alumnado. En este sentido, hace ya más de una década que Furió Más, Solbes Matarredona y Carrascosa Alis (2004) informaban sobre la ingente cantidad de trabajos que se han publicado sobre las concepciones alternativas de los alumnos en ciencias en los últimos 30 años. Sin embargo, hasta donde se ha podido averiguar, muy pocos son los trabajos de la literatura que estudian las ideas alternativas de los estudiantes en el área de la clasificación de los seres vivos. Esto podría tener su razón de ser en el hecho de que la enseñanza y aprendizaje de los conceptos relacionados con las características de los principales grupos de seres vivos se ha basado tradicionalmente en la memorización. No obstante, existe algún trabajo que analiza las dificultades de los alumnos en relación a la clasificación de la materia viva en la etapa de educación primaria (Galán Martín & Martín del Pozo, 2013).

Con objeto de establecer el punto de partida de los alumnos respecto a la unidad de “la clasificación de los seres vivos” se realizó una prueba de evaluación inicial antes de comenzar con la implementación de la propuesta didáctica propiamente dicha. Concretamente, la evaluación consistió en una prueba escrita con un total de 7 preguntas cortas (Anexo I). Con estas preguntas no sólo se pretendía determinar el nivel previo de conocimientos que tenía el grupo sobre la unidad didáctica o detectar dificultades, sino también recopilar información sobre otros aspectos como, por ejemplo, expectativas sobre lo que iban a aprender en la unidad. A este último respecto responderían las dos primeras preguntas de la prueba de evaluación inicial (Anexo I). Las otras cinco preguntas hacían referencia al concepto de taxón, el sistema binomial de nomenclatura, los cinco reinos de seres vivos, las claves dicotómicas y las características de algunos grupos de plantas (Anexo I). La evaluación inicial se realizó en horario de clase y se indicó que sería anónima. Con esto se pretendía garantizar la seriedad y sinceridad de las respuestas, y que los alumnos evitasen la idea de que era un examen. Además, cabe mencionar que durante la realización de la prueba escrita de evaluación inicial se aprovechó también para realizar una pequeña presentación de la propuesta didáctica, así como una pequeña entrevista con cada alumno. En concreto, se pidió a los alumnos que contaran por qué habían elegido cursar biología y geología (pues es optativa en el nivel de 1º de Bachillerato) y si sabían ya lo que querían estudiar. El objetivo era obtener información general sobre las motivaciones e intereses académicos de los alumnos (Fernández Tilve & Malvar Méndez, 2007; Giné & Parcerisa, 2007).

Los resultados obtenidos a partir de la evaluación inicial pudieron ser utilizados como elemento de apoyo en la toma de decisiones durante el diseño de las actividades que integran la propuesta didáctica, teniendo en cuenta tanto el nivel inicial de conocimientos de los

alumnos en el tema, como aquellas dificultades o intereses en los que se podía realizar un mayor hincapié. En este sentido, lo ideal hubiera sido haber planificado y diseñado la propuesta didáctica basándose desde el principio en los resultados de la evaluación inicial. Sin embargo, al contar con la limitación temporal que impone el periodo de *practicum*, esto no era muy recomendable. No hubo más remedio que comenzar con el diseño de las actividades de la propuesta antes de conocer todos los resultados de la prueba de evaluación inicial. No obstante, dichos resultados sí que se emplearon para adaptar y matizar algunos aspectos referentes a los contenidos y la metodología de las actividades planteadas a las necesidades e intereses de los alumnos.

Un análisis cualitativo de los resultados de la prueba de evaluación inicial permitió observar que la mayoría de los alumnos no fue capaz de indicar palabras relacionadas con el concepto de taxón. Únicamente dos alumnos relacionaron este concepto con términos como categoría, familia o especie. Por lo tanto, a la hora de confeccionar los contenidos académicos de las clases de teoría se puso especial interés en la explicación de las categorías taxonómicas. También se encontró que los alumnos no recordaban claramente cómo se nombran las especies, lo que sirvió de base para revisar este concepto durante las explicaciones de teoría. Por otra parte, los resultados de la evaluación inicial mostraron que la mayoría de los alumnos fueron capaces de indicar algunos, si no todos, de los reinos en los que se clasifican los seres vivos. Prácticamente todos incluyeron, al menos, el reino animal y el reino vegetal. No obstante, fue curioso encontrar que algunos alumnos confundieron los principales grupos de vertebrados (*e.g.* mamíferos, aves, reptiles, peces y anfibios) con los cinco reinos de clasificación. En esta línea, se observó que prácticamente todos los alumnos fueron capaces de diferenciar las plantas angiospermas de las gimnospermas mediante un dibujo, indicando la presencia de flores para el primer grupo. Sin embargo, pocos de ellos dibujaron helechos asociándolos al término pteridofitas. En su conjunto, estos resultados se utilizaron para ajustar la profundidad de la explicación de las características de los diferentes grupos de seres vivos, pasando algo más por encima de aquellas características que son más fácilmente reconocibles y dedicando más tiempo a que aprendieran otras características no tan conocidas o nuevos grupos. Por último, cabe señalar que ningún alumno indicó que conociera lo que es una clave dicotómica o que la hubiera usado alguna vez, lo que respalda la idoneidad de incluir la actividad práctica de claves dicotómicas en la propuesta didáctica.

En cuanto a las expectativas e intereses manifestados por los estudiantes en la prueba de evaluación inicial, en general todos ellos esperaban, de forma bastante lógica, aprender las características de los diferentes grupos de seres vivos e indicaron que el interés de esta unidad radicaba en que conocer estas características es importante para diferenciar los distintos tipos de seres vivos y para clasificarlos. Hubo algunas respuestas más curiosas que hacían referencia a que esperaban aprender las características de los ornitorrincos y curiosidades en general sobre los seres vivos. Así que se hizo especial hincapié en ellas.

### **III.C Objetivos**

#### ***III.C.1 Objetivos generales de etapa***

A continuación, se indican aquellos objetivos generales de etapa recogidos en la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, que se trabajan de forma directa con la presente propuesta didáctica:

- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.

### ***III.C.2 Objetivos generales de asignatura***

A continuación, se indican los objetivos generales de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato, recogidos en la Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo, que se trabajan con las actividades propuestas:

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

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

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

### ***III.C.3 Objetivos didácticos***

A continuación, se recogen los principales objetivos didácticos perseguidos por la propuesta docente:

- a) Aprender las características de los sistemas de clasificación de los seres vivos.
- b) Conocer y analizar las principales aportaciones históricas y actuales para la construcción de los sistemas de clasificación.
- c) Saber los fundamentos de la taxonomía y la nomenclatura.
- d) Reconocer los principales grupos taxonómicos de clasificación de los seres vivos y sus características.

- e) Comprender la estructura y el funcionamiento de las claves dicotómicas como herramientas para la identificación y clasificación de los seres vivos.
- f) Fomentar el desarrollo de destrezas propias del trabajo de los científicos como la observación, la elaboración de hipótesis, obtención y análisis de resultados o extracción de conclusiones.

### **III.D Justificación**

Por norma general, los centros educativos constituyen instituciones en las que cuesta innovar. De hecho, es muy común que los profesores tiendan a enseñar (incluyendo no sólo el qué, el cómo y el para qué enseñar, sino también la forma de evaluar) de la misma manera que les enseñaron a ellos (Oliva, 2011; Sanmartí, Burgoa, & Nuño, 2011). Puestos a innovar, a menudo se confunde la innovación con el simple uso de herramientas más modernas como las tecnologías de la información, para acabar enseñando de la misma manera que siempre (Sanmartí & Márquez, 2017). Pero la auténtica innovación no consiste solamente en modernizar las herramientas didácticas, sino que tiene que implicar también un cambio en la metodología y en la finalidad de las actividades y que acabe reflejándose en la finalidad misma del aprendizaje. Además, pueden existir otros problemas o dificultades que acaban alejando los planteamientos de los profesores de la innovación docente. Entre otros aspectos cabría destacar la falta de interés por este tipo de tareas, la predominancia de la cultura del trabajo individual y poco comunicativo, la escasez del tiempo disponible para la realización de propuestas innovadoras o lectura de literatura científica, la falta de apoyo de las instituciones, escasez de recursos y reconocimiento y las carencias formativas en la formación inicial del profesorado (Oliva, 2011). Por todo ello, resulta especialmente relevante el desarrollo de prácticas en centros educativos como parte del máster de formación de profesorado de secundaria orientadas a la realización de una intervención docente innovadora (de Pro, 2011).

Uno de los ámbitos escolares en los que más se aprecia la innovación docente es en la renovación de la metodología de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En la bibliografía pueden encontrarse numerosas propuestas metodológicas como el aprendizaje colaborativo, la gamificación, la clase invertida (flipped-classroom), aprendizaje basado en proyectos o problemas, etc. Aunque muchas de las metodologías que se pueden emplear en las actividades de enseñanza de las ciencias son comunes con otras disciplinas (p. ej. las explicaciones de teoría), hay otras como las actividades prácticas o los trabajos de campo que son especialmente características en la enseñanza de las ciencias (Fernández, 2013). Por actividades prácticas se pueden entender aquellas actividades en las que el alumnado debe utilizar un determinado procedimiento para resolverlas, y aunque rápidamente se relacionan con el trabajo de laboratorio, su significado puede ser más amplio para englobar la resolución de diversos problemas de índole científica (Fernández, 2013). Aunque la concepción general por parte de los especialistas en didáctica de las ciencias y de los docentes es otorgar una gran importancia a las prácticas de laboratorio, la norma es que el tiempo que se les dedica es bastante reducido, en favor de la dimensión teórica de la enseñanza (Bastida de la Calle, Ramos Fernandez, & Soto López, 1990; Fernández, 2013; López Rúa & Tamayo Alzate,

2012). La realidad de los centros escolares es, como consecuencia, que los laboratorios estén infrautilizados (Bastida de la Calle et al., 1990). Este hecho puede ser debido a diferentes motivos. Entre otros destacan el excesivo número de alumnos, falta de instalaciones o recursos adecuados, escasez de formación o la consideración de que son una pérdida de tiempo (Fernández, 2013). Sin embargo, las prácticas de laboratorio son importantes para el aumento de la motivación de los alumnos, son esenciales para el aprendizaje de procedimientos científicos, cómo trabajan los científicos o cómo se elabora el conocimiento científico (Bastida de la Calle et al., 1990; Fernández, 2013; López Rúa & Tamayo Alzate, 2012).

En la bibliografía se pueden encontrar numerosas propuestas de clasificación de las actividades prácticas. A modo de ejemplo, según Caamaño (2004; citado en Fernández, 2013), en función del objetivo que persigan se pueden diferenciar a) experiencias (orientadas a experimentar de primera mano diferentes fenómenos del mundo), b) experimentos ilustrativos (orientados a la interpretación de un fenómeno, ilustrar un principio o mostrar una relación entre variables), c) ejercicios prácticos (orientados a aprender determinados procedimientos o destrezas para realizar experimentos que corroboren la teoría) y d) investigaciones (que son actividades orientadas a resolver problemas teóricos o prácticos mediante el diseño y realización de un experimento y la evaluación de sus resultados). Sea como sea, lo que se pretende con las actividades prácticas es que los alumnos no sólo aprendan el qué, sino también aprendan el cómo, es decir, que aprendan el saber hacer (Séré, 2002). Así, las actividades prácticas responden a la necesidad de un cambio de paradigma en la enseñanza de las ciencias, para pasar de una enseñanza centrada en la mera acumulación de conocimientos científicos a una enseñanza centrada en los propios procesos que permiten crear dichos conocimientos. En realidad, esta idea no es nueva, pues John Dewey la propuso hace ya más de un siglo (Ferrés Gurt, Marbà Tallada, & Sanmartí Puig, 2015; Garritz, 2010; Reyes-Cárdenas & Padilla, 2012).

El aprendizaje de las ciencias puede ser un proceso de indagación dirigida (Campanario & Moya, 1999). Según Ferrés Gurt et al. (2015), por indagación dirigida se puede entender, al menos, dos caras de una misma moneda. Por un lado, hace referencia a las habilidades que los alumnos tienen que desarrollar para trabajar como los científicos (hacerse preguntas, elaborar hipótesis, diseñar experimentos, analizar resultados y extraer conclusiones). Por otro, hace referencia al modelo didáctico que permite enseñar y aprender ciencia. En base al grado de participación de los alumnos y del profesor durante la indagación dirigida se pueden definir varios tipos de indagación: 1) Indagación abierta, en la que se espera que sean los estudiantes quienes diseñen todo el protocolo de investigación; 2) Indagación guiada, en la que el profesor guía y ayuda a los estudiantes a realizar su indagación; 3) Indagación acoplada, en la que el profesor elige la pregunta pero se deja a los estudiantes que tomen sus decisiones para alcanzar la solución; y 4) Indagación estructurada, que resulta en una indagación muy guiada por el profesor, tanto que se puede considerar una lección por pasos (Garritz, 2010; Reyes-Cárdenas & Padilla, 2012). En este sentido, las actividades prácticas son fácilmente susceptibles de ser transformadas a pequeños trabajos de investigación cambiando la manera en que se presenta a los alumnos. La utilización de la

indagación dirigida en las actividades prácticas constituye un elemento de innovación hacia modelos de didáctica de las ciencias no basados exclusivamente en la transmisión de conocimientos (Camacho, Casilla, & Finol de Franco, 2008; Ferrés Gurt et al., 2015), y ha sido reconocida como una estrategia clave para el aprendizaje de las ciencias experimentales (Ansón García & Bravo Torija, 2017).

A raíz de lo anterior pueden encontrarse en la literatura numerosos trabajos que analizan el grado de indagación en las prácticas de laboratorio propuestas por los libros de texto y que se realizan en los centros de enseñanza de secundaria (por ejemplo Duque Rodríguez de Arellano, Jiménez Plaza, & Cuerva Moreno, 1996; Fernández-Marchesi, 2018; López Rúa & Tamayo Alzate, 2012). En general, estos trabajos encuentran que la mayor parte de las actividades prácticas propuestas en los libros de texto no profundizan demasiado en el nivel de indagación. A menudo, la intencionalidad de las prácticas de laboratorio consiste simplemente en la comprobación o verificación de los conceptos vistos en la teoría, y que los alumnos ya saben. En palabras de Séré (2002), las actividades prácticas se plantean al servicio de la teoría. A este hecho hay que sumar el nivel de detalle tan elevado de los protocolos que aparecen en los guiones de prácticas que indican a los estudiantes paso a paso lo que deben realizar, a modo de receta. Como consecuencia, los alumnos pueden seguir estas indicaciones con total facilidad. Sin embargo, no utilizan procedimientos y destrezas propias del método científico durante la realización de las prácticas (Duque Rodríguez de Arellano et al., 1996; Fernández-Marchesi, 2018; López Rúa & Tamayo Alzate, 2012). Por lo tanto, las actividades prácticas propuestas en los libros de texto no promueven la indagación, sino la exposición dogmática de los conocimientos científicos por parte del profesor. De cara a mejorar las prácticas de laboratorio que se realizan en los centros de enseñanza secundaria, estos trabajos proponen modificar los guiones de prácticas para disminuir el peso que tienen las comprobaciones y aumentar las predicciones, reflexión y discusión por parte de los alumnos (Duque Rodríguez de Arellano et al., 1996). Además, estos mismos autores inciden en realizar, al menos una vez durante el curso académico, una pequeña investigación que requiera la planificación y elaboración de un diseño experimental. Por último, también señalan la idea de intentar redistribuir los horarios de alguna manera para conseguir que el tiempo disponible para una práctica sea superior a los 55 minutos (Duque Rodríguez de Arellano et al., 1996).

Hay autores que defienden que la indagación es la mejor metodología para la enseñanza de las ciencias y promover las destrezas propias de la investigación científica, mientras que otros sugieren que resulta algo ingenuo pensar que los alumnos pueden llegar a un aprendizaje significativo de los conceptos científicos a través de la indagación autónoma (Romero-Ariza, 2017). Sin embargo, un análisis más detallado parece indicar que ambas opciones son posibles. Así, Romero-Ariza (2017) muestra, a partir de una revisión de los meta-análisis disponibles en la bibliografía respecto a este tema, que los resultados de la indagación son mejores cuando se combinan con otro tipo de actividades y cuando el docente orienta adecuadamente el proceso, mientras que la indagación abierta no guiada no facilita el aprendizaje de los alumnos. Por otra parte, aunque las prácticas basadas en la indagación contribuyen significativamente a que los alumnos desarrollen las destrezas científicas

indicadas anteriormente, algunos estudios evidencian que los alumnos también suelen tener algunas dificultades a la hora de realizar la indagación correctamente, en especial si es abierta (Ansón García & Bravo Torija, 2017; Ferrés Gurt et al., 2015). Estas dificultades pueden aparecer desde los primeros pasos de la indagación (Ferrés Gurt et al., 2015), aunque otros autores encuentran que los alumnos son capaces de reconocer el objeto de estudio, así como elaborar hipótesis adecuadas y seleccionar las técnicas apropiadas para comprobarlas, pero encuentran dificultades en interpretar y discutir los resultados (Ansón García & Bravo Torija, 2017).

Por otra parte, durante los últimos 10 años, el uso de la gamificación en el entorno educativo ha sufrido un incremento exponencial (Torres-Toukourmidis, Ramírez-Montoya, & Romero-Rodríguez, 2018). Esta metodología aprovecha las preferencias de los alumnos por actividades como los videojuegos para aplicar las técnicas y estrategias de los juegos en un entorno no puramente lúdico (de Soto García, 2018; Torres-Toukourmidis et al., 2018). Esto permite desarrollar en el aula actividades en la que se utilizan juegos para conseguir enseñar o reforzar conocimientos en los alumnos, además de adquirir habilidades como la resolución de problemas, la comunicación o la colaboración (de Soto García, 2018). En adición, estas actividades tienen efectos muy positivos en la motivación de los alumnos, convirtiendo las clases en algo más dinámico en las que la participación de los estudiantes es más elevada y haciendo que quieran aprender (de Soto García, 2018; Torres-Toukourmidis et al., 2018). Otro punto importante es que muchas de estas actividades se desarrollan haciendo uso de herramientas digitales, que también son mejor valoradas por los estudiantes (de Soto García, 2018). En este sentido, una de las más utilizadas es Kahoot. En la bibliografía pueden encontrarse fácilmente propuestas que hacen uso de la plataforma Kahoot y que reportan resultados positivos en cuanto a la contribución a la satisfacción de los alumnos y a la mejora del ambiente de clase (Martín Caraballo, Herranz Peinado, & Segovia González, 2017; Mingo-López & Vidal-Meliá, 2019).

La adecuación de la propuesta didáctica y su adaptación al contexto del centro educativo donde se han realizado los periodos de *practicum* II y III ya han sido referidas en los apartados anteriores. A raíz de la evaluación inicial se pudo observar que los alumnos no conocían lo que eran, ni cómo funcionaban, las claves dicotómicas, por lo que la inclusión de una actividad práctica relacionada con las claves dicotómicas queda completamente justificada. Aunque dicha actividad se planteó desde el modelo didáctico de indagación dirigida, también se incluyó en la propuesta una práctica de laboratorio de indagación. El objeto de esta práctica no estaba tan centrado en la dimensión conceptual, sino en el desarrollo de las destrezas propias del trabajo científico. Para garantizar unos resultados satisfactorios se evitó que la indagación fuera demasiado abierta. Además, estas actividades de indagación se combinaron con sesiones de teoría para transmitir eficazmente los contenidos académicos. Para su definición se tuvo en cuenta el nivel de conocimientos mostrados en la evaluación inicial, así como los intereses de los alumnos. Cabe señalar que las aulas del centro están equipadas con un ordenador y un proyector. Además, el centro también cuenta con un laboratorio de ciencias naturales totalmente equipado con material

como microscopios, lupas, etc., por lo que la implementación de la propuesta didáctica fue directa.

#### **IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES**

##### **IV.A Contexto y participantes**

La propuesta didáctica se diseñó para su implementación en el grupo de Biología y Geología de 1º de Bachillerato del IES Ramón y Cajal ubicado en la ciudad de Zaragoza. Se trataba de un grupo específico compuesto por un total de 21 alumnos, de los cuales 16 eran chicas y 5 eran chicos, de entre 16 y 17 años. El aspecto que más rápidamente llamaba la atención del grupo era la gran diversidad cultural que se podía apreciar entre los alumnos, si bien no parecía tan elevada como la que había en los cursos inferiores del centro. El clima de la clase era agradable y muy propicio para el aprendizaje. Por lo que se pudo observar, se trataba de un grupo bastante cohesionado, en el que todos los alumnos interaccionaban entre ellos. Aunque como en todos los grupos se podían percibir diferentes subgrupos. Cabe señalar que aproximadamente el 50 % de estos alumnos provenía del propio centro, mientras que el otro 50% cursó la ESO en un centro distinto. En cuanto a la dimensión académica, se trataba de un grupo bastante homogéneo y con buena reputación como estudiantes. Sin embargo, hubo algunos alumnos que destacaron tanto positiva como negativamente. Especialmente, cabe destacar la notable facilidad de una alumna para la materia, la cual se pudo apreciar desde el primer momento en que se asistió a clase como observador. Por el contrario, hacia el final de la clase se sentaban un par de alumnos que demostraban sistemáticamente un pobre interés por la asignatura (se desconoce si por el resto de asignaturas también) y se pasaban la mayoría del tiempo sin prestar demasiada atención. No obstante, no molestaban en absoluto ni contribuían a estropear el clima de la clase. Esta actitud fue especialmente evidente durante las sesiones de teoría, ya que durante las actividades prácticas no se notó ninguna diferencia con el resto de sus compañeros. Por lo general, estos alumnos tuvieron un peor rendimiento académico. En este sentido, cabe mencionar que no existía ningún alumno repetidor. Tampoco existía ningún alumno que necesitase algún tipo de medida específica de atención a la diversidad, más allá de las medidas generales. Durante el desarrollo de las clases los alumnos se mantenían en silencio absoluto (en especial durante las sesiones de teoría) y prestaban atención en su mayoría. La participación era bastante elevada y no tenían ningún reparo en preguntar por las diferentes dudas que tuvieran. Quizás, esta participación fuera mayor en los alumnos sentados en las filas más cercanas a la posición del profesor.

##### **IV.B Contenidos y secuenciación**

Las actividades que integran la propuesta didáctica se diseñaron para ser desarrolladas a lo largo de 8 sesiones de 50 minutos, más una sesión extra necesaria para la realización de una prueba escrita de evaluación (ver apartado V). Dado que la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato cuenta con un total de cuatro horas lectivas a la semana, el tiempo estimado para su realización era, por tanto, de dos semanas (Tabla 1). En concreto, la implementación de la propuesta didáctica se llevó a cabo durante la primera quincena de abril



de 2019, justo antes de las vacaciones de Semana Santa. La unidad didáctica propuesta se puede dividir en dos partes claramente diferenciadas. La primera parte, que incluiría las cuatro primeras sesiones, se centra en la exposición de los contenidos académicos teóricos, mientras que la segunda parte, que incluiría las cuatro últimas sesiones, se centra en la realización de actividades prácticas que profundizan o desarrollan algún aspecto de la teoría (Tabla 1).

**Tabla 1.** Temporalización y contenidos de las actividades de la propuesta didáctica.

UNIDAD DIDÁCTICA “LA CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS”		
SESIÓN	TIPO	CONTENIDOS
1ª sesión	Teoría	Principios de la sistemática, taxonomía y nomenclatura
2ª sesión	Teoría	Clasificación de los seres vivos en dominios y reinos. Características de los dominios arquea y bacteria. Características y clasificación del reino protocistas
3ª sesión	Teoría	Características y clasificación del reino protocistas, hongos y plantas
4ª sesión	Teoría	Características y clasificación del reino plantas y animales
5ª sesión	Práctica	Práctica de claves dicotómicas I. Confección y comprobación de su funcionamiento
6ª sesión	Práctica	Práctica de claves dicotómicas II. Uso de claves dicotómicas. Identificación de especies vegetales
7ª sesión	Práctica	Práctica de laboratorio. Observación de agua encharcada y moho
8ª sesión	Teórico-práctica	Repaso de contenidos mediante un cuestionario Kahoot
9ª sesión	Evaluación	Recogida de informes de prácticas, realización de examen escrito y evaluación de la intervención docente

Aparte de las sesiones previstas en la Tabla 1, también se emplearon los 20 últimos minutos de la clase inmediatamente anterior al inicio de la propuesta didáctica para realizar la evaluación inicial de los alumnos y presentar la intervención docente. Además, una vez que la propuesta didáctica hubo concluido, se emplearon otros 20 minutos de clase para realizar una corrección de la prueba escrita de evaluación y de los informes de prácticas que entregaron los alumnos.

A continuación, se describen en profundidad las actividades que integran la propuesta didáctica, indicando para cada una de ellas los contenidos desarrollados, los objetivos específicos perseguidos y la metodología empleada.

#### **IV.C Sesiones de teoría. Objetivos y Metodología**

La principal actividad a desarrollar durante las cuatro primeras sesiones de la propuesta didáctica implicó la explicación por parte del profesor de los contenidos teóricos fundamentales de la unidad didáctica (Tabla 1). Entre los objetivos de las sesiones de teoría destacan el que los alumnos conozcan las características de los sistemas de clasificación de los seres vivos, así como las principales aportaciones históricas y actuales para su

construcción, que conozcan los fundamentos de la taxonomía y el sistema binomial de nomenclatura, y que reconozcan los principales grupos taxonómicos de seres vivos y sus características, con especial atención a los cinco reinos de clasificación.

Durante las sesiones de teoría no se siguieron los contenidos de un libro de texto en concreto. En su lugar, las explicaciones estuvieron apoyadas por una presentación en formato PowerPoint de elaboración propia (Anexo II). Los contenidos académicos impartidos durante las sesiones de teoría se acotaron en base a los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables indicados en el currículo oficial de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato (ver apartado V). Además, se consultaron otras fuentes como libros de texto (en especial el proporcionado por la tutora de prácticas del centro) y material sobre el tema que otros profesores ponen a disposición del público en general en la red. Los contenidos explicados durante las sesiones de teoría se estructuraron de tal forma que los alumnos pudieran seguir el hilo de la explicación sin mayores dificultades. Esto se trató de hacer de manera que al explicar un concepto se generara una pregunta (la mayoría de las veces explicitada por mí) que señalara el siguiente paso de la explicación.

En cuanto al formato de la presentación utilizada durante las sesiones de teoría, se hizo especial hincapié en cumplir todas las normas que a menudo se recomiendan para hacer una buena presentación. Así, se procuró prescindir del texto en la medida de lo posible, sustituyéndolo por otros recursos como tablas, fotografías, dibujos, esquemas, modelos, etc. En aquellos casos en los que se usó texto, se evitó que fuera en forma de grandes párrafos que ocuparan toda la diapositiva. Por otra parte, se utilizó un diseño sobrio para evitar despistes, con diapositivas claras (baja densidad de información por diapositiva) y un tamaño de letra lo suficientemente grande como para que pudiera ser leído sin dificultad por todos los alumnos (especialmente los situados al fondo de la clase).

Por otra parte, durante el desarrollo de las clases de teoría se utilizaron diferentes estrategias para facilitar la comprensión de los conceptos por parte de los alumnos, así como para fomentar su interés y la interacción. En este sentido, se emplearon numerosas ejemplificaciones en base a fotografías, imágenes y dibujos que facilitarían la comprensión de las explicaciones por otras vías distintas a la oral. Además, en algunos momentos también se utilizaron otros recursos como fragmentos de vídeo o herramientas web relacionadas con los contenidos de la unidad didáctica. Estos ejemplos permitían introducir pausas que rompían el ritmo de la explicación evitando un excesivo cansancio en los alumnos. Otra estrategia utilizada fue la inclusión de algunas anécdotas que captaran la atención de los alumnos como, por ejemplo, nombres curiosos de especies o alguna referencia explícita a los intereses que éstos indicaron en la prueba de evaluación inicial, como las características y clasificación del ornitorrinco. Por último, se pretendió que, aunque las sesiones de teoría fueran más o menos magistrocéntricas, hubiera una alta participación de los alumnos, de modo que las clases fueran bastante interactivas (Morell, 2009). Esta interacción se basó fundamentalmente en la realización de preguntas. En este caso, las preguntas que se realizaban por parte del profesor tenían el objeto de que los alumnos reflexionaran sobre un concepto determinado o detectar el grado de conocimiento que tenían sobre dicho concepto. En otras ocasiones eran los propios alumnos los que planteaban sus propias preguntas y dudas. A este respecto, cabe mencionar

que todas las sesiones de teoría se comenzaron preguntando por las dudas que podrían albergar los alumnos sobre los contenidos explicados en la sesión anterior, lo que además daba pie a realizar un repaso de los conceptos que se habían visto, ayudando así a los alumnos a situarse en el tema.

#### **IV.D Actividad práctica: Confección y uso de claves dicotómicas. Objetivos y Metodología**

La actividad práctica de confección y uso de claves dicotómicas se planteó para ser desarrollada a lo largo de 2 sesiones de 50 minutos (Tabla 1) desde el punto de vista de la indagación dirigida. El principal objetivo que se persigue con la actividad propuesta es que los alumnos aprendan a usar claves dicotómicas como herramientas para la identificación y clasificación de los seres vivos. Asimismo, se pretende fomentar en los alumnos las destrezas propias del trabajo de los científicos como la observación, elaboración de hipótesis, obtención y análisis de resultados, extracción de conclusiones, etc. De forma secundaria se trabajan otros objetivos de aprendizaje como la observación de las características que distinguen unos elementos de otros, la identificación y aplicación de criterios de clasificación, construcción de un árbol de clasificación y de una clave dicotómica y manejo de claves dicotómicas en una situación real.

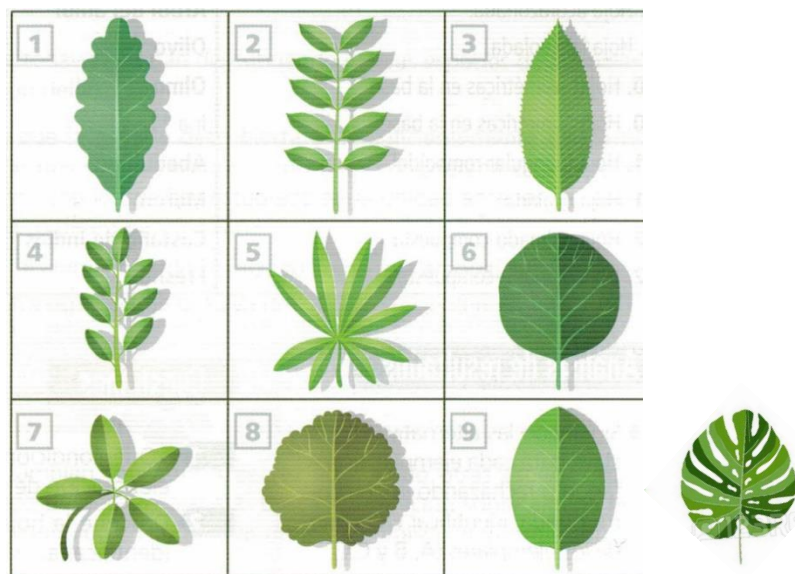
De entre todas las propuestas didácticas relacionadas con la elaboración y manejo de claves dicotómicas que se pueden encontrar en la literatura, se decidió diseñar una actividad basada en la propuesta de Álvarez et al. (2017). Así, la actividad estuvo integrada, a su vez, por cuatro actividades bien diferenciadas, que son: a) identificación de criterios de clasificación y construcción de un árbol de clasificación, b) aplicación de los criterios de clasificación para la construcción de una clave dicotómica, c) análisis crítico de las claves dicotómicas elaboradas y d) uso de una clave dicotómica real para identificar especies de árboles. Cabe señalar que durante el desarrollo de estas actividades los alumnos pudieron trabajar tanto individualmente como en grupo, según su preferencia. La actividad no tenía ninguna finalidad a este respecto.

Antes de comenzar con las actividades de aula se realizó una pequeña explicación teórica. Dicha explicación tenía dos objetivos. Por un lado, presentar la práctica a los alumnos de modo que éstos supieran en qué iba a consistir y, por otro, sirvió para explicar los fundamentos de las claves dicotómicas. En la puesta en práctica de esta actividad durante la intervención docente, la explicación teórica estuvo acompañada de una presentación en formato PowerPoint. Al final de la explicación es cuando se presentó el problema que había que resolver. Contamos con una serie de hojas (dibujos) que hay que clasificar (Fig. 1), para lo cual se va a construir una clave dicotómica. Para ello, se entregó un pequeño guion de prácticas a los alumnos donde se describían las actividades a realizar y que incluía las distintas hojas que los alumnos debían clasificar (Anexo III).

En primer lugar, los alumnos debían observar las hojas a clasificar para determinar cuáles son las características que comparten y cuáles son aquellas características que las hacen diferentes unas a otras, es decir, únicas. A partir de dichas características los alumnos tenían

que identificar aquellos criterios de clasificación que permiten dividir el conjunto de hojas en dos grupos, y cada grupo en otros dos grupos, hasta llegar a cada tipo de hoja individual y que, obviamente, no se puede seguir dividiendo en grupos más pequeños. Los criterios de clasificación seleccionados debían utilizarse para elaborar un árbol de clasificación donde se representasen de manera visual las sucesivas divisiones de cada grupo en otros dos. El tiempo estimado para la realización de esta actividad es la primera mitad de la primera sesión.

A continuación, los alumnos debían emplear los criterios de clasificación utilizados en la construcción del árbol para elaborar una clave dicotómica con la estructura secuenciada típica. En este punto se planteó a los alumnos un problema nuevo. Ha aparecido un nuevo tipo de hoja que hay que incluir en la clasificación (Fig. 1). Si todo ha ido bien, no deberían tener mayor problema para ir ubicando el nuevo tipo de hoja entre los criterios de clasificación elegidos y crear un nuevo grupo donde sea necesario. Desde el punto de vista metodológico de la indagación dirigida cabe esperar que sean los propios alumnos los que busquen la solución más adecuada al problema planteado (Fernández, 2013). En este sentido, son ellos los que deben decidir qué criterios de clasificación usar, y que de forma implícita están respondiendo a sus hipótesis. Por lo tanto, no se buscaba una solución en concreto, sino que podía haber varias soluciones posibles. El tiempo estimado para la realización de esta actividad es la segunda mitad de la primera sesión. Durante esta primera sesión, la labor del profesor consistió, básicamente, en atender las preguntas o dudas que surgieron a los alumnos para guiarlos en su tratamiento del problema y, por ende, con su aprendizaje.



**Fig. 1.** Conjunto de hojas utilizadas para la construcción de la clave dicotómica. La hoja de más a la derecha se incluyó en el conjunto de hojas a clasificar una vez que los alumnos ya habían comenzado con la elaboración del árbol de clasificación y la propia clave en sí.

Con objeto de comprobar la utilidad e idoneidad de las claves dicotómicas creadas por los alumnos, éstos tuvieron que identificar un tipo de hoja a su elección utilizando para ello la clave creada por uno de sus compañeros. Para ello, los alumnos debían rellenar una pequeña tabla en la que tenían de indicar qué tipo de hoja están intentando identificar, los pasos que han seguido para su identificación señalando los criterios de clasificación empleados por los

compañeros en su clave, y el resultado obtenido, esto es, si han conseguido identificar la hoja o no y por qué (Anexo III). Para esta actividad se estimó que eran necesarios los primeros 15-20 minutos de la segunda sesión. Se esperaba que en este tiempo los alumnos hubieran identificado dos o tres tipos de hojas empleando para ello otras tantas claves dicotómicas elaboradas por sus compañeros.

La última actividad de esta práctica consistió en la utilización de claves dicotómicas reales para la identificación de diferentes especies vegetales de árboles. En este punto resulta muy interesante contar con diferentes claves dicotómicas para que los alumnos puedan apreciar las diferencias entre ellas, si es que las hay, en función del público al que van dirigidas. En la puesta en práctica de esta actividad durante el desarrollo del *practicum* II y III se trató de identificar especies de cipreses del patio del centro. Para ello se utilizaron un par de claves de bolsillo dirigidas al público en general, la clave dicotómica del género *Cupressus* *sp.* recuperada del proyecto de flora ibérica del Real Jardín Botánico y una clave dicotómica sobre los árboles del patio del centro creada por un profesor del PCI de agro-jardinería y arreglos florales y que amablemente cedió para la realización de esta actividad. El tiempo estimado para la realización de esta actividad fue el resto de la segunda sesión.

#### **IV.E Actividad práctica: Práctica de laboratorio de observación de microorganismos. Objetivos y Metodología**

La actividad práctica de laboratorio se planteó para ser desarrollada en una única sesión de 50 minutos (Tabla I) desde el punto de vista de la indagación dirigida. Con esta práctica se pretendía, por una parte, que los alumnos observaran las características de la diversidad de organismos microscópicos que habitan en ecosistemas acuáticos como aguas estancadas, así como las estructuras reproductoras y vegetativas del moho de los alimentos. Por otra parte, el otro gran objetivo que se perseguía con esta práctica era que los alumnos desarrollaran destrezas propias del saber hacer de los científicos como el planteamiento de objetivos e hipótesis, el desarrollo de una metodología apropiada para alcanzar los objetivos e hipótesis planteados, la obtención de resultados, análisis y discusión de los mismos y la emisión de conclusiones. Otros objetivos secundarios que también se trabajan con esta práctica de laboratorio son el trabajo en equipo, el desarrollo del trabajo en el entorno del laboratorio incluyendo las normas de seguridad o el manejo de equipo especializado como son los microscopios y las lupas binoculares.

Esta actividad se desarrolló en el laboratorio de ciencias naturales del centro. Para su realización fue necesario preparar con antelación todo el material que los alumnos iban a emplear. Además de los microscopios ópticos y las lupas binoculares, se preparó también otro material propio del trabajo en el laboratorio como cuentagotas, pinzas, portaobjetos y cubreobjetos, tintes, etc. En concreto, todo este material se preparó durante el tiempo de recreo, antes del horario de clase. Aparte del material de laboratorio, fue necesario preparar las muestras con los organismos microscópicos que los alumnos debían observar (Fig. 2). Concretamente, se prepararon muestras de agua estancada de tres orígenes distintos, a la que se añadieron restos de vegetación para potenciar el desarrollo de microorganismos. Una de las muestras se preparó con agua de un charco. Otra se preparó con agua recogida de una fuente y

que, supuestamente, podía contener cloro. La tercera muestra se obtuvo del laboratorio de ciencias de la facultad de educación, cedida por el tutor del TFM. La razón de esto fue poder contar con al menos una muestra en la que la presencia de microorganismos estuviera asegurada. Para obtener las muestras de alimentos con moho se dejó en un lugar húmedo y relativamente oscuro una rebanada de pan, una mandarina, una lata empezada de paté y un resto de mermelada. La preparación de todas las muestras se llevó a cabo durante las dos semanas anteriores a la realización de la práctica. En un primer momento se barajó la posibilidad de incluir también muestras con presencia de bacterias (reino moneras), aunque esta idea acabó descartándose porque los alumnos ya habían realizado, poco antes de la implementación de la propuesta didáctica, la práctica de observación de bacterias del yogurt.



**Fig. 2.** Algunas de las muestras de agua estancada y alimentos con moho proporcionados a los alumnos para la realización de la práctica.

Para la realización de esta práctica en una única sesión es fundamental que los alumnos estén familiarizados con el uso del microscopio y la lupa. En este caso, no fue necesario realizar ningún tipo de explicación al respecto. Los primeros cinco minutos de la sesión se dedicaron a exponer en qué iba a consistir la práctica de laboratorio. Además, se entregó a los alumnos un guion de prácticas que incluía una serie de orientaciones para su desarrollo, así como una pequeña guía de identificación de los posibles organismos a observar (Anexo IV). Dentro de lo posible, se evitó que el guion constituyera una “receta” que seguir (Duque Rodríguez de Arellano et al., 1996; López Rúa & Tamayo Alzate, 2012). En su lugar se indicó posible material necesario para la observación de las muestras o posibles preguntas a responder durante la realización de la práctica. Una vez concluida la explicación, se dejó a los alumnos trabajar de manera autónoma. Esto es, se les dejó total libertad para que eligieran qué muestra querían observar y qué procedimiento exacto iban a seguir. Debido a la limitación impuesta por el espacio y por el número de microscopios y lupas disponibles, los alumnos tuvieron que trabajar en grupos de dos o tres personas. Aunque la cooperación a menudo se utiliza como una metodología innovadora para mejorar el aprendizaje de los alumnos, cabe señalar que este tipo de trabajo no era una finalidad propiamente dicha de esta práctica.

Minutos antes de acabar la práctica se indicó a los alumnos que recogieran y guardaran todo el material empleado.

Aparte de proponer el objetivo de la práctica, la labor del profesor durante el desarrollo de la misma consistió, básicamente, en guiar las preguntas e inquietudes de los alumnos. Esta labor se realizó de tal manera que fueran los propios alumnos los que acabaran respondiéndose a sí mismos y pudieran actuar en consecuencia. Por ejemplo, probablemente la pregunta que más formularon los alumnos fue: ¿qué es esto? Ante esta pregunta se trató de no dar una respuesta directa. En su lugar, se planteó a los alumnos nuevas preguntas que dirigieran su pensamiento. Estas preguntas podían ser tipo: ¿tú qué crees que es? ¿Qué estructuras puedes observar? ¿Cómo se desplazan? ¿No encuentras nada porque no hay o porque no has tomado bien la muestra?, etc. Lo importante de la práctica no era solamente que los alumnos alcanzaran un resultado más o menos satisfactorio, sino que pudieran darse cuenta de que ha sido el procedimiento elegido el que ha permitido alcanzar dicho resultado. Por último, me gustaría comentar que, dado el carácter de la práctica, hubo momentos en los que varios alumnos requerían mi atención simultáneamente, así que la tutora colaboró con apoyo en momentos puntuales.

#### **IV.F Actividad de repaso con Kahoot. Objetivos y Metodología**

La actividad de repaso se planteó para ser realizada como parte de una sesión de 50 minutos (Tabla 1), mediante el uso de la herramienta web Kahoot. Con esta actividad se pretendía realizar un repaso de todos los conceptos vistos durante la implementación de la propuesta didáctica, especialmente de aquellos tratados durante las sesiones de teoría, que sirviera como recapitulación de la unidad didáctica. Kahoot (<https://kahoot.com/>) es una plataforma web gratuita que permite a los profesores desarrollar el aprendizaje basado en juegos a través de la creación de un cuestionario de preguntas con respuesta de opción múltiple. Si bien, esta herramienta también dispone de una opción de pago para aumentar las posibilidades de los cuestionarios creados. Este tipo de aplicaciones dirigidas a la gamificación en el aula se han puesto muy de moda en los últimos 5-10 años (Torres-Toukoumidis et al., 2018), siendo Kahoot una de las mejor valoradas por los expertos. Uno de sus puntos fuertes es que los cuestionarios creados se pueden compartir y están disponibles para los usuarios registrados.

Para esta actividad se creó un cuestionario con un total de 30 preguntas sobre los conceptos tratados en la unidad didáctica (Anexo V). Cada pregunta tenía cuatro posibles respuestas, de las cuales sólo una era la correcta. Además, también se incluyeron preguntas con dos opciones (verdadero/falso). Para utilizar esta herramienta en clase resulta imprescindible contar con un ordenador con conexión a internet y un proyector para visualizar las preguntas que componen el cuestionario. Para que los alumnos puedan participar y responder las preguntas también necesitan disponer de algún dispositivo con conexión a internet. En este caso, los alumnos utilizaron sus propios teléfonos móviles. Los alumnos disponían de 30 a 60 segundos para realizar sus respuestas. Después de cada pregunta se procedía a mostrar la opción correcta. Además, se aprovechó este momento para realizar las explicaciones y aclaraciones oportunas, especialmente en aquellas preguntas en las que la

ratio de aciertos fue baja. Por lo general, se invitó a los alumnos a que explicaran la respuesta correcta a sus propios compañeros. Como resultado, la actividad de repaso fue muy interactiva y divertida para ellos. Además, esta herramienta permite mostrar una puntuación para cada participante basada en el número de respuestas correctas, la racha de respuestas correctas y la velocidad de acierto, lo que ayuda a aumentar la motivación de los alumnos ante la pequeña (o para algunos gran) competición que se genera para intentar ganar. El tiempo estimado para la realización de esta actividad es de unos 30 minutos.

Cabe señalar, que para esta sesión de repaso también se había planteado un espacio para resolver las dudas que los alumnos pudieran albergar respecto al examen, los informes de prácticas u otros conceptos tratados en la unidad didáctica. En concreto, para el resto de la sesión tenía planteado, en principio, realizar una clave dicotómica conjuntamente entre todos, ya que algunos alumnos tuvieron ciertas dificultades para su realización. Sin embargo, fueron los propios alumnos los que pidieron encarecidamente realizar otro cuestionario con esta herramienta.

#### **IV.G Criterios de evaluación y competencias clave**

Como ya se ha indicado anteriormente, la propuesta didáctica realizada durante los periodos de *practicum* II y III se correspondió con la docencia de la unidad didáctica “La clasificación de los seres vivos”. Dicha unidad forma parte del bloque 4 de contenidos del currículo oficial de la asignatura de Biología y Geología para el nivel de 1º de Bachillerato. En la Tabla 2 se recogen aquellos criterios de evaluación que se considera que se trabajan con esta propuesta didáctica.

Además de los criterios de evaluación fijados por la ley educativa para cada asignatura y curso, también es necesario que los alumnos alcancen una serie de competencias clave referidas a sus destrezas o habilidades. Como se puede observar en la Tabla 2, las competencias clave que se trabajan de forma más directa con la propuesta didáctica son la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT) y la competencia de conciencia y expresiones culturales (CCEC). La CMCT es la principal competencia en la que se centra la asignatura. Esta competencia requiere de unos conocimientos que permitan interpretar y relacionar los fenómenos naturales, transfiriéndolos a otros contextos, y evitando el mero aprendizaje memorístico. Ha sido abordada, sin duda, en todas las actividades que componen la propuesta didáctica, a través del desarrollo de los procedimientos propios del trabajo científico. Por su parte, la CCEC se trabaja en la asignatura mediante el reconocimiento de la importancia de la biodiversidad y el patrimonio, biológico y geológico, y de su conservación. En este sentido, con la propuesta didáctica se ha pretendido contribuir (tanto con las explicaciones en las sesiones de teoría, como en la práctica de claves dicotómicas) a que el alumnado sea capaz de apreciar el valor que posee la biodiversidad vegetal, que normalmente queda eclipsada en favor de la diversidad animal. Más allá de estas competencias, con la propuesta didáctica implementada también se han trabajado de forma transversal otras competencias clave. Por ejemplo, la competencia en comunicación lingüística (CCL) se ha trabajado a la hora de que los alumnos fueran capaces de expresar, principalmente por escrito, sus conocimientos en la prueba de evaluación escrita



y los informes de prácticas, utilizando un lenguaje técnico adecuado y preciso. La competencia de aprender a aprender (CAA) se refiere a la capacidad del alumnado para manifestar pensamientos abstractos que le permite una cierta capacidad de razonamiento, análisis o argumentación. Esta competencia se ha trabajado particularmente con la propuesta didáctica mediante el uso de estrategias de indagación como eje vertebrador de las actividades diseñadas. Además, los alumnos han podido trabajar la competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (CIEE) organizando su trabajo de forma autónoma a la hora de observar las distintas muestras o diseñar la metodología más adecuada para poder responder una hipótesis más o menos explícita en las actividades prácticas. Por último, cabe señalar que algunas de las actividades de la propuesta didáctica integran en la dinámica del aula el uso de herramientas digitales, como Kahoot, que ayudan a aumentar la motivación del alumnado y a su desarrollo de la competencia digital (CD).

**Tabla 2.** Bloque de contenidos, criterios de evaluación y competencias clave que se trabajan con la propuesta didáctica. Adaptada del currículo oficial de Biología y Geología de 1º de Bachillerato (Orden ECD/494/2016, de 26 de mayo).

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA		Curso: 1º Bach.
BLOQUE 4: La biodiversidad		
CONTENIDOS: La clasificación y la nomenclatura de los grupos principales de seres vivos. Las grandes zonas biogeográficas. Patrones de distribución. Los principales biomas. Factores que influyen en la distribución de los seres vivos: geológicos y biológicos. La conservación de la biodiversidad. El factor antrópico en la conservación de la biodiversidad.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.BG.4.1. Conocer los grandes grupos taxonómicos de seres vivos.	CMCT-CCEC	Est.BG.4.1.1. Identifica los grandes grupos taxonómicos de los seres vivos.
		Est.BG.4.1.2. Aprecia el reino vegetal como desencadenante de la biodiversidad.
Crit.BG.4.2 Interpretar los sistemas de clasificación y nomenclatura de los seres vivos.	CMCT	Est.BG.4.2.1 Conoce y utiliza claves dicotómicas u otros medios para la identificación y clasificación de diferentes especies de animales y plantas.
Crit.BG.4.4. Conocer las características de los tres dominios y los cinco reinos en los que se clasifican los seres vivos.	CMCT	Est.BG.4.4.1. Reconoce los tres dominios y los cinco reinos en los que agrupan los seres vivos y enumera sus características. Conoce sus relaciones filogenéticas por simbiogénesis.

## V. EVALUACIÓN FINAL

### V.A Procedimientos e instrumentos de evaluación

La evaluación final de los alumnos se basó en la realización de un examen escrito y en la elaboración de un informe por cada una de las dos actividades prácticas realizadas. Con el

examen escrito se pretendía evaluar el nivel de los conocimientos adquiridos por los alumnos tras la implementación de la propuesta didáctica, mientras que con los informes de prácticas se pretendía evaluar el grado de desarrollo, por parte de los alumnos, de las destrezas propias de la indagación dirigida. Ambas pruebas fueron elaboradas de acuerdo con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables que se indican en el bloque 4, “La biodiversidad”, del currículo oficial de la asignatura de Biología y Geología de 1º de Bachillerato (Tabla 2).

El examen escrito consistió en 10 preguntas cortas acerca de los contenidos tratados durante las clases de teoría (Anexo VI) y en acuerdo con los criterios de evaluación establecidos en el currículo oficial de la asignatura de Biología y Geología. Específicamente, con la prueba escrita se abordaron los criterios de evaluación Crit.BG.4.1 y Crit.BG.4.4 (Tabla 2). En el examen se incluyeron distintos tipos de preguntas que requirieran diferentes niveles de conocimientos a los alumnos. Así, el examen contenía preguntas tipo test, preguntas de explicar, de relacionar, de dibujar, etc. (Anexo VI).

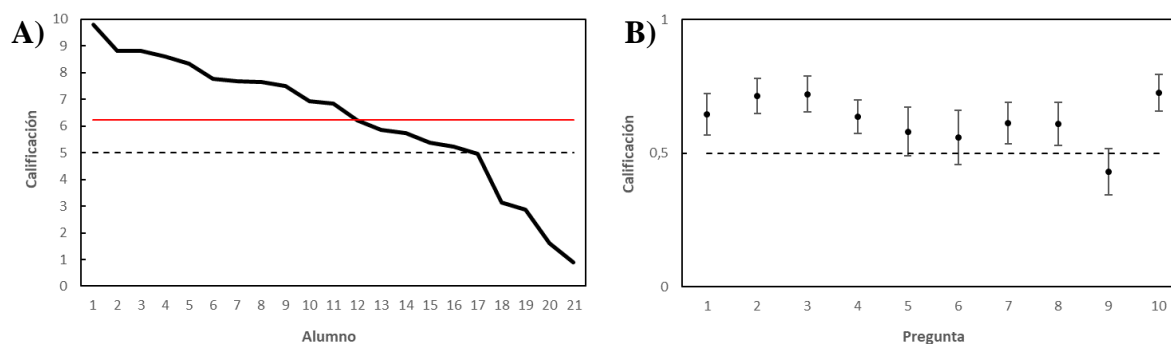
Con los informes de prácticas que los alumnos tenían que entregar se abordó, principalmente, el criterio de evaluación Crit.BG.4.2. Dichos informes debían contener una pequeña introducción en la que se detallasen los objetivos de la práctica (¿Qué pretende la práctica?), el material utilizado y la metodología (lista de los pasos seguidos), unos resultados en los que se incluyeran esquemas, descripciones, explicaciones, fotografías, etc. alcanzados durante la práctica, y, por último, unas conclusiones en las que se pueden incluir los problemas encontrados durante la realización de la práctica, los descubrimientos que se han hecho, una valoración personal, etc. El formato requerido para los informes se explicó detalladamente en los guiones de prácticas (Anexos III y IV). Los informes de prácticas se usaron como base para evaluar aquellos objetivos relacionados con el desarrollo, por parte de los alumnos, de las destrezas y habilidades propias del método de trabajo científico, como son la formulación de hipótesis y objetivos, diseño de una metodología adecuada para alcanzar los objetivos e hipótesis propuestos o la recopilación, análisis y discusión de resultados, así como la elaboración de conclusiones. Para ello, es mucho más adecuado el uso de una rúbrica como instrumento de evaluación (Cano, 2015). Los distintos apartados de la rúbrica tuvieron en cuenta aspectos como el ajuste a la estructura demandada, la claridad de la redacción, los contenidos de los diferentes apartados, las aportaciones personales, etc. (Anexo VII).

En cuanto a los criterios de calificación, el examen se ha calificado de 0 a 10 puntos, representando todas las preguntas la misma proporción de la nota final (de 0 a 1 punto). En concreto, la nota otorgada a cada una de las preguntas resultó de comparar la respuesta indicada por el alumno con el estándar mínimo esperado para cada pregunta (Anexo VI). Por su parte, los informes de prácticas también se calificaron de 0 a 10 puntos, pero utilizando una rúbrica en este caso (Anexo VII). Cada apartado de la rúbrica representó un peso distinto en la nota final, en función de su importancia para el objetivo de la práctica en relación con la indagación. Dado que la mitad de las sesiones de la unidad didáctica han sido de teoría, mientras que la otra mitad de las sesiones han consistido en la realización de diferentes prácticas, resulta lógico pensar que la calificación final esté compuesta por un 50% de la nota obtenida en la prueba escrita y un 50% de la nota obtenida en los informes de prácticas. A su

vez, la nota global obtenida en los informes de prácticas ha sido el resultado de la media aritmética de las notas obtenidas en cada uno de ellos por separado (2 informes). Por tanto, la proporción que representa la nota de cada uno de los informes de prácticas en la calificación final es del 25%. Se consideró que los alumnos habían superado con éxito la unidad didáctica si obtuvieron una nota media superior a 5 tras la ponderación, y siempre y cuando en una de las partes no obtuvieran una nota inferior a 4.

### V.B Resultados obtenidos

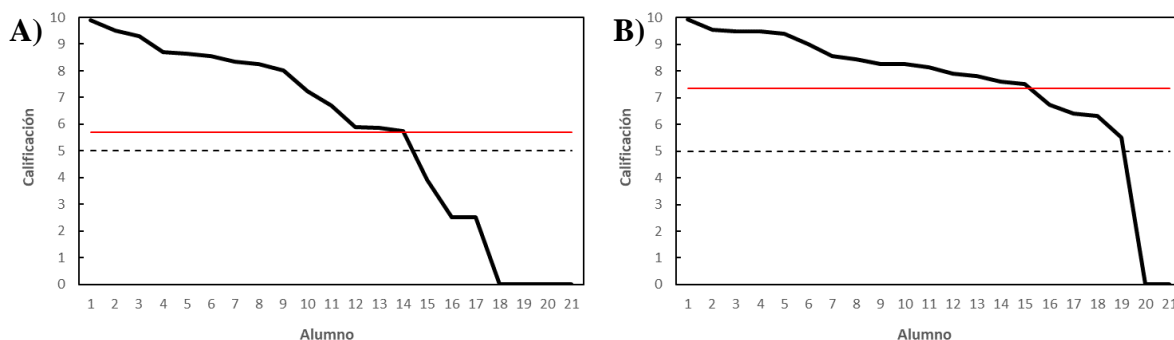
La calificación media obtenida por los alumnos en la prueba escrita fue de  $6.24 \pm 0.53$  puntos sobre 10 (Fig. 3A). Más del 70% de los alumnos obtuvieron una calificación de entre 5 y 9 puntos. Tan solo 4 alumnos (aprox. el 20%) obtuvieron una nota por debajo de 5. Además, cabe señalar que la nota de estos alumnos fue francamente baja debido a que dejaron el examen prácticamente en blanco. Por arriba destacó el examen de una alumna que obtuvo un 9.8. En general, los alumnos obtuvieron más de 0.5 puntos por pregunta (Fig. 3B). El único caso en que esto no ocurrió fue en la pregunta número 9, en la que obtuvieron 0.43 puntos de media. Sorprendentemente, se trataba de una de las pocas preguntas que requería un conocimiento memorístico. La dificultad de esta pregunta podría radicar en que fuera algo más concreta que el resto, o bien en que los criterios mínimos fijados para otorgarla como correcta fueran demasiado elevados. Esto podría explicar el bajo desempeño de los alumnos en esta pregunta. Por el contrario, las preguntas que en general estuvieron mejor resueltas fueron la segunda y la tercera (Fig. 3B) con más de 0.7 puntos de media en cada una. Se trataba de una pregunta tipo test, que además se había recalcado en clase, y una pregunta de ordenar las categorías taxonómicas de más general a más concreta (Anexo VI).



**Fig. 3.** (A) Puntuación total obtenida por los alumnos en el examen escrito (línea negra) y nota media del examen (línea roja) y (B) puntuación (media  $\pm$  error) obtenida por los alumnos en cada una de las preguntas del examen.

En cuanto al informe de la práctica de claves dicotómicas, la nota media obtenida por los alumnos fue de  $5.69 \pm 0.77$  puntos sobre 10 (Fig. 4A). Esta nota media tan baja se debió, fundamentalmente, a que hubo 7 alumnos que obtuvieron una nota inferior a 5 puntos, de los cuales cuatro de ellos obtuvieron un cero por no haber entregado el informe. Respecto al informe de la práctica de laboratorio, la nota media obtenida por los alumnos fue de  $7.35 \pm 0.59$  puntos sobre 10 (Fig. 4B). En este caso, sólo dos alumnos obtuvieron una nota inferior a 5, de nuevo por no haber entregado el informe.

Parece adecuado comentar en este punto dos aspectos generales que llamaron poderosamente la atención de los informes de prácticas que los alumnos entregaron para su evaluación. Por un lado, resultó bastante sorprendente observar que muchos de los informes no contenían todos los apartados especificados en el guion de prácticas. En concreto, fue el apartado de introducción el que más faltaba. No termino de encontrar una razón que explique este hecho más allá de, quizás, no haber insistido lo suficiente en este aspecto y haberlo repetido varias veces más durante el desarrollo de las actividades prácticas que constituyen la propuesta didáctica. Por otra parte, también resultó tremendamente sorprendente la enorme cantidad de faltas de ortografía presentes en estos informes. Este hecho resulta todavía más sorprendente, si cabe, teniendo en cuenta que los informes se elaboraron con procesadores de texto que incluyen un corrector. El origen de las faltas de ortografía podría ser muy variado. A menudo se comenta que puede estar originado por una falta de lectura o por el uso de métodos de escritura abreviados en las redes sociales o derivados (Sánchez & Peralta, 2014). En este caso, seguramente la enorme diversidad cultural de los alumnos (y que probablemente muchos de ellos no habrán nacido en España) podría estar contribuyendo a la gran cantidad de faltas de ortografía. En cualquier caso, esto evidencia la necesidad de que la competencia lingüística se trabaje transversalmente en todas las asignaturas, sean de la rama que sean.



**Fig. 4.** Calificación obtenida por los alumnos (línea negra) en los informes relativos a la práctica de claves dicotómicas (A) y la práctica de laboratorio (B). La línea roja indica la nota media de los informes de prácticas en cada caso.

Aunque en la bibliografía se pueden encontrar numerosos ejemplos de propuestas relacionadas con la elaboración y manejo de claves dicotómicas (Álvarez et al., 2017; Galetto et al., 2009; López Carrillo & de la Cruz Vicente, 2016; Mestres Izquierdo & Torres García, 2008; Prior Español & Mazas Gil, 2016; Vilches et al., 2012), no en todos los trabajos se analizan los resultados de su aplicación con un método de evaluación. En esta línea, la mayoría de los alumnos fue capaz de elaborar una clave dicotómica correcta, en el sentido de que esta clave era perfectamente funcional para identificar los distintos tipos de hojas proporcionados. No obstante, hubo un pequeño número de alumnos cuyas claves tenían algunos errores. Además, fue curioso comprobar que las claves de este pequeño grupo de alumnos compartían dichos errores. Este hecho podría ser explicado por dos motivos alternativos. Por un lado, cabría considerar que los errores compartidos de estos alumnos se deben a una mala explicación de la realización de la práctica y que, por lo tanto, ha podido degenerar en algún tipo de idea alternativa. Sin embargo, no parece muy probable puesto que la mayor parte de los alumnos ha sido capaz de elaborar su clave dicotómica de manera

satisfactoria. Por otro lado, cabría esperar que los errores compartidos por estos alumnos se deban a que han realizado el trabajo de manera conjunta, ya haya sido en clase o fuera del horario destinado a la realización de la actividad propuesta, y, por lo tanto, hayan acabado transfiriéndose los errores unos a otros. El principal error de estas claves radicaba en que no separaban las hojas en dos grupos decrecientes. En su lugar, construían un árbol de clasificación y la clave derivada indicando qué hojas cumplen cada criterio. Por lo tanto, no se llega a identificar un tipo de hoja inequívocamente. Otros errores observados en las claves elaboradas por los alumnos y recogidas en el informe de prácticas incluyen errores en la secuenciación de las claves dicotómicas, como saltos en la numeración. Otro error detectado, aunque puntualmente, ha sido la elaboración de árboles de clasificación y/o claves con más de dos criterios de clasificación para una característica determinada, con lo cual no se cumple la regla de la dicotomía. Por último, otro error detectado, en esta ocasión muy frecuente, ha sido que en los árboles de clasificación los alumnos no han incluido las características que permiten diferenciar los distintos tipos de hojas (p.ej. tipo de borde), sino que directamente han incluido los criterios de clasificación (p.ej. borde liso / borde rugoso). Dada la frecuencia de este error, es probable que su origen radique en que la explicación de la actividad no fue lo suficientemente clara. En general, los errores observados coinciden con los errores que han observado otros autores en la bibliografía (Álvarez et al., 2017).

En cuanto a los informes de la práctica de laboratorio, éstos estuvieron mucho mejor que los referentes a la práctica de claves dicotómicas, tal y como se puede apreciar en la Figura 4B. En general, los objetivos y la metodología fueron los apartados que mejor definidos estaban, reflejando una buena destreza procedimental por parte de los alumnos en estos aspectos. Tampoco es de extrañar, pues dicha información ya estaba recogida en cierta manera en el guion de prácticas. No obstante, hubo alumnos que elaboraron este apartado con sus propias palabras, poniendo de manifiesto mejores habilidades propias del saber hacer científico. Junto con la introducción, la discusión y valoración de resultados y la elaboración de las conclusiones fueron los apartados en los que más dificultades encontraron los alumnos para su correcta elaboración. Frecuentemente los alumnos no iban más allá de la valoración de si la práctica les había gustado o no, sin entrar a debatir si los resultados que encontraron eran los que esperaban, la importancia que tiene la práctica desde el punto de vista científico, etc. Este hallazgo coincide con los resultados que Ansón García y Bravo Torija (2017) encontraron tras aplicar una propuesta para desarrollar destrezas científicas en el aula de biología de 1º de Bachillerato. A modo de anécdota, llamó la atención que un par de alumnos indicaron como objetivo de la práctica observar microorganismos y/o bacterias en las muestras de moho, revelando algún tipo de confusión o concepción alternativa. Otro resultado curioso, pero bastante esperable y lógico, fue que los alumnos no incluyeron en los informes los resultados negativos. Es decir, información de aquellas muestras de agua o moho en las que no pudieron observar lo que se pretendía. También dejaron de explicar una posible respuesta en los casos en que así fue. En definitiva, todo esto apunta a que la indagación no resulta fácil para los alumnos, especialmente si no están acostumbrados a trabajar de esta manera en las clases de ciencias. En este sentido, sería necesario realizar más actividades basadas en el modelo didáctico de indagación dirigida a lo largo de todo un curso académico o etapa para conseguir los resultados buscados.

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

Con objeto de recabar información para la evaluación de la propuesta didáctica se utilizaron dos procedimientos principalmente. Por un lado, se elaboró una rúbrica orientada a la autoevaluación de las actividades incluidas en la propuesta didáctica (Anexo VIII). Dicha rúbrica tenía en cuenta criterios como la atención, la participación y el interés de los alumnos, su destreza y autonomía a la hora de trabajar o el ritmo de trabajo. Por otro lado, tras la realización de la prueba de examen escrita, se pidió a los alumnos que realizaran una valoración acerca de la propuesta didáctica llevada a cabo (Anexo IX). Para esta valoración, se optó por realizar a los alumnos una pregunta abierta, en lugar de confeccionar un cuestionario o encuesta. Con ello se pretendía que los alumnos fueran espontáneos a la hora de recalcar aquellos aspectos de la propuesta que les habían parecido mejores o peores. Además, para garantizar la sinceridad de los alumnos a la hora de responder se les indicó que las valoraciones debían de ser anónimas. Por otra parte, de cara a la evaluación de la propuesta didáctica, habría resultado muy interesante contar también con la valoración de la propia tutora de *practicum* del centro. Sin embargo, ésta rechazó realizar cualquier tipo de observación respecto a la actuación docente de sus tutorandos, más allá de un “ha estado bien”, ni si quiera cuando se le pidió expresamente que así lo hiciera. Como mucho, si en algún momento se le informó sobre cuáles serían las actividades planeadas para la propuesta docente, se limitó a dar algún consejo.

El resultado general de la implementación de la propuesta didáctica ha sido muy positivo. Se ha podido observar que el nivel de atención que mostraron los alumnos hacia las actividades de la propuesta ha sido, en general, bastante elevado. Incluso durante las sesiones de teoría. Como ya se ha comentado anteriormente, las únicas excepciones las constituían un par de alumnos que se sentaban al fondo de la clase. El grado de participación de los alumnos en las distintas actividades, así como su interés, ha sido también elevado. Esto fue especialmente evidente durante las actividades prácticas. En este sentido, los alumnos no mostraron reparo en plantear sus dudas en ningún momento, haciendo las sesiones mucho más dinámicas. Además, cabe señalar que estas dudas no eran triviales, sino que solían ser muy intencionadas y estaban perfectamente en la línea de la unidad didáctica.

En cuanto a los procedimientos de trabajo, cabe señalar que quizás fue durante la actividad práctica de claves dicotómicas, especialmente en la primera sesión dedicada a esta actividad en la que los alumnos debían elaborar su propia clave, cuando el ritmo de trabajo de algunos alumnos fue inferior al esperado. Como consecuencia hubo algunos alumnos que tuvieron que terminar la elaboración de su clave dicotómica, así como la posterior comprobación de la clave creada por algún compañero, en casa, fuera del horario dedicado a la realización de esta actividad. Otros, sin embargo, tuvieron tiempo de sobra durante las dos sesiones para obtener todos los resultados planteados. Esta diferencia pone de manifiesto que las destrezas que mostraron los alumnos difirieron bastante de un caso a otro. De hecho, la dificultad de esta actividad ha sido uno de los aspectos que los alumnos más criticaron en sus

evaluaciones. No obstante, aquellos alumnos con el interés suficiente como para preguntar sus dudas al respecto, incluso días después de haber realizado la práctica, acabaron consiguiendo elaborar su propia clave de forma correcta. Por el contrario, el ritmo de trabajo durante la práctica de observación de microorganismos fue mucho más fluido. Quizás simplemente fuera por el hecho de que estén más acostumbrados a trabajar en este ambiente. Por lo general, se pudo observar un alto nivel de autonomía en el trabajo de los alumnos, como resultado de la aplicación del modelo didáctico por indagación dirigida en las actividades de la propuesta didáctica. Y como era de esperar, el papel del profesor consistió, básicamente, en guiar los razonamientos y procedimientos de los alumnos a partir de sus preguntas. Por su parte, la sesión de repaso con el cuestionario tipo Kahoot también resultó ser de lo más dinámica y provechosa. Además, como se encontró otro cuestionario relacionado con la unidad didáctica en la plataforma, sirvió para comparar las semejanzas y diferencias con otra forma de ver y preguntar por los mismos contenidos de la unidad. En todo caso, el único contratiempo en relación con esta actividad fue que se realizó justo el último día de clase antes de las vacaciones de Semana Santa. Este día, de manera especial, el horario de clases era más reducido. Como consecuencia, hubo bastantes alumnos que no asistieron a clase este día, de modo que no todos participaron en la actividad.

Entre los aspectos negativos que los alumnos han señalado en su evaluación sobre la implementación de la propuesta didáctica cabría destacar que, en ocasiones, el volumen de voz empleado ha sido algo bajo, de manera que a veces era difícil entender claramente lo que se estaba diciendo. Además, varios alumnos señalaron que la actividad práctica de confección y manejo de claves dicotómicas entrañaba demasiada dificultad (como ya se ha comentado más arriba). Por último, también destacó que, en opinión de los alumnos, la cantidad de información impartida en las sesiones de teoría fue demasiada, sobre todo por la cantidad de nombres de grupos taxonómicos. Por su parte, entre los aspectos positivos que los alumnos señalaron en sus valoraciones respecto a la aplicación de la propuesta didáctica destacaron aquellos sobre la actitud del profesor. En concreto, los alumnos indicaron que el trato fue amable y cercano, y pusieron de manifiesto la disponibilidad para resolver las dudas. Además, otros aspectos positivos que los alumnos destacaron de la propuesta didáctica fue que el tema era muy interesante (pese a que también indicaron que era muy denso) y que las clases fueron muy dinámicas.

Pese a la consideración de que la implementación de la propuesta didáctica ha salido, en general, en la línea de lo esperado, también ha habido ciertas dificultades puntuales a la hora de desarrollarla. Por ejemplo, a lo largo del desarrollo de la propuesta didáctica los alumnos realizaron algunas preguntas que fueron difíciles de responder en el momento. Algunas de estas preguntas curiosas fueron que si los caracoles nacían ya con la concha o que cuánto tiempo tarda en formarse una perla. Esto sirvió para reflexionar sobre hasta qué punto un profesor debería saber todas estas cosas o con qué frecuencia sería recomendable contestar con un “no lo sé”. También surgieron algunas dificultades técnicas de temporalización y/o planificación. Así, en un inicio, la realización de la práctica de laboratorio de observación de agua estancada y moho de alimentos estaba prevista para ser realizada tras la sesión de teoría en la que se trataron las características y grupos del reino Protocistas y Hongos. Sin embargo,

esta práctica no pudo ser realizada hasta que todas las muestras estuvieron listas para ser observadas. Además, otro percance importante relacionado con esta práctica fue que una de las muestras con moho que tenía preparadas (rebanada de pan) desapareció. Es posible que el personal de limpieza se deshiciera de ella, ya que la muestra se dejó almacenada, de manera inadecuada, en otro sitio diferente al laboratorio de ciencias naturales del centro. Como había disponibles otras muestras con moho la actividad no se resintió demasiado. Por otra parte, los tiempos dedicados a las diferentes actividades de la práctica de confección y uso de claves dicotómicas también hubo que reajustarlos, ya que a muchos alumnos les costó realizarla más de lo esperado. Finalmente, se decidió reducir un poco el tiempo dedicado a identificar especies vegetales en el patio en favor de las otras actividades.

También aparecieron algunas dificultades o preocupaciones derivadas de la propia labor como docente y de su contexto. Por ejemplo, corregir los informes de prácticas y el examen escrito fue más difícil de lo esperado pese a contar con rúbricas y haber fijado los criterios mínimos con antelación. En concreto, existía una preocupación constante sobre si todas las producciones se estaban corrigiendo de la misma manera, o en cambio la manera de corregir cambió inconscientemente de las primeras producciones a las últimas. En este sentido, a la hora de evaluar las producciones quedaba claro cuáles estaban mejor que otras, pero surgió la duda razonable de hasta qué punto los instrumentos de evaluación eran capaces de recoger adecuadamente estas diferencias.

Tras la implementación y evaluación de la propuesta didáctica, parece claro que se podrían realizar cambios en algunos aspectos de la misma con objeto de mejorarla. Por ejemplo, en relación con la metodología empleada durante las sesiones de teoría, uno de los cambios que cabría incorporar sería la confección de unos apuntes de clase a partir de los contenidos de la presentación en PowerPoint y su entrega a los alumnos al comienzo de la unidad didáctica. Al disponer de los apuntes, los alumnos podrían realizar un mejor seguimiento de las explicaciones de la teoría. Además, los alumnos podrían trabajar con antelación los contenidos a tratar en cada una de las sesiones de teoría, lo que vendría a suponer una versión muy adaptada de clase invertida. Quizás, de esta manera, se podría reducir un poco la extensión de la presentación utilizada como base de las explicaciones, evitando la sensación de tema denso, pesado y áspero. Como alternativa a las sesiones de teoría, se llegó a plantear en la fase de diseño de la propuesta la realización de algún tipo de actividad que fomentase el trabajo cooperativo y/o el aprendizaje entre iguales. Por ejemplo, se pensó en realizar una actividad tipo grupos de expertos, en la que los alumnos por grupos debían trabajar las características de los principales grupos taxonómicos de cada uno de los cinco reinos de clasificación. Luego, tendrían que encargarse de exponer la información recopilada al resto de sus compañeros mediante una pequeña exposición oral o con posters. No obstante, la idea acabó descartándose en favor de las clases expositivas más o menos tradicionales de carácter magistrocéntrico por constituir un método más eficaz de transmisión de conocimientos (Morell, 2009). Esto fue así porque el tema era demasiado amplio y entrañaría una gran dificultad de síntesis para los alumnos. Además, para su realización habría sido necesario contar con algún tipo de dispositivo informático para que los alumnos trabajaran en clase y no siempre era fácil disponer de ellos. Por último, esta actividad habría



requerido más de cuatro sesiones, provocando que la inclusión del resto de actividades de la propuesta fuera imposible por cuestiones de tiempo, cuando en base a la evaluación inicial se observó que eran más idóneas.

En el caso de la actividad de confección y uso de claves dicotómicas, una de las principales mejoras que se podrían realizar sería ampliar el tiempo dedicado a la actividad para poder aprovecharla mejor. De hecho, sería recomendable disponer de una sesión adicional. Así, además de poder dedicarse más tiempo a explicar los fundamentos de las claves dicotómicas y que los alumnos tuvieran más tiempo en clase para hacer sus claves, podría incluirse, como parte de la actividad, la creación de un árbol de clasificación y una clave dicotómica por el conjunto de la clase, al final de la misma, a modo de resumen. Esto permitiría que los alumnos la comparasen con cómo ellos han construido su propia clave y podría generarse una reflexión grupal que hiciera el aprendizaje más significativo. Por otra parte, utilizar hojas reales, en lugar de dibujos, quizás hubiera resultado mucho más interesante. Sin embargo, este cambio era un tanto imposible dado que la época del año hacía difícil encontrar un amplio abanico de hojas en el suelo.

Una de las mejoras que se podrían incorporar a las actividades de la propuesta didáctica desde el punto de vista del modelo de indagación dirigida, especialmente para la práctica de laboratorio de observación de microorganismos en muestras de agua estancada y moho de los alimentos, sería haber realizado una indagación menos dirigida y más autónoma por parte de los alumnos (Fernández, 2013; pero ver Romero-Ariza, 2017). Así, se podría implicar a los alumnos desde el principio en el planteamiento del problema y el diseño de la práctica a realizar. Por ejemplo, podrían ser ellos mismos los que se encargaran de conseguir y preparar las muestras a observar. Si bien, dada la limitación de tiempo que supone el periodo de *practicum*, hacerlo de esta manera no hubiera sido realista. Además, visto que los alumnos no han terminado de realizar una valoración de los resultados y de la práctica del todo satisfactoria en el correspondiente apartado del informe de prácticas, puede que fuera buena idea dedicar unos minutos de clase a realizarla conjuntamente, de modo que los alumnos puedan intercambiar opiniones entre ellos sobre los resultados de su investigación autónoma. De hecho, para estructurar una actividad práctica por indagación se recomienda incluir una fase de diseño y planificación, una fase de realización, una fase de reflexión y una fase de elaboración de informe (Fernández, 2013). Por último, en relación a los informes de prácticas, una de las mejoras que cabría implantar, no sólo como parte de esta propuesta didáctica, sino de forma generalizada en todos los centros de enseñanza secundaria, sería implantar algún tipo de plataforma digital que facilitase un poco la organización de la entrega y recogida de los trabajos (*e.g.* Moodle). De esta forma se hubieran evitado algunos de los problemas logísticos que han surgido como, por ejemplo, no poner un nombre identificativo a los archivos adjuntados en los correos electrónicos o no incorporar un asunto o mensaje en dichos correos, haciendo difícil saber de dónde proceden y que se puedan extraviar fácilmente.

## VII. CONCLUSIONES

Después de haber estado todo el año cursando el máster de formación de profesorado de secundaria me ha quedado mucho más claro el porqué de su existencia. Y es que para ser un buen docente no sólo es necesario contar con una amplia formación académica en un área de conocimiento en concreto, sino que también es necesario contar con una amplia formación en lo referido a cómo enseñar esos conocimientos. Porque la profesión docente va más allá de la mera transmisión de conocimientos. En este sentido, creo que el máster ha cumplido con su cometido. Así, durante el primer cuatrimestre tuvimos la oportunidad de formarnos en todos aquellos aspectos de la profesión docente que exceden los conocimientos puramente académicos. Pudimos aprender cosas acerca de la psicología de los adolescentes y que, en muchos casos, nos explican por qué son como son. Esto nos ofreció herramientas para trabajar aspectos relacionados con su motivación, su interés, etc. Durante este primer cuatrimestre también tuvimos asignaturas más centradas en la legislación que regula sistema educativo, lo que nos permitió entenderlo desde dentro. No obstante, creo que se podría hacer un mayor esfuerzo para mejorar la formación en aquellas actividades requeridas por la legislación que son cotidianas de la vida del docente, como la elaboración de programaciones didácticas, y que además resultarían muy útiles en las primeras etapas de la carrera docente en secundaria. Además, también pudimos aprender cómo la educación no es un ente aislado, sino que existe una fuerte relación con otros componentes de la sociedad como las familias. Ya en el segundo cuatrimestre, los contenidos didácticos han estado más enfocados en el desarrollo de la actividad docente propia de cada asignatura. Así, por ejemplo, hemos podido adquirir numerosos recursos para el desarrollo de actividades que pueden ser fácilmente adaptadas a cualquier curso de la educación secundaria. Además, estas actividades se han mostrado haciendo uso de diferentes metodologías innovadoras dirigidas a mejorar el aprendizaje de los alumnos.

Sin embargo, contar únicamente con los contenidos a nivel teórico no es suficiente. También es necesaria la experiencia, más que nada para darse cuenta de si realmente te interesa la docencia en esta etapa o no. En este sentido, supongo que no seré el único alumno del máster que piense que las prácticas son la parte más interesante del mismo, ya que lo que se puede llegar a aprender en ellas difícilmente se puede enseñar en el aula como parte de una asignatura. De hecho, tras haber pasado por los diferentes periodos de *practicum*, me queda la inquietud de si no sería posible mejorar, de alguna manera, la integración de las prácticas en el máster de profesorado.

En mi caso, la intervención docente asociada al desarrollo del *practicum* II y III ha servido, más allá de para experimentar en carne propia en qué consiste la docencia en un instituto de educación secundaria, para entender qué supone e implica realmente la labor de un docente. En este sentido, uno de los aspectos que más rápidamente me llamó la atención ha sido que los estigmas que normalmente se asocian a la labor del cuerpo docente como, por ejemplo, que viven bien, que tienen tres meses de vacaciones al año, que no trabajan mucho, etc. no se corresponden con la realidad (o no siempre). Ahora soy muy consciente de que hay mucho más trabajo que hacer además de dar clase durante 50 minutos. No me podía imaginar que preparar una clase iba a requerir tanto tiempo, sobre todo si se quiere hacer bien. No se

trata de escoger la presentación de turno y exponer los contenidos, sino que detrás de las actividades diseñadas como parte de una propuesta docente tiene que haber unos objetivos claros y un por qué se hacen las cosas como se hacen. Y pensar esto requiere tiempo. Ahora podría, incluso, llegar a entender por qué hay docentes que deciden ceñirse a un libro de texto. Además, a esto hay que sumar que también hay que dedicar bastante tiempo a las labores de corrección, ya sean exámenes, informes de prácticas, etc. multiplicado por los distintos grupos a los que se imparte docencia. Me voy con la impresión, además, de que la carga de trabajo se sucede en forma de picos a lo largo del curso escolar, es decir, que se alternan épocas de un trabajo asfixiante y épocas más relajadas. Por otro lado, durante las prácticas, me ha dado la sensación de que la formación en un tema tiene que ser continua y estar completamente actualizada. Aunque no se note, los tiempos van cambiando. Me he dado cuenta de que “controlar” de un tema implica también poder dar respuesta a la mayoría de las preguntas que te puedan hacer los alumnos, y algunas de ellas son bastante sorprendentes. También, he aprendido que otra de las patas fundamentales de la labor diaria de un docente es la relación con los alumnos. Y es que, a pesar de que el instituto donde he realizado los *practicum* tiene cierta fama de ser una plaza difícil, he de recalcar que ésta ha sido completamente natural, y no he tenido ningún problema de trato con ellos. Cabe señalar que esto también ha sido posible gracias a que el grupo era bastante bueno en general. Como experiencia personal en este aspecto me llevo que un alumno que en la presentación me dijo que no le gustaba la asignatura de biología y geología, me dijera en su evaluación que lo había hecho de tal manera que el tema le había parecido interesante.

En definitiva, considero que la experiencia ha sido completamente satisfactoria. Como ya he comentado anteriormente, hace tiempo que me picó el gusanillo de la enseñanza y la realización del máster me ha servido para darme cuenta de que la docencia me gusta y podría dedicarme a esta profesión en un futuro.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. A., Oliveros, C., & 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. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 16(2), 362-384.
- Ansón García, J. A., & Bravo Torija, B. (2017). Resultados e implicaciones de una propuesta para promover el desarrollo de las destrezas científicas en un aula de Biología de bachillerato. *REEC, Rev. electrón. enseñ. cienc.*, 16, 132-151. Recuperado de <https://zaguan.unizar.es/record/61552>
- Bastida de la Calle, M. F., Ramos Fernandez, F., & Soto López, J. (1990). Prácticas de laboratorio: ¿una inversión poco rentable? *Investigación en la Escuela*, 11, 77-91.
- Camacho, H., Casilla, D., & Finol de Franco, M. (2008). La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación. *Laurus*, 14(26), 284-306.

- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 179-192.
- Cano, E. (2015). Las rúbricas como instrumento de evaluación de competencias en educación superior: ¿uso o abuso? *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado*, 19(2), 265-280.
- de Pro, A. J. (2011). El prácticum en el aula de ciencias: Orientaciones para el diseño, experimentación y evaluación de actividades. En P. Cañal de León (Ed.), *Biología y geología: investigación, innovación y buenas prácticas* (pp. 145-168). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3659355>
- de Soto García, I. S. (2018). Herramientas de gamificación para el aprendizaje de ciencias de la tierra. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 65, 29-39.
- Duque Rodríguez de Arellano, L., Jiménez Plaza, S., & Cuerva Moreno, J. (1996). Análisis de las prácticas de laboratorio realizadas en Institutos de Enseñanza Secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 10, 99-112.
- Fernández, N. E. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. *Revista de Educación en Biología*, 16(2), 15-30.
- Fernández Tilve, M. D., & Malvar Méndez, M. L. (2007). La evaluación inicial en los centros de secundaria: ¿cómo abordarla? *Revista Galego-Portuguesa de psicología e educación*, 14(1), 1138-1663.
- Fernández-Marchesi, N. E. (2018). Las actividades de laboratorio por indagación presentes en los libros de texto. *Revista de Educación en Biología*, 21(1), 19-33.
- Ferrés Gurt, C., Marbà Tallada, A., & Sanmartí Puig, N. (2015). Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 22-37.
- Furió Más, C., Solbes Matarredona, J., & Carrascosa Alis, J. (2004). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación: resultados y perspectivas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 48, 64-78.
- Galán Martín, P., & 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.
- Galetto, L., Urcelay, C., Torres, C., Nattero, J., Romanutti, A., Scrivanti, R., & Antón, A. (2009). Enseñanza de la diversidad vegetal en la universidad: una propuesta didáctica innovadora. *Revista de Educación En Biología*, 12(1), (pp. 12-20)-20).
- Garriz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación química*, 21(2), 106-110.
- Giné, N., & Parcerisa, A. (2007). *Evaluación en la educación secundaria. Elementos para la reflexión y recursos para la práctica*. España: Graó.

- López Carrillo, M. D., & de la Cruz Vicente, O. (2016). Colecciones y claves dicotómicas: clasificar e identificar elementos naturales desde niños. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (84), 55-60.
- López Rúa, A. M., & Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- Martín Caraballo, A. M., Herranz Peinado, P., & Segovia González, M. M. (2017). Gamificación en la educación, una aplicación práctica con la plataforma Kahoot. XXV Jornadas ASEPUMA - XIII Encuentro Internacional. *Anales de ASEPUMA*, 25.
- Mestres Izquierdo, Á., & Torres García, M. (2008). *Algunas pautas para la elaboración de claves dicotómicas y árboles de clasificación*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/232659386/Algunas-pautas-para-la-elaboracion-de-claves-dicotomicas-y-arboles-de-clasificacion-Mestres-Torres-pdf>
- Mingo-López, D. V., & Vidal-Meliá, L. (2019). Actividades Kahoot! en el aula y satisfacción del alumnado. *3CTIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 8(1), 96-115.
- Morell, T. (2009). *¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias?* Alcoy, Alicante: Marfil. Universidad de Alicante.
- Oliva, J. M. (2011). Dificultades para la implicación del profesorado de Educación Secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (I): el problema de la inmersión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 41-53.
- Polo Martínez, I., & Puertas Bescós, G. (2017). Guía para la elaboración de una programación didáctica en las etapas de educación primaria y secundaria. *Avances en Supervisión Educativa*, 27.
- Prior Español, A., & Mazas Gil, B. (2016). Aprendiendo las características de los animales invertebrados con claves dicotómicas. *Aula de innovación educativa*, (255), 42-47.
- Reyes-Cárdenas, F., & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23(4), 415-421. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30129-5](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30129-5)
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299.
- Sánchez, E. M. S., & Peralta, P. M.-S. (2014). Igual de burro se es cuando se es un «vurro»: O cómo las redes sociales ayudan a ganar amigos a pesar de las faltas de ortografía y las incongruencias del lenguaje. *Aularia: Revista Digital de Comunicación*, 3(1), 105-108.
- Sanmartí, N., Burgoa, B., & Nuño, T. (2011). ¿Por qué el alumnado tiene dificultad para utilizar sus conocimientos científicos escolares en situaciones cotidianas? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (67), 62-69.

- Sanmartí, N., & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16.  
<https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Séré, M.-G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 357-368-368.
- Torres-Toukoumidis, Á., Ramírez-Montoya, M. S., & Romero-Rodríguez, L. M. (2018). Valoración y evaluación de los Aprendizajes Basados en Juegos (GBL) en contextos e-learning. *EKS*, 19(4), 109-128.
- Vilches, A. M., Legarralde, T. I., & Berasain, G. (2012). Elaboración y uso de claves dicotómicas en las clases de biología. *Actas. La Plata: UNLP*. Presentado en III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 26, 27 y 28 de septiembre de 2012, La Plata, Argentina. Recuperado de [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.3723/ev.3723.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3723/ev.3723.pdf)

## IX. ANEXOS

### IX.A Anexo I: Prueba de evaluación inicial

[https://drive.google.com/file/d/1ywK4fM\\_bpldoy3T6-GeSDZZQX4N8BmGO/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1ywK4fM_bpldoy3T6-GeSDZZQX4N8BmGO/view?usp=sharing)

### IX.B Anexo II: Presentación “La clasificación de los seres vivos”

<https://drive.google.com/file/d/1sUoJ-c4-mEXKrztASrVaKIv1tVQ2iDB6/view?usp=sharing>

### IX.C Anexo III: Guion de la actividad práctica “Confección y uso de claves dicotómicas”

<https://drive.google.com/file/d/1IqAFz4MFFvF-RU2Y5yj0Hx3sGD6fSIOK/view?usp=sharing>

### IX.D Anexo IV: Guion de la actividad práctica “Observación de agua encharcada y moho”

<https://drive.google.com/file/d/1a6hKs9vWoqWF4xREqlz9mJn6bqIqd7AC/view?usp=sharing>

**IX.E Anexo V: Cuestionario Kahoot**

<https://create.kahoot.it/share/la-clasificacion-de-los-seres-vivos/c4a0f93b-d30a-4326-85e4-69b2fe81f3f5>

**IX.F Anexo VI: Examen escrito**

<https://drive.google.com/file/d/1jFE-Wa9qRbY2U0iO7adZHKqOQ7SYgUVm/view?usp=sharing>

**IX.G Anexo VII: Rúbrica para la evaluación y calificación de los informes de prácticas**

[https://drive.google.com/file/d/16szKzRNWRnAB6Y9V-3qJxbGEtfY877\\_S/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/16szKzRNWRnAB6Y9V-3qJxbGEtfY877_S/view?usp=sharing)

**IX.H Anexo VIII: Rúbrica para la autoevaluación de la propuesta didáctica**

<https://drive.google.com/file/d/18xMIis3Rho2TwqrhyFD46QIAHqRpXoNJ/view?usp=sharing>

g

**IX.I Anexo IX: Valoración de la propuesta didáctica por los alumnos**

[https://drive.google.com/file/d/1mk1IEKWCpgTiXMKhBqw4\\_e-pkLHY6HgE/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1mk1IEKWCpgTiXMKhBqw4_e-pkLHY6HgE/view?usp=sharing)