

## Trabajo Fin de Máster

Secuencia didáctica sobre las adaptaciones de las plantas al medio terrestre.

Didactic sequence regarding plant adaptations to live in terrestrial environment

Autor/es

M<sup>a</sup> Jesús Herreros Ibáñez.

Director/es

Francisco Luis Alda Bueno

FACULTAD DE EDUCACIÓN  
Año 2018

## Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....   | 1  |
| 1.1. Presentación personal y currículum académico. ....                              | 1  |
| 1.2. Contexto del centro donde se han realizado los <i>Practicum</i> I, II, III..... | 1  |
| 1.3. Presentación del trabajo.....   | 2  |
| 2. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER.....     | 3  |
| 3. PROPUESTA DIDÁCTICA. ....   | 5  |
| 3.1. Evaluación inicial .....  | 5  |
| 3.2. ¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente? .....                                 | 6  |
| 3.3. Objetivos. ....   | 10 |
| 3.4. Justificación.....  | 11 |
| 3.5. Actividades.....  | 14 |
| 3.5.1. Contexto y participantes.....   | 14 |
| 3.5.2. Objetivos. ....   | 14 |
| 3.5.3. Contenidos: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes.....            | 14 |
| 3.5.4. Secuencia de actividades .....  | 16 |
| 3.5.5. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave. .... | 20 |
| 3.5.6. Metodología utilizada.....  | 21 |
| 3.6. Evaluación final.....   | 28 |
| 3.7. Criterios de calificación.....  | 32 |
| 3.8. Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora .....                | 32 |
| 4. CONCLUSIONES DEL MÁSTER.....  | 36 |
| 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....  | 37 |
| 6. ANEXOS.....   | 40 |

## **1. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1. Presentación personal y currículum académico.**

Mi nombre es M<sup>a</sup> Jesús Herreros y soy Ingeniera Agrónoma y de Montes, titulada por la Universidad Politécnica de Valencia. A lo largo de mi carrera profesional he trabajado en temas relacionados con la gestión y conservación del medio natural. En los últimos años me he dedicado a lo que siempre he sentido que era mi vocación, los Incendios Forestales (IF). En 2015 estaba estudiando un máster interuniversitario de Incendios Forestales, al mismo tiempo que trabaja en campaña como técnico de brigada helitransportada de incendios y me formaba en Estados Unidos para trabajar en Quemas Prescritas; pero todo se vio interrumpido en diciembre del 2015 por un diagnóstico de cáncer en estado avanzado.

Durante estos más de dos años de parón obligado he ido tomando conciencia de que no iba a poder volver a trabajar en extinción, ni a seguir con la formación del máster de IF, ni volver a Estados Unidos. Pero me considero que soy una persona con gran capacidad de resiliencia, y decidí buscar nuevos caminos profesionales a seguir. Siempre me ha gustado la educación, y estoy acostumbrada a trabajar con personas, a formar parte de equipos y dirigir equipos. Así que decidí optar por probar la docencia. Este año ha sido intenso; poder combinar las clases y los trabajos con los tratamientos no ha resultado fácil, pero no ha supuesto un esfuerzo para mí, supongo que porque desde el principio del máster, mi interés por la profesión ha ido en aumento.

Quizás no sea profesora de vocación, pero sí me siento motivada a serlo. Creo que no es una profesión fácil, pero para mí es una profesión que permite tener la oportunidad de aprender enseñando, de mejorar cada día profesional y personalmente y de poder cambiar las cosas poco a poco.

### **1.2. Contexto del centro donde se han realizado los *Practicum I, II, III***

El IES Parque Goya se crea en el año 2009 en la calle Eugenio Lucas s/n, en el Barrio Parque Goya (fase II del barrio). Está situado al norte de Zaragoza, nació en el año 2000 y concentra viviendas de protección oficial promovidas por el Gobierno de Aragón.

En total el colegio tiene 736 alumnos y se cuenta con seis grupos de 1º de E.S.O, seis de 2º de E.S.O, cuatro de 3º de E.S.O. y cuatro de 4º de E.S.O. y dos grupos de 1º Bachillerato uno de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales y otro de la modalidad Ciencias y dos grupos de 2º Bachillerato uno de la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales y otro de la modalidad de Ciencias y tecnología. El centro cuenta con 70 profesores, de los cuales 34 tienen destino definitivo en el centro, además de la orientadora del centro, una trabajadora social y el profesor de P.T.

Los alumnos de primero de E.S.O. proceden en su mayoría de los CEIP del barrio, el “Parque Goya”, el “Agustina de Aragón”, el “Catalina de Aragón” y del colegio de San Juan de Mozarrifar que también se encuentra adscrito al centro. El IES y los CEIP Agustina de Aragón y Catalina de Aragón están adscritos al programa de bilingüismo *British Council*.

La diversidad de alumnos encontrados se debe principalmente a los distintos contextos socioeconómicos de los entornos de procedencia; por ejemplo, podemos encontrar desde zonas de vivienda residencial media alta, hasta viviendas sociales, pasando por toda la gama intermedia. Por otro lado, en el presente curso hay treinta y cinco alumnos ACNEAES (alumnos con necesidad específica de apoyo educativo) de los cuales once son ACNEES (alumnos con necesidades educativas especiales). El número de alumnos con diferentes nacionalidades, no es muy elevado.

### **1.3. Presentación del trabajo.**

En el presente trabajo de Fin de Máster se aborda el diseño de una unidad Didáctica para la enseñanza del Bloque V del 1º curso de Bachillerato de la asignatura de Biología y Geología, marcado en el currículo de Educación Secundaria Obligatoria de Aragón establecido en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo (BOA 2 de junio). Los contenidos que se trabajan en este bloque son los relacionados con Las plantas: sus funciones y adaptaciones al medio.

La unidad didáctica propuesta se ha diseñado en torno a los contenidos relacionados con las funciones de reproducción sexual de los vegetales, y las adaptaciones de los vegetales al medio. El título de la unidad “*Adaptaciones de las plantas al medio terrestre*”; se debe a que se ha querido enfocar las explicaciones desde un punto de vista evolutivo; el desarrollo de las semillas y el polen permitió a las plantas reproducirse en la tierra sin la necesidad de contar con humedad.

A partir de los objetivos generales de curso y las competencias clave se han planteado una serie de objetivos didácticos, y unos contenidos a tratar (conceptuales, procedimentales y actitudinales). Para valorar su desarrollo se han seleccionado una serie de instrumentos a través de los cuales podemos evaluar los aprendizajes de los estudiantes. En coherencia a lo anterior, se han diseñado distintas actividades mediante las cuales el estudiante aprenderá los contenidos y alcanzará los objetivos propuestos. Las distintas actividades se organizan a lo largo de varias sesiones en un orden coherente y con sentido.

Como actividad de innovación se propone la realización de un proyecto de *podcasting* en equipos sobre los distintos mecanismos de adaptación de las plantas de los principales ecosistemas de Aragón para sobrevivir en ese medio. La principal innovación es la incorporación de entrevistas a profesionales expertos en el tema, en las cuales los alumnos han podido resolver sus dudas, satisfacer sus curiosidades, y conocer los distintos trabajos que se están llevando a cabo en el campo de la Botánica. El trabajo se titula: *¿Por qué no habré elegido ser planta?*.

A lo largo de los siguientes apartados hablaremos de todos estos aspectos. La memoria se complementa con una serie de anexos, donde se pueden consultar: las fichas con información detallada sobre cada una de las actividades realizadas, los distintos protocolos proporcionados a los alumnos, las herramientas de evaluación y calificación utilizadas, los resultados de los alumnos del proyecto de podcasting y los resultados de la evaluación de la propuesta.

## 2. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER.

Voy a proceder a analizar dos actividades de dos asignaturas cursadas. La primera asignatura se trata de Diseño curricular de Física y Química y Biología y Geología, del primer cuatrimestre, y la segunda asignatura es Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología, del segundo cuatrimestre.

He escogido estas dos actividades porque he aprendido mucho con ellas, ya sea por sus contenidos, estructura o desarrollo. Aunque como luego comento, ha habido otras asignaturas que también me han resultado de gran utilidad.

Asignatura: “Diseño Curricular de Física, Química, Biología y Geología”. Actividad: “Programación didáctica de la asignatura de biología y geología”

Esta asignatura se imparte en el primer cuatrimestre y tiene como principal objetivo la presentación a los estudiantes del Currículo Oficial de Biología y Geología, y de la estructura funcional de los centros. Me parece muy acertado situarla en este cuatrimestre sobre todo teniendo en cuenta que muchos de los que entramos en el Máster desconocemos cómo funciona el Sistema Educativo. El curso se inicia estudiando las bases del funcionamiento de todo el Sistema Educativo español actual; se analizan las etapas educativas y todos los posibles itinerarios que pueden seguir los alumnos y, paulatinamente, van apareciendo nuevos conceptos como “transposición didáctica”, “competencias clave” o “criterios” y “estándares de aprendizaje”. La coherencia de la secuenciación empleada me permitió seguir con facilidad la asignatura a pesar de que la mayoría de los contenidos eran desconocidos para mí. Otro aspecto a destacar, es que se aprenden muchos aspectos prácticos de la vida del profesor, pues la docente continuamente nos ejemplificaba con situaciones reales ocurridas a lo largo de su trayectoria profesional.

La actividad que he seleccionado ha sido la Programación didáctica anual, que aunque muy demandante para el poco tiempo que disponíamos, me parece necesaria de cara a las oposiciones y muy útil para la función docente en sí. Hacer una programación didáctica obliga a leer con detenimiento la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa o LOMCE, así como todos los Reales Decretos y Ordenanzas estatales y autonómicas, por lo que acabas familiarizándote con conceptos nuevos como las competencias claves, criterios de calificación, estándares de aprendizaje evaluables, etc. Para mí, la fase más complicada fue la de diseñar la temporalización de las unidades didácticas; poder cuadrar las actividades dentro del calendario escolar teniendo en cuenta los posibles imprevistos y cumplir con el temario del currículum. Finalmente, el haber tenido que enfrentarme a este trabajo de forma autónoma ha propiciado un aprendizaje significativo sobre el tema, que he podido aplicar a la hora de diseñar mi secuencia didáctica del *practicum*.

Asignatura: “Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología”. Actividad: Taller de modelización con Roser Nebot.

Esta asignatura, ha sido de las que más he disfrutado, tanto poniéndome en el rol de futuro docente, como estando en el rol de alumno de Biología y Geología. Me ha resultado muy constructivo el haber

realizado las actividades propuestas como alumno y haber reflexionado sobre su potencial didáctico como profesor.

Es una asignatura muy práctica en la que se nos ha proporcionado muchos recursos didácticos, de fácil incorporación en las aulas debido a su sencillez y coste asequible: claves dicotómicas, disecciones, salidas de campo, uso de sistemas de información geográficos, etc. Además destacar la capacidad de los docentes de la asignatura de despertar nuestro interés y por lo tanto de motivarnos a que nos atrevamos a aplicar estas actividades en las aulas.

En este sentido, agradezco que nos trajesen a Roser Nebot a darnos un taller sobre “Prácticas científicas: prácticas de laboratorio, modelización y explicaciones científicas”. Es una persona con una larga trayectoria en investigación de Didáctica de las Ciencias que ha combinado con docencia en un instituto, además de ser una persona con gran capacidad de transmitir su pasión y eso repercute en el interés de los que la escuchamos. El concepto de modelización que nos trajo me resultó muy interesante; el profesorado no tiene acceso a los modelos mentales del alumnado si estos se mantienen en privado, por lo tanto, lo que propone es que se desarrollen estrategias para que los modelos mentales del alumnado pasen a ser expresados, para que de esta forma, se pueda negociar su significado con el alumno y pasen a ser modelos de consenso.

Hicimos varias prácticas muy sencillas pero de gran utilidad para entender modelos científicos difíciles de explicar teóricamente: investigamos la relación entre temperatura y densidad del agua y su influencia en la formación de corrientes marinas, mediante la simulación de termoclinas y termohalinas, y tuvimos que resolver la pregunta sobre qué pasa cuando el hielo de los mares se funde, simulando qué ocurriría si se funde un iceberg o una branquias. Y todo esto con poco material; sólo se necesitaba agua a distintas temperaturas, cubito de hielo, sal y tinta. Lo más importante para mí es que me confronté con mis conocimientos previos y por lo tanto aprendí de forma significativa. Sin duda unos recursos que emplearé en mis clases cuando sea profesora.

Me he centrado únicamente en estas dos actividades por exigencias del guión, pero ha habido otras asignaturas cursadas en el máster que han sido de gran provecho. Por ejemplo, la asignatura de “Evaluación e Innovación Docente e Investigación Educativa en Biología y Geología” me ha permitido conocer y probar distintos instrumentos y herramientas de evaluación. He intentado utilizar de la mejor forma posible lo aprendido en la asignatura para diseñar el procedimiento de evaluación de la propuesta que aquí presento, procurando una coherencia con la metodología propuesta para de esta forma, lograr los objetivos buscados. También agradezco las sesiones “del aula al máster”, donde profesores de instituto han compartido con nosotros interesantísimos proyectos de innovación llevados a cabo en sus centros.

También ha sido muy útil la asignatura de “Habilidades comunicativas para profesores” para la preparación y posterior impartición de las clases teóricas del *practicum*. Durante las clases del primer cuatrimestre sobre todo, se ha hecho mucho hincapié en la necesidad de involucrar activamente al alumnado en las clases expositivas. Por ello, me ha resultado muy práctico de esta asignatura las pautas que nos dieron para estructurar las clases expositivas y hacerlas más participativas. Durante las sesiones analizamos las interacciones verbales del profesor-alumno, los distintos tipos de preguntas que puede hacer el profesor y analizamos la macroestructura y superestructura de distintos ejemplos de clases. Además, el tener que grabar y analizar una clase de las impartidas durante el

*practicum* pude ser consciente de cuáles han sido mis puntos más fuertes y cuáles los más débiles a la hora de dirigirme a los alumnos y es algo que tendré muy en cuenta para el futuro.

### **3. PROPUESTA DIDÁCTICA.**

El título de la propuesta es “*Adaptaciones de las plantas al medio terrestre*”, y va dirigido al curso de 1º de Bachillerato.

#### **3.1. Evaluación inicial**

Las plantas forman parte de todos los ecosistemas terrestres y dependemos de ellas para conseguir alimentos e innumerables usos como medicamentos, madera, jardinería, etc. Sin embargo, su biología es desconocida para la sociedad en general, y además existen abundantes ideas imprecisas acerca de cómo las plantas crecen y funcionan. Como resultado, cuando los niños intentan entender el mundo de las plantas, suelen hacerlo desde la comparación con nuestros patrones de hábitos de vida y crecimiento como “animales”, por lo que a menudo generan ideas muy inexactas acerca de la estructura y función de las plantas (Richard y Siegles, 1986 citado en Wynn, Pan, Rueschhoff, Herman y Archer, 2017). Muchas de estas ideas erróneas persisten hasta la edad adulta y se observa en estudiantes universitarios, incluso en futuros docentes de Ciencias en formación (Brown y Schwart, 2009 y Yuruk, et al., 2011 citados en Wynn et al., 2017).

Se han publicado numerosos artículos que documentan las ideas alternativas de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración, pero en cambio, se ha investigado menos en otros temas como la estructura de la célula vegetal y el crecimiento; genética de plantas, evolución y clasificación; fisiología, reproducción vegetal y ecología de plantas. Así se refleja en un reciente artículo publicado por Wynn et al., (2017), en el que se ha hecho una recopilación de los principales conceptos erróneos publicados sobre las plantas. Éstos se presentan recogidos por temas y agrupados en una tabla, donde además se señalan los grupos de edad de los que fueron recabados, las citas de los documentos originales y cada entrada se asigna a la base de datos creada por la ASPB-BSA (*American Society of Plant Biologists and the Botanical Society of America*) sobre Core Concepts and Learning Objectives in Plant Biology for Undergraduates. En el ANEXO 1 se puede consultar una selección de aquellas ideas relacionadas con el contenido de esta unidad didáctica.

Este trabajo es un recurso muy útil para los docentes como fundamento a la hora de diseñar la propuesta de intervención en el aula que favorezca el desarrollo y comprensión de los diferentes conceptos sobre las plantas. En mi caso ha sido un punto de partida para diseñar la evaluación diagnóstica inicial. Los aspectos que hay que diagnosticar en una evaluación inicial pueden ser muy variados y conforman lo que Halwachs (1975) (citado por Sanmartí, 2007) llamó estructuras de acogida. Esta expresión hace referencia al conjunto de actitudes, conductas, representaciones y maneras espontáneas de razonar propias de cada alumno en cada momento de su desarrollo, que conforman la estructura en la que se inserta y organiza el nuevo conocimiento que va adquiriendo. En este sentido, Tirado, Santos y Tejero, (2013) enfatizan la importancia de detectar las opiniones, intereses y actitudes de los alumnos hacia el aprendizaje de la asignatura, siendo particularmente importante al inicio del curso, para que de esta forma el docente pueda elaborar una estrategia que promueva la motivación del alumnado.

Por lo tanto, en base a los trabajos de Wynn et al., (2017) y Tirado et al., ( 2013) se elaboraron un total de 15 preguntas (ANEXO 1) orientadas a:

- Obtener indicaciones sobre las relaciones que tienen los alumnos con el medio natural.
- Explorar razones e intereses por lo que estudian biología.
- Explorar conocimientos generales relacionados con la cultura con énfasis en aspectos de la botánica.
- Explorar los conocimientos especializados sobre la reproducción sexual de las plantas que tienen los estudiantes al iniciar la unidad didáctica.
- Explorar los conocimientos generales sobre el mundo profesional relacionados con los recursos naturales con énfasis en la botánica.

Para ello se realizó un cuestionario interactivo con la herramienta TIC Kahoot. Se trata de una herramienta de gamificación gratuita que permite diseñar una serie de preguntas de respuesta múltiple. Estas preguntas se proyectan en el aula y los alumnos pueden responder en tiempo real desde su propio móvil. Al mismo tiempo el profesor puede ver los resultados obtenidos por sus estudiantes. Esta herramienta crea un ambiente divertido y atractivo para los estudiantes que favorece el aprendizaje mediante la involucración de los alumnos (Martín, Herranz y Segovia, 2017). Al hilo de las cuestiones planteadas se fueron intercalando otras preguntas con el fin de obtener información más abierta, y además se fueron haciendo aclaraciones que luego se reforzarían en las sesiones de la unidad.

La evaluación inicial se pudo realizar antes de empezar a impartir la unidad didáctica, con tiempo suficiente para que los resultados sirviesen para adaptar la programación de la propuesta a los resultados observados.

Por último me gustaría destacar la utilidad que tuvo el artículo de Wynn et al., (2017) para analizar mis concepciones alternativas sobre los temas que iba a impartir. Considero de gran necesidad que los profesores, antes de identificar las concepciones alternativas de sus estudiantes, indaguen primero sobre las suyas propias. Los profesores contribuyen a reforzar o a cambiar las concepciones alternativas que poseen los alumnos, pero si estas concepciones están presentes en los propios profesores va a dificultar que identifiquen la de sus alumnos y por lo tanto, que incorporen en sus explicaciones elementos para su transformación (Calixto y García, 2011).

### **3.2. ¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?**

A continuación se exponen las principales ideas alternativas comunes de la clase, surgidas tras el cuestionario realizado con Kahoot y el diálogo con los alumnos (nº de alumnos=22).

- Sólo un 30 % de los alumnos afirmaron que las plantas no tienen reproducción sexual. La mayoría de los alumnos enunciaron correctamente que las plantas tienen reproducción sexual y asexual, y relacionaron las plantas con flor con la reproducción sexual. Además consideran acertadamente que las plantas tienen órganos sexuales y los relacionan con las flores.

- Todos los estudiantes señalan correctamente que los musgos y los helechos no tienen semilla, y la mayoría señala que se reproducen por esporas, sin embargo, cuando se les pregunta qué tipo de reproducción tienen afirman un 80 % señala que asexual.

-Todos los alumnos señalaron que las plantas con semilla se dividen en angiospermas y gimnospermas, pero presentaban ideas contradictorias sobre la principal diferencia entre estos grupos de plantas:

- El 90 % afirmó que la principal característica de separación de estos dos grupos era la presencia de flores.
- El 90 % señaló que las gimnospermas (pusimos como ejemplo pinos y abetos) tienen reproducción asexual.
- Un 20% de los alumnos afirmaron que la piña de un pino es una flor; un 70 % aproximadamente dijeron que era un fruto, y sólo 2 alumnos afirmaron que era un conjunto de flores. También hubo disparidad de opiniones acerca de si el piñón era una semilla o un fruto.

Sólo los pocos alumnos que identificaron la reproducción sexual con las gimnospermas señalaban que la diferencia entre gimnospermas y angiospermas radicaba en el hecho de que los óvulos y semillas se formen en cavidades cerradas. La confusión venía de que la mayoría afirmaba que gimnospermas y angiospermas se diferencian por la presencia o ausencia de flores y esto les llevaba a razonamientos contradictorios: “¿Si las gimnospermas no tienen flores, entonces, de dónde salen las semillas?”.

Este es uno de los conceptos, bajo mi parecer, más confuso de explicar. No es erróneo decir que las gimnospermas son plantas sin flor si consideramos la definición de flor que se da para las angiospermas “órgano especializado en la reproducción, y en la que se pueden reconocer cuatro verticilos: cáliz, corola, androceo y gineceo uno o varios de los verticilos pueden estar ausentes.” (Canals, Peralta y Zubiri, 2009). Pero si seguimos la denominación de Pio Font Quer (1953) en su Diccionario de Botánica, consideramos que una "flor" es toda rama de crecimiento limitado que posee hojas relacionadas con la reproducción, como las hojas fértiles, por lo que todas las espermatofitas (tanto angiospermas como gimnospermas) tienen flores.

Se presentó esta controversia a los alumnos ya que en la literatura botánica se pueden encontrar las dos explicaciones, y se hizo hincapié en que la principal diferencia entre estos dos grupos era que las angiospermas tienen las semillas encerradas y protegidas por la pared del ovario (carpelos) que, posteriormente, se convierte en fruto.

- Cuando se sugirió una explicación sobre el orden correcto del proceso de reproducción sexual de las plantas, solo uno de 22 alumnos dio una respuesta satisfactoria. Desconocían el proceso por medio del cual se genera una semilla: algunos afirmaron que las semillas sólo se forman después de que se ha conformado el fruto y otros confundían la polinización con la dispersión de las semillas.

- En general, relacionaban los frutos y las semillas como resultado sólo de la reproducción sexual. Todas las plantas dan frutos a través de la polinización y la fecundación y la formación de la semilla. Para confrontar esta idea se les puso el ejemplo del plátano y no sabían por qué el plátano comestible no tenía semillas y cómo tenía lugar su reproducción.

- Los alumnos presentaron dudas acerca de si las semillas “estaban vivas”. Se preguntaban por qué se podían almacenar las semillas y por cuánto tiempo. También les despertó interés saber por qué bajo unas mismas condiciones, unas semillas pueden germinar y otras no.

- Un poco más de la mitad de la clase respondió que la margarita es una única flor. En general se compartía la idea de que todas las flores tienen las mismas partes, las cuales sólo varían en tamaño y forma. Las flores tienen que ser coloreadas, por lo que los cereales como el trigo no tienen flores al igual que los pinos.

- Los alumnos en general no conocían las partes del fruto y tipos de frutos, y no conocían el proceso de formación de los frutos. La afirmación más generalizada fue que el fruto provenía de la maduración de la flor, sin identificar qué partes de la flor intervenían en el proceso, y algunos afirmaron que el fruto era la semilla madura. Además presentaban ideas erróneas acerca de los frutos y semillas que consumían. Por ejemplo la parte de la nuez que es comestible es el fruto, o la fresa es el fruto y las “pepitas” negras son las semillas

- Sobre el sexo de las flores, hubo diversidad de opiniones. Algunos afirmaron que las flores sólo tenían un sexo, y que por lo tanto, una misma planta tenía flores de los dos sexos; aunque algunos reconocieron que podía haber plantas con flores de un solo sexo, indicaron que en cualquier caso se necesitaban dos individuos diferentes. Otros defendieron que las flores tenían que tener el órgano reproductor femenino y masculino y que por lo tanto no requerían de otra planta para reproducirse, pero algunos de ellos asociaban esta idea con la reproducción asexual. En general contemplaban una opción u otra, y cuando se les informó de la variedad de plantas que había atendiendo al sexo, y las distintas posibilidades de polinización generó una reacción sorpresiva. Se les llamó la atención resaltando la “promiscuidad” de las plantas.

-No identificaban en qué parte de los órganos reproductores femeninos y masculinos se producen los gametos. Predominaba la idea de que el polen es el gameto masculino, el equivalente a los espermatozoides de los humanos.

- No conocían el proceso de formación de la semilla y lo confundían con algunos aspectos de la formación del fruto. Algunos alumnos afirmaron que la envoltura “dura” de la semilla son los pétalos endurecidos.

En cuanto a los aspectos actitudinales investigados, destacar que la mayoría de los alumnos mostraban una actitud desfavorable hacia el aprendizaje de la Botánica; no se mostraban motivados hacia la parte de la asignatura correspondiente al estudio de las plantas. Todos los alumnos consideraban que las clases de Botánica eran muy teóricas y difíciles de entender y no apreciaban que tuviesen ninguna utilidad práctica. No consideraban que la Botánica en Aragón fuese una disciplina importante, de hecho, ningún alumno tenía interés por estudiar alguna carrera relacionada con el medio natural. Tampoco conocían qué tipos de trabajos puede hacer un botánico, un geólogo o un ingeniero de montes o agrónomo.

En cuanto a las relaciones de los estudiantes con el medio natural, muy pocos alumnos reconocieron ir a la naturaleza de excursión y los que lo hacían, como mucho unas 5 veces al año. Muy pocos tenían contacto con la agricultura, a pesar de que aproximadamente una cuarta parte de los alumnos afirmaron tener algún familiar agricultor. No conocían símbolos relacionados con la cultura del territorio como por ejemplo la edelweiss o el zapatito de la dama. No sabían ningún uso de alguna planta silvestre y cuando se les preguntó por especies en peligro de extinción, sólo conocían animales y ninguna planta, y la mayoría de los animales eran de fuera del territorio aragonés

Este primer diagnóstico inicial mostró posturas frente al tema que evidenciaban un desconocimiento general sobre qué es la reproducción sexual en plantas y sus características. A pesar de tener aparentemente claros algunos conceptos importantes, luego mostraron ideas contradictorias que lo que dejaron ver es que había habido un aprendizaje memorístico de algunos temas sin llegar a comprender lo que habían aprendido. Muchas de estas ideas erróneas coinciden con las detectadas por otros autores y recogidas en el trabajo de Wynn et al., (2017). En el ANEXO 1 aparecen remarcadas.

El hecho de tener una visión antropocéntrica de la reproducción sexual puede ser una de las causas que inducen a tener algunas de las ideas erróneas encontradas, como por ejemplo que siempre son necesarios dos individuos. Sesli y Kara, (2012) comentan que los alumnos sólo consideran la reproducción sexual como la interacción entre dos individuos separados y con capacidad de desplazamiento y no entre células.

Otra de las posibles causas tiene que ver con el hecho de que la mayoría de los libros o recursos escolares no explican las excepciones a las situaciones más comunes (Hersey 1994, 1995, 2004, 2005 citado por Wynn et al., 2017). Por ejemplo, en los libros sólo se representa la típica flor con los cuatro verticilos presentes perfectamente diferenciados, por lo que a los alumnos les cuesta reconocer otras morfologías florales como la de las flores compuestas o las gramíneas. Otro ejemplo observado por Harsey, (2004) y que coincide con nuestras observaciones, es que los alumnos sólo relacionan la formación de los frutos con la fecundación, ya que en los libros no se habla de otros mecanismos como la partenocarpia en el plátano o la piña.

La incidencia del ambiente cultural tiene también un peso importante sobre las concepciones alternativas de los alumnos (Pozo y Gómez Crespo, 1998 citado en Pozo y Gómez Crespo, 2010 ). Una alumna afirmaba que en su pueblo le habían dicho que una piña de pino cuando estaba cerrada era masculina y cuando estaba abierta era femenina. La procedencia de las concepciones de origen cultural es justamente el entorno social y cultural del alumno, de cuyas ideas se impregna. Por lo tanto, se ha de tener en cuenta que el estudiante llega a las aulas con una serie de creencias compartidas por el grupo social al que pertenece, que le han sido socialmente inducidas sobre numerosos hechos y fenómenos y que le han servido para poder interpretar los fenómenos del día cotidiano.

Otra posible causa de las ideas alternativas de los alumnos puede derivarse del hecho de que las salidas de campo en educación secundaria y sobre todo en bachillerato, sean escasas (Morcillo, Rodrigo, Centeno y Compiani, 1998), no permite un contacto directo y una observación de los organismos en estudio, limitando este conocimiento sólo a la información teórica suministrada por los docentes y personas del común que, en muchos casos, pueden ser limitadas e incluso erróneas.

En conclusión, esta primera sesión fue muy constructiva para mi proceso de aprendizaje como profesora, ya que me ayudó a diseñar una propuesta didáctica orientada a las necesidades que detecté y los intereses de los alumnos. Quizás no fueron tan importante los resultados del kahoot, como la información que fui extrayendo del diálogo con los alumnos. Por ejemplo, este día surgieron una serie de preguntas por los alumnos, que apuntamos en un documento y que me sirvieron para guiar y diseñar las clases de teoría y de prácticas con el objetivo y compromiso de intentar contestarlas a lo largo de la unidad. Estas preguntas fueron:

- *¿Por qué los piñones son tan caros?, ¿son comestibles todos los piñones?*

- *¿Por qué se tiene alergia al polen de las gramíneas?*
- *¿Qué estoy arrancando de las margaritas cuando juego al “me quiere no me quiere”?*
- *¿Por qué los plátanos no tienen semillas?*
- *¿Por qué podemos almacenar las semillas?, ¿todas las semillas aguantan el mismo tiempo almacenadas?*
- *¿Qué me estoy comiendo, el fruto o la semilla?*

### 3.3. Objetivos.

Partimos de la premisa que si se logra que un estudiante comprenda (significado) y aprecie (significación) la importancia de las plantas desde el inicio de un curso de botánica, su percepción y motivación intrínseca serán mayores, cambiarán sus actitudes y consecuentemente su aprovechamiento mejorará (Tirado et al., 2013). Por tanto, el propósito de esta intervención didáctica es despertar o enriquecer en estudiantes de 1º de Bachillerato su interés (motivación intrínseca) por el estudio de la Botánica, con el fin de favorecer el aprendizaje significativo de los contenidos planteados y por tanto el logro escolar, mediante el desarrollo de metodologías activas.

Los objetivos educativos se dividen a su vez en diferentes niveles de concreción: objetivos de etapa, de curso y didácticos. Destacar la interrelación y correspondencia entre los niveles de concreción expuestos, pues, la finalidad de los objetivos didácticos que planteo en mi unidad didáctica deben estar en coherencia con los objetivos de curso y, por tanto, los objetivos de etapa recogidos en la Orden ECD/494/2016. A la hora de elaborar los objetivos didácticos he tenido en cuenta que el alumno adquiera unas determinadas capacidades y adquiera unos determinados conocimientos, centrándome tanto en el proceso como en los resultados finales.

De entre los objetivos generales de curso, los siguientes son los más directamente relacionados con la propuesta:

- Obj.BG.1. Conocer los conceptos, teorías y modelos más importantes y generales de la Biología y la Geología, de forma que permita tener una visión global del campo de conocimiento que abordan y una posible explicación de los fenómenos naturales, aplicando estos conocimientos a situaciones reales y cotidianas.
- 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.7. Integrar la dimensión social y tecnológica de la Biología y la Geología, comprendiendo las ventajas y problemas que su desarrollo plantea al medio natural, al ser humano y a la sociedad, para contribuir a la conservación y protección del patrimonio natural.
- 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.

Los objetivos didácticos planteados en relación a los anteriores son los siguientes:

1. Reconocer el significado de la reproducción sexual de las plantas en la adaptación al medio terrestre.
2. Diferenciar los ciclos biológicos de briofitas, pteridofitas y espermatofitas y sus fases e identificar la alternancia de generaciones entre el gametofito y esporofito.
3. Distinguir las principales estructuras implicadas en la reproducción sexual de briofitas, pteridofitas y espermatofitas, a partir de material vegetal natural.
4. Entender el proceso de polinización, reconocer los distintos tipos de polinización, distintos mecanismos de transporte de polen y las diferentes estrategias de las plantas para ser polinizadas.
5. Conocer el proceso de fecundación de las espermatofitas, entender el proceso de formación de la semilla y del fruto y diferenciar el origen de las partes de la semilla y del fruto relacionándolas con la función que realiza cada una.
6. Deducir el tipo de propagación del fruto y diseminación de las semillas y frutos, a partir de sus características morfológicas.
7. Conocer las condiciones necesarias para la germinación de la semilla y las etapas en que se produce.
8. Reconocer y saber explicar las distintas adaptaciones morfológicas, fisiológicas y conductuales de las plantas de los principales ecosistemas de Aragón al medio en el que habitan y relacionarlas con los factores abióticos y bióticos de ese ecosistema.
9. Conocer, valorar y respetar la diversidad vegetal como recurso natural y paisajístico del territorio aragonés.
10. Apreciar la aplicabilidad de la botánica a través de conocer el trabajo profesional de los botánicos.
11. Utilizar las TIC para diversas tareas: búsqueda de información con contenido científico, elaboración del podcast, cuestionarios en clase, apoyo en las prácticas, etc.
12. Desarrollar actitudes y habilidades para el trabajo en equipo.
13. Desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad de exponer las conclusiones y expresar opiniones personales de forma coherente y justificada.

Los objetivos específicos de cada actividad se concretan para cada actividad en el ANEXO 1.

### **3.4. Justificación.**

Uno de los supuestos educativos más importantes para favorecer el aprendizaje de la ciencia, es que los alumnos estén interesados y motivados por aprender lo que quieren saber, repercutiendo de esta forma en que desarrollen actitudes favorables para el aprendizaje (Arandia, Zuza y Guisasola, 2016; Tirado et al., 2013).

La motivación puede verse influenciada por las opiniones personales; los juicios que forman las personas sobre algo o alguien en base a las ideas que se tienen, lo que se sabe, se intuye o cree. Esto desarrolla actitudes, que son sentimientos, relativamente estables, que ocasionan reacciones valorativas, favorables o desfavorables acerca de una persona, objeto o problema y que se van a manifestar con acciones de aprecio o desprecio, y muestras de disposición para hacer o dejar de hacer algo (Morales 2009, citado en Tirado et al., 2013).

Es por ello, que varios estudios afirman que los cambios en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de la ciencia están fuertemente influenciados por los cambios en la imagen, valor e intereses que se tiene hacia ella (Arandia, et al. 2016 y Tirado et al., 2013) evidenciando la relación entre la motivación y la actitud. En este sentido, los alumnos valoran lo que aprenden cuando comprenden su significado y perciben su significación cuando aprecian su pertinencia y relevancia, así como la utilidad que tiene para la sociedad y su vida profesional (Tirado et al., 2013) . Por tanto, la motivación lograda y el aumento de sentimientos favorables hacia la ciencia impulsarán el aprendizaje del alumnado, que también influenciará su comportamiento, que en último lugar, ayudará a mejorar los resultados que vayan a obtener (Ausubel, Novak y Hanesian ,1986; Koballa y Glynn, 2007, citado en Tirado et al., 2013).

Dentro de las ciencias biológicas, el interés por las plantas está en los últimos puestos de la lista (Prokop, Prokop y Tunnicliffe, 2007). En general, la inclinación de los estudiantes por la biología está relacionada, sobre todo, con el conocimiento de la vida animal y el funcionamiento del cuerpo humano. Esta falta de interés se está observando en un descenso en la matriculación en los últimos años de los grados de ciencias (un 6 % matriculado en ciencias frente a un 20% de matriculados en ciencias de la salud) y en especial los relacionados con el medio natural, tal y como se desprende de los datos publicados por el Ministerio de Educación y Formación Profesional para el curso 2017-2018 (SIU, 2016-2017).

Esta perspectiva coloca el estudio de los vegetales y su diversidad en una posición difícil frente al alumnado actual, que considera su estudio un ejercicio básicamente memorístico (Mejías, Muñoz, De las Heras, 2012). No es fácil aprender las morfologías de los diferentes grupos taxonómicos, en tanto éstas son complejas y diversas, además los procesos fisiológicos son muy variados y específicos para cada grupo, y por ello son difíciles de comprender, por lo que estos hechos demandan un esfuerzo que puede resultar poco atractivo para el estudiante promedio (Marbach-Ad, 2004). A veces, el aprendizaje de la ciencia, y en concreto de la botánica, debe cumplir estas condiciones de memorización para que esos procesos de comprensión actúen eficazmente. Otras veces son las tareas mediante las cuales se enseña y, sobre todo, se evalúa la ciencia y los estilos de aprendizaje que, en parte como consecuencia de lo anterior, adopta el alumnado ante el conocimiento científico (Pozo y Crespo, 2010).

Por estas razones, la investigación educativa debe interesarse por encontrar procedimientos que permitan despertar entre los alumnos el aprecio e interés por el conocimiento de las asignaturas que aprenden. La motivación no es innata y hay que enseñarla, y para eso los docentes tienen que hacer esfuerzos para que los alumnos cambien la imagen que tienen de la botánica (Tirado et al., 2013). Y esta va a ser la base de mi propuesta didáctica; que los estudiantes comprendan y aprecien la relevancia que tienen las plantas, para que así se desarrollen actitudes favorables que faciliten su aprendizaje.

Para ello, la metodología de mi unidad se apoyan en una serie de principios educativos asociados a una concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza (Tünnermann, 2011, p. 26, basándose en las posturas de Díaz-Barriga y Hernández, 2002) de entre los que destaco los siguientes:

- *El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales e implica un proceso de reorganización interna de esquemas.*

- *El punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos y experiencias previos que tiene el aprendiz, por lo que el aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber.*
- *El aprendizaje tiene un importante componente afectivo, por lo que juegan un papel crucial, principalmente los siguientes factores: el autoconocimiento, el establecimiento de motivos y metas personales y la disposición por aprender.*
- *El aprendizaje requiere contextualización: los aprendices deben trabajar con tareas auténticas y significativas culturalmente, y necesitan aprender a resolver problemas con sentido.*
- *El aprendizaje se facilita con apoyos que conduzcan a la construcción de puentes cognitivos entre lo nuevo y lo familiar, y con materiales de aprendizaje potencialmente significativo*
- *El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto, es social y cooperativo.*

En este sentido, se puede ver claramente la relación con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1973, 1976, 2002) (citado en Moreira, 1997) y que básicamente consiste en el proceso por el cual se relaciona la nueva información adquirida, de forma no arbitraria y sustantiva, con las ideas previas del sujeto. Esto se diferencia del aprendizaje repetitivo o memorístico, en el cual no se considera la necesidad de establecer esta relación y, por consiguiente, no se consigue la “significatividad” en el aprendizaje.

Para lograr estos fines, se integran diversos métodos siguiendo los principios de la complementariedad metodológica que implica seleccionar la perspectiva y el método didáctico más adecuado a la capacidad del docente y a la situación de aprendizaje de los estudiantes a fin de lograr una clase óptima y la mayor motivación y satisfacción de los alumnos (Medina, Snedeker, Trueswell, Gleitman, 2011). Entre los métodos didácticos básicos, que pueden ser aplicados linealmente o de forma combinada, destacan entre otros, los expositivos, aquéllos que se basan en la demostración práctica, los que basan su metodología en la construcción del aprendizaje y la práctica por parte del alumnado y aquellos basados en el trabajo individual y en equipo (Medina et al., 2011).

Los métodos utilizados en esta intervención didáctica han sido variados y adaptados a las características de la clase. Durante el *practicum* pude observar cuál era la dinámica del grupo e identificar sus necesidades específicas. Era un grupo muy activo, participativo y curioso que expresaban su opinión con facilidad. Demandaban continuamente la contextualización de los contenidos y su relación con la vida cotidiana. Por ello, se diseñaron clases expositivas participativas, con muchos ejemplos y con apoyo de distintos recursos, como medios audiovisuales, herramientas TIC, etc.

Intercaladas con las clases expositivo dialogales se han realizado varios trabajos prácticos. La apatía que presentan los alumnos con respecto al aprendizaje de la botánica, puede ser consecuencia de la escisión entre la teoría y la práctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje, enfocados en muchas ocasiones, como ya se ha comentado, en la transmisión de conocimientos que resultan poco útiles o significativos para los estudiantes, lo que ocasiona una separación entre el carácter experimental de la ciencia, aspecto fundamental para despertar el interés, y la motivación de los estudiantes (Rocard, et al., 2007).

Por último, se han implementado además, técnicas de aprendizaje activo como la realización de un proyecto en equipo, la realización de mapas conceptuales, la investigación de laboratorio, lecturas

compartidas, etc, enmarcadas dentro de un planteamiento didáctico que alterna el aprendizaje autónomo y colaborativo y fomenta además habilidades para descubrir y resolver problemas, la responsabilidad, la cooperación, la discusión y toma de decisiones; con lo que se pretende contribuir a eliminar y remediar las ideas previas erróneas presentes hoy en día en el alumnado (Medina et al., 2011).

### **3.5. Actividades.**

#### **3.5.1.Contexto y participantes.**

El grupo clase, estaba formado por 25 alumnos, de los cuales 15 eran chicas y 9 chicos. Ninguno de ellos tenían necesidades específicas de apoyo educativo, y sólo una alumna estaba repitiendo. De los 25 alumnos, uno nunca venía a clase por problemas personales y 3 tenían prácticamente decidido que iban a dejar el bachillerato por la opción de estudiar un ciclo formativo. Según me informó la profesora, que era la tutora de este curso, el contexto socioeconómico de las familias era bastante homogéneo, aunque había algunos alumnos con problemas familiares y que les repercutía en el rendimiento escolar. Sólo había dos alumnos con nacionalidad extranjera, aunque no presentaba ningún problema de adaptación. El clima del aula era muy amable y no tuve ningún problema con el grupo. Su comportamiento era muy bueno por norma general, aunque muy habladores, siempre atendiendo y expresando sus dudas, y con un alto nivel de asistencia. Era un grupo maduro, activo y participativo del que destacaría sobre todo su curiosidad.

#### **3.5.2.Objetivos.**

Los objetivos específicos para cada actividad, relacionados con los objetivos didácticos, se concretan en el ANEXO 2.

#### **3.5.3.Contenidos: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes.**

Los contenidos didácticos propuestos responden a los contenidos generales establecidos en el currículo para el bloque V: Las plantas: sus funciones y adaptaciones al medio, recogidos en la Orden ECD/494/3026 de 26 de mayo (BOA de 2 de junio), y son los siguientes:

- Tipos de reproducción.
- Los ciclos biológicos más característicos de las plantas.
- La semilla y el fruto.
- Las adaptaciones de los vegetales al medio.
- Aplicaciones y experiencias prácticas.

El estudio de los ecosistemas aragoneses también incide en el desarrollo parcial del bloque IV : La biodiversidad, en lo que se refiere a:

- La conservación de la biodiversidad
- El factor antrópico en la conservación de la biodiversidad

Los contenidos didácticos se presentan agrupados en conceptuales (saber teórico / conocimientos), procedimentales (saber práctico y metodológico/ habilidades y destrezas) y conductuales (saber social/ actitud).

#### Contenidos conceptuales (conocimientos).

1. Origen y evolución de las plantas terrestres en relación con la reproducción sexual de las plantas. Mecanismos generales de la reproducción sexual de las plantas. Ciclo diplohaplonte.
2. Características y fases de los ciclos biológicos de briofitas, pteridofitas y espermatofitas.
3. La polinización: tipos de polinización según la fuente del polen y según el mecanismo de transporte del polen. Ejemplos de coevolución de plantas y polinizadores.
4. La fecundación de las espermatofitas: proceso de formación de la semilla, y origen y función de las partes de la semilla.
5. Proceso de formación del fruto, y origen y función de las partes del fruto.
6. La germinación: etapas de la germinación y condiciones necesarias para la germinación de la semilla. Funciones de la latencia y la dormición en la supervivencia de la planta.
7. Adaptaciones morfológicas, fisiológicas y conductuales de las plantas de los principales ecosistemas de Aragón al medio en el que habitan, en relación con los factores abióticos y bióticos de ese ecosistema.

#### Contenidos procedimentales (habilidades y destrezas).

8. Observación y reconocimiento de las diferentes estructuras implicadas en la reproducción sexual de briofitas, pteridofitas y espermatofitas a partir de material vegetal natural.
9. Identificación de una planta utilizando distintas herramientas: clave dicotómica y aplicación para el móvil Pl@ntNet.
10. Observación y clasificación de diferentes tipos de frutos comestibles.
11. Deducción el tipo de propagación del fruto y diseminación de las semillas, a partir de la observación de sus características morfológicas.
12. Representación esquemática de los principales conocimientos sobre la reproducción sexual de las plantas, la polinización y la fecundación, ordenando y jerarquizando las ideas y estableciendo relaciones entre ellas, mediante la elaboración de mapas conceptuales.
13. Diseño, planificación y ejecución de un proyecto realizado en trabajo cooperativo.
14. Explicación de las adaptaciones de las plantas de los principales ecosistemas de Aragón al medio en el que habitan, relacionándolas con los factores abióticos y biótico de ese ecosistema.
15. Aprendizaje del uso del programa de edición Audacity para la elaboración de un podcast.
16. Búsqueda, selección, lectura, análisis y organización de información con contenido científico.
17. Manejo de las TIC para diversas tareas: búsqueda de información con contenido científico, elaboración del podcast, cuestionarios en clase, apoyo en las prácticas, etc.
17. Utilización de herramientas de autoevaluación y evaluación entre iguales.

#### Contenidos actitudinales (actitudes).

18. Toma de conciencia de la actitud propia hacia el aprendizaje de la Botánica.
19. Toma de conciencia de la importancia de las plantas en las necesidades del ser humano (nutrición, medicina, economía).

20. Valoración de la importancia de los briófitos como bioindicadores de diversos tipos de contaminación y cambios ambientales.
21. Valoración de la influencia de los polinizadores en el sustento de la biodiversidad y los recursos del ser humano.
22. Sensibilización sobre la necesidad de conservar la diversidad vegetal como recurso natural y paisajístico del territorio aragonés.
23. Aprecio e interés sobre el trabajo profesional de los botánicos.
24. Responsabilidad en la utilización del material del laboratorio, manteniéndolo limpio y en buenas condiciones.
25. Responsabilidad y coherencia en la propia evaluación y en la evaluación del resto de compañeros.
26. Desarrollo del pensamiento crítico y capacidad de exponer las conclusiones y expresar opiniones personales de forma coherente y justificada.

### 3.5.4. Secuencia de actividades

Las actividades se han agrupado por bloques en función de la temática de los contenidos a trabajar. De esta forma se han establecido 7 bloques.

- I. Diagnóstico inicial.
- II. Introducción a la reproducción sexual
- III. Las primeras plantas terrestres: briófitas y pteridofitas.
- IV. Plantas espermatofitas: las plantas vasculares con semilla.
- V. Polinización, fecundación y germinación de la semilla.
- VI. Adaptación de las plantas en el medio en el que viven.
- VII. *Feedback* sobre la evaluación y evaluación de la secuencia didáctica.

La intervención didáctica se ha distribuido a lo largo de 14 sesiones: una para la evaluación inicial, dos en el aula para explicar y evaluar el proyecto de innovación de podcasting, diez para la reproducción sexual de las plantas, y una sesión para hacer un feedback. En la Tabla 1 se puede consultar la secuencia didáctica elaborada. En ésta se especifica dentro de cada bloque temático las actividades realizadas, el número de la sesión en la que se realizó y la duración de cada una de ellas; los objetivos perseguidos, los contenidos trabajados y la técnica metodológica empleada.

El proyecto de podcasting se presentó a los alumnos en una sesión de clase; a partir de aquí, los alumnos tuvieron que trabajar de forma más autónoma y fuera del horario escolar. Se fijaron entregas parciales con el objetivo de guiar el proceso de aprendizaje y facilitar un *feedback* continuo. La secuencia de estas entregas, así como una explicación detallada del trabajo llevado a cabo, se puede consultar en el apartado correspondiente 3.5.6 Metodología utilizada, subapartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

A la hora de planificar las actividades, se han previsto que sean de distintos tipos para cubrir las necesidades del proceso de aprendizaje (De la Herrán, 2008), y son:

- De introducción y/o motivación para suscitar el interés y la participación del alumnado en el aprendizaje.

- De diagnóstico inicial (detección de ideas y conocimientos previos), para adecuar el desarrollo de la unidad a la situación de partida del alumnado.
- De adquisición de nuevos aprendizajes, a partir de contrastes y establecimiento de relaciones entre las ideas nuevas y las previas de los alumnos.
- De aplicación de conocimientos a diferentes contextos y situaciones.
- De síntesis, para relacionar entre sí los contenidos y facilitar una visión de conjunto.
- De ampliación de autonomía, que ayuda en la adquisición de destrezas relacionadas con el aprender a aprender o aprender significativo
- De evaluación, para conocer al inicio, durante y al final del desarrollo de la unidad didáctica, la situación en la que se encuentra cada alumno respecto a su proceso de aprendizaje, y ajustar la enseñanza a las necesidades detectadas.

Para más información de las actividades se puede consultar el ANEXO 2 donde se aporta una ficha por cada actividad, donde además de la información aportada en la Tabla 1 se detalla la fecha en la que se realizó durante el *practicum*; los criterios de evaluación, el desarrollo de la actividad y los recursos utilizados.

| Nº de Sesión | ACTIVIDAD.  | Objetivos | Contenidos  | Técnica Metodológica          | Duración |
|--------------|---|-----------|-------------|-------------------------------|----------|
|              | I. DIAGNÓSTICO INICIAL.   |           |             |                               |          |
| 1            | 1. ¿Qué actitud tengo hacia el aprendizaje de la botánica?  | 10,13     | 18,22,26    | Actividad expositivo dialogal | 20´      |
| 1            | 2. Detección de ideas previas   |           |             | KAHOOT                        | 25´      |
|              | II. INTRODUCCIÓN A LA REPRODUCCIÓN SEXUAL.  |           |             |                               |          |
| 3            | 3. ¿Cómo han colonizado las plantas el medio terrestre?   | 1         | 1           | Actividad expositivo dialogal | 10´      |
|              | III. LAS PRIMERAS PLANTAS TERRESTRES: BRIÓFITAS Y PTERIDOFITAS.   |           |             |                               |          |
| 3            | 4. Las briófitas (musgos) y su ciclo de vida.   | 2         | 2           | Actividad expositivo dialogal | 20´      |
| 3            | 5. Los musgos como bioindicadores de la contaminación y cambios ambientales.                                | 10,13     | 12,19,20,26 | Actividad expositivo dialogal | 15´      |
| 4            | 6. Las pteridofitas (helechos) y su ciclo de vida.  | 2         | 2           | Actividad expositivo dialogal | 40´      |
| 4            | 7. “Nos vamos de excursión”: Espelunciecha, el jardín oculto de los helechos.                               | 9         | 22          | Actividad expositivo dialogal | 5´       |
| 5            | 8. Observación de musgos y helechos en el laboratorio.  | 3         | 2,8,24      | Trabajo práctico              | 50´      |
|              | IV. PLANTAS ESPERMATOFITAS: LAS PLANTAS VASCULARES CON SEMILLA.   |           |             |                               |          |
| 6            | 9. Introducción a las plantas vasculares con semilla.   | 2,4       | 1,2         | Actividad expositivo dialogal | 15´      |
| 6            | 10. Las gimnospermas (coníferas) y su ciclo de vida:  | 2         | 2           | Actividad expositivo dialogal | 10´      |
| 6            | 11. “Nos vamos de excursión”: Fósil viviente: <i>Ginko Biloba</i> por los parques de Zaragoza.              | 9         | 22          | Actividad expositivo dialogal | 5´       |
| 6            | 12. Observación de las flores y semillas de distintos tipos de gimnospermas: Ciprés, Sabina, Enebro y Pino. | 3         | 2,8         | Trabajo práctico              | 15´      |
| 6, 7         | 13. ¿Por qué los Piñones son tan caros?   | 2,3,13    | 2,19,26     | Actividad expositivo dialogal | 5´-15´   |
| 7            | 14. “Nos vamos de excursión”: Las flores de alta montaña.   | 9         | 22          | Actividad expositivo dialogal | 5´       |

| Nº de Sesión | ACTIVIDAD.   | Objetivos    | Contenidos    | Técnica Metodológica          | Duración |
|--------------|--|--------------|---------------|-------------------------------|----------|
| 7            | 15. Las angiospermas y su ciclo de vida:   | 2            | 2             | Actividad expositivo dialogal | 30´      |
| 8            | 16. Observación en laboratorio de la morfología floral e identificación de plantas.  | 3,11         | 2,8,9,17,24   | Trabajo práctico              | 50´      |
|              | V. POLINIZACIÓN, FECUNDACIÓN Y GERMINACIÓN DE LA SEMILLA.  |              |               |                               |          |
| 9            | 17. Polinización   | 4            | 3             | Actividad expositivo dialogal | 20´      |
| 9            | 18 “Nos vamos de excursión”: Zapatito de la Dama, Sallent de Gallego.  | 9            | 22            | Actividad expositivo dialogal | 5´       |
| 9            | 19. El declive de los polinizadores.   | 4,9,12,13    | 16,21,22,26   | Lectura compartida            | 25´      |
| 10           | 20. Fecundación en angiospermas.   | 5,10         | 4,5,19        | Actividad expositivo dialogal | 25´      |
| 10           | 21. Mapas conceptuales : reproducción sexual de las espermatofitas (Polinización y Formación de la semilla y el fruto, como tarea para casa) | 2,3,4,5      | 2,3,4,5,12    | Mapa conceptual               | 20´      |
| 11           | 22. ¿Fruto o semilla?. Observación y clasificación de frutos y semillas comestibles.   | 5,6,10,11,12 | 5,10,11,19,24 | Trabajo práctico              | 50´      |
| 12           | 23. Germinación  | 7            | 6             | Actividad expositivo dialogal | 50´      |
| 12           | 24. Los bancos de germoplasma.   | 7,10,13      | 6,19,22,26    | Actividad expositivo dialogal | 25´      |
|              | VI. ADAPTACIÓN DE LAS PLANTAS AL MEDIO EN EL QUE VIVEN.  |              |               |                               |          |
| 2            | 25 ¿Por qué no habré elegido ser planta? Presentación del proyecto de podcasting.  | 8,10         | 7,22          | Actividad expositivo dialogal | 50´      |
| 13           | 26. Emisión de los podcast en clase y evaluación intergrupala.   | 8,9,10,12    | 7,17,22,23,25 | Proyecto cooperativo          | 50´      |
| 14           | VII. <i>FEEDBACK</i> SOBRE LA EVALUACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA.   | 13           | 25,26         | Actividad expositivo dialogal | 50´      |

Tabla 1: Secuencia de las actividades llevadas a cabo en la propuesta didáctica agrupados por bloques temáticos de contenidos didácticos. \* Nº Sesión: Número de sesión. Objetivos y Contenidos: números según la numeración correspondiente a los apartados 3.3. Objetivos. y 3.5.3 Contenidos. Técnica metodológica, explicada en el apartado 3.5.6 Metodología utilizada

### 3.5.5. Criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave.

En este apartado se presentan las distintas actividades relacionadas con los criterios de evaluación, las competencias clave y los estándares de aprendizaje evaluables recogidos en la Orden ECD/489/2016. Además se añaden entre paréntesis otras competencias clave que también se trabajan con las actividades propuestas. (Tabla 2) Tabla 2

| <b>BLOQUE 5: Las plantas: sus funciones y adaptaciones al medio</b> |  |                            |  |
|---|--|----------------------------|--|
| <b>Actividades</b>  | <b>Criterios de evaluación</b>   | <b>CCC*</b>                | <b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES</b>  |
| 2,3   | Crit.BG.5.11. Entender los mecanismos de reproducción asexual y la reproducción sexual en las plantas.                                 | CMCT                       | Est.BG.5.11.1. Distingue los mecanismos de reproducción asexual y la reproducción sexual en las plantas.   |
| 4,5,6,8,9,10,12,13,15,16,21   | Crit.BG.5.12. Diferenciar los ciclos biológicos de briofitas, pteridofitas y espermafitas y sus fases y estructuras características.   | CMCT-(CAA-CD)              | Est.BG.5.12.1. Diferencia los ciclos biológicos de briofitas, pteridofitas y espermafitas y sus fases y estructuras características. Interpreta los ciclos biológicos de los diferentes grupos de plantas en esquemas, dibujos y gráficas. |
| 17,19,20,21,22  | Crit.BG.5.13. Entender los procesos de polinización y de doble fecundación en las espermafitas. La formación de la semilla y el fruto. | CMCT-CCL-(CAA)             | Est.BG.5.13.1. Explica los procesos de polinización y de fecundación en las espermafitas y diferencia el origen y las partes de la semilla y del fruto.  |
| 22,23,24  | Crit.BG.5.14. Conocer los mecanismos de diseminación de las semillas y los tipos de germinación.                                       | CMCT-(CAA-CSC)             | Est.BG.5.14.1. Distingue los mecanismos de diseminación de las semillas y los tipos de germinación.  |
| 22  | Crit.BG.5.15. Conocer las formas de propagación de los frutos.   | CMCT-(CAA)                 | Est.BG.5.15.1. Identifica los mecanismos de propagación de los frutos.   |
| Proyecto podcast (25, 26)   | Crit.BG.5.16. Reconocer las adaptaciones más características de los vegetales a los diferentes medios en los que habitan.              | CMCT-(CAA-CIEE-CD-CSC-CEC) | Est.BG.5.16.1. Relaciona las adaptaciones de los vegetales con el medio en el que se desarrollan.  |
| <b>BLOQUE 4: La biodiversidad</b>                                   |  |                            |  |
| Proyecto podcast (25,26),7,11,14,18                                 | Crit.BG.4.17. Describir las principales especies y valorar la biodiversidad de un ecosistema cercano.                                  | CIEE-CAA-(CD-CSC-CEC)      | Est.BG.4.17.1. Diseña experiencias para el estudio de ecosistemas y la valoración de su biodiversidad.   |

Tabla 2 Competencias clave (CCC), criterios y estándares de evaluación según la Orden ECD/489/2016. \* CMCT: Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; CCL: Competencia en comunicación lingüística; CIEE: Competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor; CAA: Competencia de aprender a aprender; CSC: Competencia sociales y cívicas; CD: Competencia Digital; CEC: Competencia de conciencia y expresiones culturales.

### 3.5.6. Metodología utilizada

#### I. Actividades expositivo-dialogales.

Los estudios pedagógicos consideran que el objetivo de la clase magistral es enseñar y hacer comprender una serie de conocimientos, procedimientos y valores y, al mismo tiempo, interesar y estimular a los estudiantes en la materia, para conseguir mejores resultados didácticos (Brown, 1988 citado en Cross, 1995). Para que el alumno se apropie de los conocimientos expuestos, se tienen que propiciar determinadas condiciones como la escucha atenta, la comprensión significativa, la relación con los conocimientos previos del aprendiz, la conexión de los contenidos con su realidad cotidiana, etc (Lilian, sf). Esto implica un trabajo importante por parte del docente a la hora de diseñar las clases, procurando emplear distintos recursos que faciliten que se den estas condiciones.

La prioridad a la hora del diseño de mis clases ha sido procurar que los alumnos tengan un rol participativo, lo que Northcott, (2001) (citado en Morell 2009) denomina clase magistral interactiva. En varios estudios experimentales (Morell, 2000 y Morell 2007a citados en Morell 2009), se comprobaron las ventajas de la interacción sobre la retención y comprensión de los alumnos. El grado y variedad de participación de los estudiantes puede variar en función de las necesidades y limitaciones. Las clases pueden tener un estilo más *conversacional*, en los que los alumnos participan con preguntas y comentarios, hasta clases del estilo *informar y discutir* en las que se pide a los alumnos que discutan una pregunta, problema o situación planteada para llegar a una solución o consenso, bien toda la clase junta, o por grupos que luego expondrán sus reflexiones. (Morell, 2009).

Las preguntas son fundamentales para fomentar la participación en el aula; Mayer (1997) señala que cuando se formula una pregunta se genera una atención diferenciada al contenido y se despierta el interés por responder, lo cual tiene un efecto sobre el aprendizaje. En las clases se han utilizado preguntas de tipo expositivo y referencial (Athanasiadou, 1991). La pregunta expositiva (o cerrada) es la que se utiliza para saber si el alumno sabe o recuerda, a diferencia de la referencial (o abierta) en la que se busca cierta información desconocida. Se ha intentado que las preguntas referenciales tuviesen un peso importante en las clases, para estimular en los alumnos el pensamiento crítico permitiendo que interpreten, analicen, evalúen y expliquen (Morell, 2009).

En algunos casos se ha planteado el objetivo de la clase como una pregunta. Las preguntas utilizadas son las que surgieron de los alumnos el día del diagnóstico inicial. Así por ejemplo, en la sesión dedicada a la polinización, el objetivo de la sesión es: “Reconocer los distintos tipos de polinización, distintos mecanismos de transporte de polen y las diferentes estrategias de las plantas para ser polinizadas”; en vez de presentarlo como una afirmación se introdujo con la pregunta “¿Por qué se tiene alergia al polen de las gramíneas? Las posibles repuestas se fueron deduciendo a partir de las explicaciones del temario y las aportaciones de los alumnos en un proceso de retroalimentación.

Para fomentar la participación, algunos docentes (Morell, 2005a citado en Morell 2009) plantean que la participación cuente en la evaluación de alguna manera para fomentar las aportaciones de los estudiantes. Una forma es presentar las preguntas objetivo al final de la clase anterior y permitir a los alumnos prepararse de antemano buscando información en los recursos facilitados (bibliografía, páginas de Internet, etc.), de esta forma los estudiantes se sienten mucho más atraídos y vinculados al contenido de la materia ya que han colaborado en su recopilación. Esta propuesta se ha utilizado para apoyar la explicación del ciclo biológico de las gimnospermas basándonos en las preguntas ¿Por qué

*los piñones son tan caros? ¿son comestibles todos los piñones?* Se proporcionó a los estudiantes una serie de videos cortos sobre la producción y cosecha de los piñones, la recolección tradicional y mecanizada y los procesos de extracción. Al día siguiente se partió de lo que los alumnos habían indagado y a aquellos que lo hicieron se les evaluó como una actividad de ampliación y se calificó hasta medio punto. Para ver cómo se han integrado el resto de preguntas dentro del temario consultar el ANEXO 2.

Un recurso que he utilizado en las clases expositivas para despertar el interés de los alumnos hacia el conocimiento del medio natural de Aragón, es una actividad que he titulado “Nos vamos de excursión”, en la que para cada grupo de plantas estudiadas se les proponía a los alumnos una excursión a un lugar de Aragón donde poder ir a observarlas. Les mostraba un itinerario a seguir y lo ilustraba con fotos del paisaje y del grupo de plantas al que hacía referencia. Se colgó en el blog de la asignatura para que estuviese accesibles a los alumnos. Esta actividad surgió como alternativa a las salidas de campo, ya que no se pudo proponer ninguna al no haberse incluido en la programación anual de la asignatura. Desde hace décadas existe un acuerdo entre el profesorado de distintos niveles educativos sobre la importancia de las salidas de campo para el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza (Pedrinaci, Sequeiros y García de la Torre, 1994). Autores como Pedrinaci (2012b) y Morcillo, Rodrigo, Centeno y Compiani, (1998) indican que la gran mayoría de los profesores de Biología y Geología lo consideran uno de los mejores modos de enseñar ciencias. Sin embargo, la frecuencia de utilización de las salidas de campo se reduce a una por año académico en el 60% de los profesores encuestados (Morcillo et al., 1998). Como apuntan Morcillo y Bach (2011), el problema no es que se esté perdiendo el interés por estas actividades, si no que integrarlas en la realidad escolar no es tarea fácil. Por lo tanto, lo que se planteó es una actividad complementaria que permitiese a los alumnos de forma voluntaria aumentar su experiencia de aprendizaje a través del contacto con la naturaleza. En general funcionó muy bien, y los alumnos al final estaban expectantes con la excursión que les iba a proponer para cada grupo de plantas.

Por último las clases se han apoyado en presentaciones Power Point de elaboración propia. Las presentaciones se colgaron antes de cada unidad temática en el blog de la asignatura, por lo que los alumnos podían tener acceso a ellas antes de las clases. Las exposiciones se han complementado con material auditivo (podcast) y visual (videos e imágenes), a través del cual se ha inducido en varias ocasiones a pequeños debates con el propósito de desarrollar el pensamiento crítico reflexivo en los estudiantes (ejemplo actividad 24).

## **II. Lectura compartida y comprensión de un texto en clase.**

La lectura es un proceso fundamental en el aprendizaje de las ciencias, puesto que no sólo es uno de los recursos más utilizados durante la vida escolar, sino que puede convertirse en el instrumento fundamental a partir del cual se puede seguir aprendiendo a lo largo de toda la vida (Pujolàs y Lago, 2011 ). En este sentido se propuso una actividad de lectura y comprensión de un artículo de divulgación científica de relativa extensión apoyándonos en la técnica de “La lectura compartida”, actividad de aprendizaje cooperativo extraída de Pujolàs y Lago, (2011).

El texto utilizado se titula “Científicos de Ecoflor advierten de que las abejas de la miel no son las únicas en peligro” y es una adaptación publicada en un periódico digital sobre el artículo científico . Grupo de trabajo ECOflor, (2016). El declive de las abejas: cinco conceptos mal entendidos. *Quercus*, 361: 88-90.

Mediante la lectura en clase de un artículo de divulgación científica de relativa extensión se fomenta la capacidad de selección de información útil por parte del alumnado. Además, con esta forma de lectura todos los alumnos del grupo desempeñan un papel activo, ya que cada uno debe realizar una tarea determinada (leer, escuchar, explicar, opinar), además de favorecer la cooperación y cohesión del grupo (Pujolàs y Lago, 2011)

Después de esta lectura, y de tarea para casa, cada alumno entregó de forma individual una breve reflexión personal (como máximo una página) sobre la noticia, para evaluar la comprensión y capacidad de reflexión del alumno. Se propuso una pregunta de partida “¿Las abejas comerciales están poniendo en peligro a las abejas nativas?” Como actividad de ampliación para aquellos alumnos que lo solicitaron se entregó el artículo original, por lo que además de una reflexión personal, tuvieron que aportar un breve resumen sobre el contenido del artículo y su relación con los contenidos vistos en clase.

Para más información de la técnica “Lectura compartida” consultar el ANEXO 2.

### **III. Mapas conceptuales.**

El mapa conceptual es una estrategia, método o recurso para representar esquemáticamente el conocimiento de una disciplina o el conocimiento de una parte de la misma (Novak y Cañas, 2008). Su función principal es organizar y presentar visualmente el conocimiento teniendo en cuenta los niveles de abstracción, es decir, situando los conocimientos más generales e inclusivos en la parte superior y los más específicos y menos inclusivos en la parte inferior. Así los mapas conceptuales se diferencian de otros recursos de representación gráfica por su capacidad de jerarquización, síntesis e impacto visual (Novak y Cañas, 2008).

Su uso permite promover el aprendizaje significativo, en el sentido que facilita que los alumnos comprendan los conocimientos existentes y les ayuda a relacionar los nuevos conceptos con los que ya poseen (Novak y Cañas, 2008). Con tal de que los mapas conceptuales se conviertan en una herramienta realmente útil, éstos tendrían que ser revisados conjuntamente por profesores y alumnos, quienes pudieran discutir los significados presentes en ellos. De esta manera se convierten en instrumentos eficaces para la exploración y construcción de significados, aunque también pueden ser una herramienta útil para la evaluación de los aprendizajes de los alumnos (Severiche, Jaimes y Acevedo, 2014).

En este caso concreto, se ha utilizado como una técnica metodológica que fomente el trabajo autónomo e individual del alumno y con el que se persigue que consolide los aspectos teóricos más importantes de un tema y la relación entre ellos. Además, se ha utilizado como instrumento de evaluación de la comprensión global del alumno sobre un tema.

Se propuso la realización de tres mapas conceptuales: La reproducción sexual de las plantas espermatofitas, La formación de la semilla y el fruto y La polinización. El primero se realizó en clase y los otros dos se mandaron como tarea individual para casa. El objetivo de hacer el mapa en clase era por un lado apoyar y resolver las posibles dudas que pudieran surgir y por otro revisar los resultados entre todos. Es necesario que los alumnos aprendan a elaborar mapas conceptuales correctamente; necesitan un entrenamiento en la elección de conceptos adecuados, el establecimiento de las relaciones jerárquicas entre ellos y el uso de palabras enlace (Araujo, Salvador, Antonio, 2011).

#### IV. Trabajos prácticos.

Existe un acuerdo unánime por parte de los profesores e investigadores de la Didáctica de las Ciencias en cuanto a los beneficios que son los trabajos prácticos para integrar los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Pedrinaci, et al., 1994) y para despertar y desarrollar la curiosidad y motivación de los alumnos por el aprendizaje de las ciencias (López y Tamayo, 2012).

Bajo el término de trabajos prácticos se incluyen actividades con diferentes demandas de habilidades y con diferentes objetivos tanto para el profesorado como para el alumnado (Valverde, Jiménez, y Viza, 2006), y que pueden agruparse en: experiencias, que incluyen trabajos demostrativos o ilustrativos de un fenómeno científico; ejercicios prácticos, dirigidos especialmente a desarrollar habilidades y técnicas; e investigaciones dirigidas al aprendizaje de metodología del trabajo científico y aproximar con ello a los alumnos el proceso de elaboración de la ciencia.

En este sentido, para cumplir el propósito de que los estudiantes alcancen el desarrollo de las competencias científicas varios autores (Valverde, et al., 2006 y Espinosa-Ríos, González-López, Hernández-Ramírez, 2016.) destacan los buenos resultados de que los alumnos vayan pasando progresivamente desde trabajos más demostrativos a trabajos de investigación. Estos autores establecen una secuencia de siete niveles de apertura que fueron propuestos por Priestley (1997) donde el estudiante tiene la oportunidad creciente de participar activamente en la solución práctica de los problemas, y de ir siendo cada vez más autónomo en la realización de los experimentos (**¡Error!**

| Nivel | Título                 | Descripción de las actividades en el laboratorio  | Proceso cognitivo requerido |
|-------|------------------------|---|-----------------------------|
| 1     | Herméticamente cerrado | Se proporciona todos los procedimientos al alumnado. Los estudiantes apuntan los datos en los huecos reservados de un informe de laboratorio. Se incluyen tablas con los datos. | Conocimiento                |
| 2     | Muy cerrado            | Se proporcionan todos los procedimientos. Se incluyen tabla de datos.   | Conocimiento                |
| 3     | Cerrado                | Se proporcionan todos los procedimientos a los estudiantes.   | Conocimiento y comprensión. |
| 4     | Entreabierto           | Se proporcionan todos los procedimientos a los estudiantes. Algunas preguntas o conclusiones son abiertas.  | Comprensión y aplicación    |
| 5     | Ligeramente abierto    | Se proporcionan la mayoría de los procedimientos a los estudiantes y algunas preguntas o cuestiones son abiertas.   | Aplicación                  |
| 6     | Abierto                | Los estudiantes desarrollan sus propios experimentos. Se les proporciona una lista con el material. Muchas preguntas o conclusiones son abiertas.                               | Análisis y síntesis         |
| 7     | Muy abierto            | A los estudiantes se les indica un problema que tienen que resolver (o que ellos mismos proponen) los estudiantes realizan el procedimiento y saca sus propias conclusiones.    | Síntesis y evaluación.      |

**No se encuentra el origen de la referencia.).**

Tabla 3. Niveles de apertura según Priestley (1997) (citados por Espinosa-Ríos et al., 2016). Descripción de las actividades a realizar en la práctica de laboratorio y el proceso cognitivo requerido.

En el caso de esta propuesta didáctica, no se ha diseñado una secuencia de prácticas pasando progresivamente por los distintos niveles tal y como proponen estos autores, pero sí que se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar las prácticas los procesos cognitivos requeridos en cada uno de los niveles, al igual que el papel que juega el docente en cada uno de los niveles.

En el caso de la botánica, los científicos identifican y clasifican las plantas a través de detalladas observaciones de sus estructuras, siendo esta práctica el procedimiento base de cualquier trabajo científico en esta disciplina. Por ello, he considerado importante que los trabajos prácticos vayan orientados a que los alumnos observen la estructura y las características generales de muestras naturales de los diferentes grupos de plantas tratados en teoría, prestando especial atención a los sistemas reproductivos y su relación con la evolución. Igualmente he querido que se familiaricen con la metodología y herramientas que los botánicos usan para identificar y clasificar diferentes especies.

Por este motivo, además de por la limitación de tiempo, se ha optado por utilizar un método guiado, dejando que los alumnos asuman un papel más activo en el desarrollo de la práctica y en el manejo de los equipos, pero a partir de las instrucciones dadas por el docente que ha planificado la actividad experimental a realizar. De esta forma, los procesos cognitivos implicados son conocimiento, comprensión y aplicación, que corresponden a los niveles de abstracción 3 y 4 de Priestley (1997). (Tabla 3). Para alcanzar además niveles más altos en los que los procesos cognitivos implicados sean también el análisis, síntesis y la evaluación, como actividad de mejora se ha propuesto una práctica de investigación sobre la germinación, que se explicará en el apartado correspondiente.

Con esta propuesta de trabajos prácticos, incluyendo la propuesta de mejora creemos favorecer el aprendizaje de manera vivencial y desarrollamos en los estudiantes competencias científicas para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, pasando por ejercicios prácticos y prácticas de investigación, todas ellas parte del trabajo científico de los botánicos.

Se llevaron a cabo cuatro trabajos prácticos:

- Observación de los briófitos en el laboratorio con lupa binocular y microscopio y reconocimiento de gametangios y esporangios.
- Observación de las flores y semillas de distintos tipos de gimnospermas: Ciprés, Sabina, Enebro y Pino.
- Observación en laboratorio de la morfología floral e identificación de la familia de una planta mediante clave dicotómica y género y especie mediante la Aplicación para móvil *Pl@ntNet*.
- Observación y clasificación de tipos de frutos y semillas comestibles y deducción de los mecanismos de propagación de los frutos y dispersión de las semillas.

Una semana después de cada práctica cada alumno tuvo que entregar una memoria en la que por un lado se les pedía que contestasen a una serie de actividades basadas en lo observado en el laboratorio y relacionadas con los contenidos teóricos vistos en clase, y por otro lado que aportasen las fotografías que realizaron con su móvil de las estructuras observadas a lo largo de la sesión, correctamente identificadas y especificando en el caso de utilizar microscopio el aumento utilizado. Además debían incluir un apartado final, con una pequeña reflexión acerca de la utilidad de la práctica en el aprendizaje del tema, y aquellas dificultades o problemas que habían podido surgir. Las prácticas se hacen en grupo de 3-4 personas ajustándonos al material disponible, pero las memorias se entregan de forma individual.

En el ANEXO 2 se puede consultar una explicación más detallada de la forma de proceder en cada una de las prácticas y en el ANEXO 3 se han adjuntado los guiones de prácticas aportados a los alumnos y los ejercicios solicitados.

## **V. Realización de un proyecto mediante trabajo cooperativo. Propuesta de innovación.**

Como punto final del bloque V de las plantas y en relación a la unidad didáctica propuesta de adaptación de las plantas al medio terrestre, se propone como actividad de innovación un proyecto de *podcasting* en equipos sobre los distintos mecanismos de adaptación de las plantas de los principales ecosistemas de Aragón para sobrevivir en ese medio, con entrevistas a expertos profesionales sobre el tema. El proyecto se llama *¿Por qué no habré elegido ser planta?*. El título surgió por consenso de los alumnos a raíz de un podcast que escuchamos en la clase de introducción.

Los alumnos han tenido que explicar cómo las adaptaciones en las plantas les facilita la supervivencia en su ambiente; y cómo los cambios en los ecosistemas pueden contribuir a la pérdida y/o extinción de especies. Los alumnos han trabajado sobre los diversos rasgos adaptativos estructurales, fisiológicas y conductuales de las plantas, por lo que han tenido que integrar lo aprendido hasta el momento sobre las funciones de nutrición, relación y reproducción de los vegetales. Además, se tratan contenidos relacionados con la conservación de la biodiversidad de ecosistemas cercanos.

El hecho de que el proyecto sea por equipos ha permitido a los alumnos que mediante un aprendizaje cooperativo, desarrollen actitudes sociales y valores (resolución de conflictos, respeto a los demás, liderazgo, capacidad comunicativa), así como responsabilidad y autonomía a la hora de buscar la información y dividirse el trabajo (De la Herrán, 2008). Asimismo, se ha fomentado su creatividad, la mejora de la expresividad y capacidad comunicativa por medio de la elaboración del podcast (Quintanal, 2012). El grabar un podcast por parte de los alumnos, como método didáctico, es muy recurrido y precursor de un aprendizaje significativo, ya que supone una metodología innovadora y entretenida, que resulta atractiva para los estudiantes y que además integra las TIC en la programación curricular, (Melgarejo y Rodríguez, 2013),

Un recurso muy habitual en *podcasting* es la entrevista; por lo que se les pidió a los alumnos que entrevistasen a un profesional experto en la materia. Los alumnos elaboraron una serie de preguntas documentándose previamente sobre su trayectoria profesional. Con esta iniciativa se pretende promover la interacción entre la comunidad científica y la comunidad educativa y despertar el interés en identificar las posibles contribuciones que el conocimiento de la botánica puede aportar a la sociedad promoviendo además expectativas de empleo (Uno, 2009).

Se complementó el proyecto con la reproducción de los podcast en clase y la evaluación de los mismos por parte del propio alumnado (evaluación entre iguales), así como el cumplimiento de un cuestionario de autoevaluación individual e intragrupal. Es constructivo que en el trabajo cooperativo los alumnos aprendan a valorar su rendimiento individual y el rendimiento grupal (Sanmartí, 2007). Este tema se abordará en el correspondiente apartado de Evaluación final.

Por último, el objetivo era que los estudiantes hicieran público su trabajo dándolo a conocer a la comunidad educativa a través de la publicación de una entrada en la web del instituto. Finalmente no pudo hacerse por falta de tiempo y porque mi tutora estaba de baja, así que únicamente se publicó en el blog de la asignatura.

A continuación se exponen los objetivos didácticos que se persiguen con el proyecto y los contenidos que se tratan (Tabla 4) . La numeración que se utiliza para designarlos se corresponde a la utilizada en los apartados 3.3 Objetivos y el 3.5.3 Contenidos

| Objetivos didácticos  | Contenidos didácticos.   |
|-----------------------|--|
| 8, 9, 10, 11, 12, 13. | <u>Contenidos conceptuales.</u> 7<br><u>Contenidos procedimentales</u> 13, 14, 15, 16, 17, 17.<br><u>Contenidos actitudinales.</u> 22, 23, 25, 26. |

Tabla 4. Objetivos didácticos y contenidos didácticos del proyecto de *podcasting*.

### Procedimiento

Siendo el tiempo el factor más limitante para diseñar el procedimiento a seguir, se decidió por un aprendizaje guiado, en el que el docente toma las decisiones más importantes con respecto a los objetivos y estrategias de aprendizaje y sobre la evaluación de los resultados (Farías et al., 2007), además, como es el caso, se decide sobre el qué, cuándo y cómo. Sólo se dio una clase de introducción por lo que la guía estuvo mediada por el trabajo en grupo, la presencia de rúbricas, la autoevaluación y evaluación entre iguales.

La introducción y exposición del proyecto se hizo en una sesión de clase el segundo día de las prácticas, para que les diese tiempo a trabajar en el proyecto en el periodo del practicum. En esta sesión, además se hizo un repaso de algunos conceptos necesarios sobre adaptaciones de los vegetales al medio para abordar el contenido del trabajo. En total los alumnos tuvieron 34 días naturales para trabajar en el proyecto.

Ellos mismos formaron los grupos de trabajo; 6 grupos de 3-4 componentes y eligieron un representante que sería con el que yo me iba a comunicar por email. A continuación, cada grupo eligió un tema de los siete que yo les planteé y se les entregó un guión del trabajo con el contenido mínimo que tenían que tratar, las fechas de entregas parciales y aspectos relacionados con la estructura del podcast (ANEXO 3). Se propuso a los alumnos utilizar el programa Audacity para grabar el audio y se les proporcionó una serie de enlaces a videos tutoriales y páginas de interés sobre el uso del programa. Además se les entregó la rúbrica de evaluación que yo iba a utilizar para evaluar los trabajos y las rúbricas que iban a utilizar ellos en la autoevaluación y evaluación intragrupal e intergrupala (ANEXO 5). Con esto se fomenta la evaluación formativa ya que el hecho de que los alumnos sepan de antemano qué aspectos se van a evaluar y cómo se van a calificar, les ayuda a que aprendan a autorregular su aprendizaje (Sanmartín, 2007)

Como punto de partida, cada grupo tenía una noticia de interés relacionada con la temática de su proyecto, y el nombre del experto al que tenían que entrevistar (ANEXO 3). La noticia debía de cumplir que despertase el interés del alumno por el tema, que se hablase o se hiciese referencia al profesional que tenían que entrevistar, y que incluyese información suficiente para que el alumno tuviese un idea general del tema, y pudiese extraer términos para la búsqueda bibliográfica (*Keywords*).

A partir de este momento, los alumnos ya tenían que trabajar de forma más independiente y fuera del horario escolar. Se fijaron entregas parciales con el objetivo de guiar el proceso de aprendizaje y facilitar un *feedback* continuo. Las fases y temporalización del proyecto se puede consultar en la Tabla 5. De cada entrega los alumnos recibían un *feedback* con propuestas para su mejora. Cada grupo fue tutorizado en mayor o menor grado según sus necesidades y también según lo demandaban. Como se explicará más adelante, hubo grupos que necesitaron aporte de documentación tras la fase de revisión bibliográfica.

Las entrevistas se realizaron por teléfono o skype en el recreo. Los alumnos llevaban las preguntas preparadas tras un proceso de documentación previa sobre la vida profesional del experto y los trabajos realizados. El podcast se entregó en formato mp3 junto con la selección de una foto representativa del tema que estaban tratando y una pequeña entrada a modo de resumen de lo que se iba a tratar en su podcast. La última actividad fue la reproducción de los podcast en clase y la evaluación intergrupal.

Los resultados de los alumnos se pueden consultar en el ANEXO 4, donde se adjunta un código QR que muestra uno de los podcast; en el mismo código se incorpora la página del blog de la asignatura “Animaciencia” donde se pueden escuchar los podcast del resto de los grupos.

| Tareas y entregas  | Fecha         |
|--|---------------|
| Actividad introductoria de las adaptaciones de las plantas al medio y explicación del proyecto | 10 de abril   |
| Entrega de la revisión bibliográfica.  | 20 de abril   |
| Entrega diseño de las preguntas al experto   | 29 de abril   |
| Entrega del borrador del contenido del podcast   | 2-4 de mayo   |
| Realización de las entrevistas   | 2 -11 de mayo |
| Entrega del podcast y colgarlo en el blog de la asignatura                                     | 14 de mayo    |
| Escuchar los podcast en clase y evaluación intergrupal   | 17 de mayo    |
| Entrega de la autoevaluación y la evaluación entre iguales.                                    | 18 de mayo.   |

Tabla 5 Fases y temporalización del proyecto de *podcasting*

### 3.6. Evaluación final.

Uno de los aspectos importantes que he tenido en cuenta a la hora de diseñar mi propuesta didáctica ha sido la evaluación. Es necesario que el modo de llevarla a cabo sea coherente con los objetivos de la estrategia metodológica planteada, de no ser así, lo más probable es que las metodologías activas implementadas pasen a ser actividades sin valor para los alumnos y se reclamen otras prácticas más consecuentes con el modo en el que evaluamos. La evaluación de los resultados de un proceso de aprendizaje lo condiciona totalmente; como afirma Sanmartí (2007): “Aquello que el alumno aprende y cómo lo aprende depende de cómo se plantea la evaluación y, muy especialmente, de los valores que se promueven a través de ella”.

La evaluación, según la he entendido en mi propuesta tiene que ir destinada a mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos. La finalidad de los procedimientos e instrumentos propuestos ha sido, además de demostrar que los alumnos han alcanzado los conocimientos establecidos para esta propuesta, detectar las dificultades mostradas por los alumnos en su aprendizaje y proponer las

medidas necesarias para solucionar dichas dificultades. Este tipo de evaluación recibe el nombre de evaluación formativa (Sanmartí, 2007).

En el mismo trabajo la citada autora afirma que los alumnos sólo son capaces de corregir sus errores cuando saben dónde se han equivocado y por qué lo han hecho, y propone que los profesores compartan con los alumnos el proceso de evaluación, es decir, que no sólo sea el profesor el que enseña, corrige los errores y explica la visión correcta, sino que sean los propios alumnos también los que se evalúen a sí mismos (autoevaluación) y evalúen a otros compañeros, lo que algunos autores reconocen como “evaluación entre iguales” (Falchikov, 2001; Brew, 2003 y Topping, 1998 entre otros citados en Ibarra, Gregorio y Gómez, 2012). La evaluación entre iguales puede entenderse como una forma específica de aprendizaje colaborativo en el que los estudiante realizan una valoración sobre el proceso o producto de aprendizaje de todos o algún estudiante o grupo de estudiantes (Ibarra et al. 2013). Sivan (2000) diferencia dos tipos de evaluación entre iguales: intra-grupo e inter-grupo. En la primera cada participante o grupo valora el trabajo realizado por sus compañeros de forma individual o colectiva durante un proyecto común, y en la segunda de forma individual o por grupos, se valora el trabajo realizado por los distintos grupos.

Estas estrategias colaborativas, la autoevaluación y la evaluación intra-grupal, se han utilizado en esta propuesta didáctica para valorar el rendimiento individual y grupal del trabajo cooperativo durante el desempeño del proyecto de *podcasting*. En el trabajo cooperativo, evaluar es uno de los elementos que más dificultades genera en el profesor, dado que la evaluación puede ser individual, grupal o de ambos tipos (Traverso-Ribón, et al., 2016). Resulta difícil determinar las calificaciones individuales, pues no siempre es posible identificar la contribución y el rendimiento individual en un trabajo de grupo. Las calificaciones de grupo garantizan que ha habido “interdependencia positiva” (Johnson y Johnson, 1987), es decir cada uno de los miembros es consciente que la responsabilidad individual afecta al trabajo grupal, de manera que se favorece el respeto y el compromiso intragrupo. Pero la realidad es que pueden penalizar o premiar a unos alumnos por la actuación de otros estudiantes de sus equipos y a veces esto puede fomentar la resistencia al trabajo cooperativo (Barkley et al., 2007). Por ello se ha apostado por que las calificaciones reflejen una combinación del rendimiento individual y grupal dado que el logro de la responsabilidad individual y la interdependencia grupal, son condiciones del aprendizaje cooperativo (García et al., X).

Por otro lado, la posibilidad de que los alumnos, junto al profesor, evalúen y califiquen los resultados finales de otros grupos resulta interesante para “fomentar el diálogo, la interacción enriquecedora y la creación de significados comunes entre los propios alumnos y el docente” (Elwood y Klenowski, 2002 citado en Ibarra et al. 2012). La evaluación del profesorado y la de los compañeros deberían facilitar fundamentalmente la autoevaluación del alumno, ya que cuando una persona examina otros trabajos, no sólo identifica las incoherencias de éstos, sino que al mismo tiempo reconoce mejor las propias (Sanmartín, 2007).

En este contexto, las rúbricas de evaluación (Dodge 1997; Villalustre y del Moral, 2010 citados en Vera, 2008) se convierten en una herramienta eficaz tanto para el profesor como para el alumno. Se trata de instrumentos de medición en los cuales se establecen criterios por niveles mediante la disposición de escalas que permiten determinar la calidad de la ejecución de los estudiantes en unas tareas específicas. Por tanto, permiten al profesor especificar cuáles son las competencias que se han de alcanzar y con qué criterios se van a calificar.

Otro aspecto a tener en cuenta es asegurar un cierto equilibrio entre la evaluación realizada por el tutor, que suele centrarse más en la calidad académica del trabajo realizado, y la de los estudiantes que se centran y valoran el esfuerzo realizado para efectuar el trabajo y en otros aspectos menos académicos (Ibarra, et al., 2012). Para ello se propone dar un peso diferenciado y ponderado en la calificación global a las distintas evaluaciones (autoevaluación, evaluación entre iguales y la evaluación del profesor). En este sentido, Fallows y Chandramohan (2001) (citado en Ibarra, et al., 2012) proponen favorecer el debate, la negociación y la información para establecer los distintos porcentajes.

Para la evaluación del resto de la propuesta didáctica, se han utilizado diversos tipos de instrumentos escogidos en función del tipo del contenido a evaluar y los objetivos de la evaluación: mapas conceptuales, memorias de prácticas, textos escritos (Clemente et al., 2013). Las diferentes herramientas de evaluación utilizadas para cada instrumento y procedimiento se pueden observar en la Tabla 6. Para evaluar los mapas conceptuales y la reflexión personal escrita, se ha utilizado una lista de cotejo que es una medida de verificación, es decir, que permite determinar la presencia o ausencia de una serie de aspectos a evaluar (contenidos, capacidades, habilidades, conductas, etc) pudiéndose establecer distintos niveles de puntuación para cada aspecto (Tobon, 2014 a). En el caso de los mapas conceptuales existen otras herramientas de tipo cuantitativo como el modelo de Novak y Gowin y la taxonomía topológica, que se centran en la estructura del mapa conceptual, o herramientas que analizan sus contenidos como la Rúbrica de Evaluación Semántica; pero que su uso resulta lento y de difícil aplicación (Prats, 2016), por lo que debido a las limitaciones de tiempo se optó por las listas de cotejo de más fácil aplicación. En cuanto a las memorias de prácticas, se han valorado siguiendo una guía de evaluación donde se fijó la puntuación de cada apartado y los contenidos que debían ser contestados en cada uno para obtener la puntuación máxima; de esta forma se midieron los mismos parámetros en todos los estudiantes.

| Procedimiento                            | Instrumento  | Herramienta            |
|--|--|------------------------|
| Análisis de producciones de los alumnos. | Memorias de prácticas.   | Guía de evaluación     |
|  | Mapas conceptuales   | Lista de cotejo.       |
|  | Reflexión escrita sobre un artículo de divulgación científica. | Lista de cotejo.       |
|  | Proyecto podcasting.   | Rubricas de evaluación |

Tabla 6 Procedimientos, instrumentos y herramientas de evaluación.

Los alumnos han recibido un *feedback* de las actividades realizadas, en la última sesión dedicada a comentar de forma conjunta los errores más comunes encontrados. Con este tipo de acciones también se ayuda a que los alumnos aprendan a autorregular su aprendizaje, incluso aquellos que no han cometido errores, pueden aprender de los compañeros. Muchas veces, un alumno, al confrontarse con las producciones no tan exitosas de otros, comprende por qué lo ha hecho bien y da más sentido a ideas o prácticas que sólo había intuido (Sanmartín, 2007). Por otro lado, propiciar estos espacios puede permitir al docente aprender de sus alumnos lógicas de razonamiento erróneas y proponer estrategias para superarlas.

Otro aspecto objeto de evaluación es la intervención didáctica, que no sólo se ha valorado desde un punto de vista docente, sino que también se ha valorado desde el punto de vista de los alumnos. Para

ello, se les pasó una encuesta de satisfacción con cuestiones sobre la metodología seguida, el tiempo y esfuerzo empleado, los aprendizajes adquiridos y la intervención docente.

A modo de resumen, la evaluación final ha contado con varios instrumentos seleccionados con el fin de realizar una evaluación de la actividad que mezcle aspectos de evaluación continua, al evaluar las actividades realizadas a lo largo de toda la intervención, y evaluación formativa, al tener la evaluación de las actividades realizadas la finalidad de avanzar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello se han utilizado diferentes herramientas de evaluación, acordes a cada instrumento.

### **3.6.1.Resultados de la evaluación.**

Memoria de prácticas: Los alumnos aportaron fotos muy ilustrativas de las diferentes estructuras observadas y en la mayoría de los casos correctamente identificadas. Es de destacar la destreza que tienen para hacer fotos a través de la lupa o el microscopio. El trabajo de gabinete estaba en general bien contestado (tablas de observación, datos, etc), pero algunas de las cuestiones planteadas donde se pedía la relación de lo visto con la teoría dada, se contestaron incorrectamente. Esto ocurrió principalmente en la práctica de musgos y helechos. En cuanto a la reflexión final que se les pedía, existieron muchas coincidencias en cuanto a las dificultades encontradas por los diferentes grupos.

Mapas conceptuales: Los alumnos presentaron muchas dificultades en la elaboración de los mapas conceptuales. El primer mapa se planteó hacerlo en clase, para por un lado poder apoyar y resolver las posibles dudas que pudieran surgir, y por otro revisar los resultados entre todos. Sin embargo, ningún alumno logró finalizarlo dentro de los 20 minutos que se destinaron a ello debido a las dificultades que encontraron, principalmente en el uso de palabras enlace. Los siguientes mapas se mandaron para casa y se les proporcionó una serie de palabras clave para facilitar su elaboración, ya que se entendió que los alumnos necesitaban un entrenamiento en la construcción de mapas conceptuales. Aun así algunos mapas se presentaron con forma de esquema.

Reflexión escrita sobre un artículo de divulgación científica. Todos los alumnos captaron la idea principal del tema y fueron capaces de resumirla, por lo que la actividad de lectura compartida funcionó muy bien. No obstante, no todos hicieron una reflexión personal sobre el tema, ni plantearon el texto siguiendo el hilo de la pregunta “¿Las abejas comerciales están poniendo en peligro a las abejas nativas?”.

Proyecto de podcasting: Todos los grupos presentaron el proyecto excepto uno, que desde el principio mostró una actitud pasiva ante la asignatura. Todos los grupos incluyeron los contenidos mínimos que se pedían para aprobar el trabajo y cumplieron con la estructura básica de un podcast. Las entrevistas fueron en todos los casos muy completas y las preguntas mostraban el interés y el trabajo de los alumnos. Las mejores valoraciones, fueron para los grupos más creativos y que además apoyaron las explicaciones con ejemplos, datos y noticias de interés.

Autoevaluación y evaluación entre iguales. En la evaluación individual, el 86 % de los alumnos han valorado su esfuerzo y trabajo con la nota máxima. En cuanto a su trabajo dentro del grupo, el 72% afirma haber participado activamente en todas las tareas, y el 93 % ha puntuado el aprendizaje adquirido con nota máxima. Esta valoración más baja en cuanto a la participación, coincide con los resultados de la evaluación intragrupal; los grupos que han tenido más problemas han sido porque no todos los miembros han aportado por igual, y así lo han manifestado; aún así, han valorado el clima

grupal como muy bueno. En cuanto a la evaluación intergrupal, aunque el patrón es parecido, existen algunas diferencias entre la calificación de los alumnos y la de las profesoras. Estas diferencias se ven sobre todo a la hora de evaluar los contenidos. Los alumnos han puntuado con mejor nota los podcast más creativos y divertidos y no han tenido tanto en cuenta que se cumplieren con los contenidos requeridos.

### 3.7. Criterios de calificación.

La calificación global será el resultado de la media ponderada entre las calificaciones obtenidas por los trabajos prácticos, las actividades realizadas en clase, y el proyecto de podcast. El 50 % de la asignatura lo forman la memoria de prácticas, los mapas conceptuales y la reflexión escrita; y el otro 50 % será el proyecto de podcast. En ambas partes habrá que sacar como mínimo un 4 para que pondere con la otra mitad de la unidad. Los porcentajes de cada una de las evaluaciones del podcast se establecieron por consenso entre los estudiantes y la docente.

| Instrumentos de evaluación                                      |     | Criterios de calificación    |
|---|-----|------------------------------|
| Memoria de prácticas  | 50% | 30%                          |
| Mapas conceptuales  |     | 15%                          |
| Reflexión escrita sobre un artículo de divulgación científica.. |     | 5%                           |
| Proyecto podcasting.  | 50% | 70% valoración del profesor  |
|   |     | 15% evaluación intergrupal   |
|   |     | 10% evaluación intragrupal   |
|   |     | 5% autoevaluación individual |

Tabla 7. Instrumentos de evaluación y criterios de calificación.

### 3.8. Evaluación de la propuesta didáctica y propuesta de mejora

Para evaluar la propuesta didáctica, he utilizado además de mi valoración personal, los resultados de una encuesta de valoración de la intervención que hicieron los alumnos de forma anónima. Las preguntas de la encuesta se pueden consultar en el ANEXO 6.

Como he ido comentando a lo largo de este trabajo, uno de los propósitos más importantes de esta secuencia didáctica ha sido aumentar el interés de los estudiantes por el estudio de la botánica, con el fin de favorecer el aprendizaje significativo de los contenidos planteados y por tanto el logro escolar.

Atendiendo a esto, diseñé una secuencia didáctica basada en diferentes actividades referenciadas como alternativa a la enseñanza tradicional y justificadas teóricamente: clases participativas y activas que mejoran la retención y comprensión de los alumnos; trabajos prácticos con material vegetal natural que fomentan el desarrollo de habilidades y técnicas científicas y despiertan la curiosidad de los alumnos; lectura de artículos de divulgación científica para crear un pensamiento crítico; mapas conceptuales que favorecen la consolidación de los contenidos; y un proyecto en grupo de podcasting con entrevistas a expertos que ha permitido dar forma a todos los contenidos del bloque de las plantas favoreciendo el interés por éstas y los ecosistemas de Aragón, y mostrando la aplicabilidad de la Botánica.

En este sentido el 83 % de los alumnos de los 22 alumnos ha expresado que su interés por el conocimiento de las plantas ha aumentado bastante. Para todos los alumnos la metodología que desarrollamos introdujo bastantes cambios con respecto al método que habían estado trabajando hasta ahora y la mayoría (19 alumnos) señalaron no haber participado en sus etapas anteriores en algunos de los métodos empleados. Sin embargo, han valorado esta metodología como eficaz (65%) o muy eficaz (35%), además de interesante (95%) y les gustaría que hubiese más asignaturas en las que se trabajase con tanta variedad de métodos.

Sin embargo, todos los alumnos manifestaron haber ido agobiados con tantas tareas entregables. La unidad didáctica tenía mucha carga de trabajo para el poco tiempo que disponíamos; propuse distintas actividades con el propósito de alcanzar los objetivos didácticos que me había propuesto, aumentar el interés de los alumnos y por supuesto cumplir con los contenidos establecidos en el currículum. Además, al no hacer una prueba escrita final, procuré que la evaluación incorporase suficientes elementos para asegurar el aprendizaje. El rango de horas extraescolares que afirman los alumnos haber invertido en esta parte está entre 12 y 18 horas, que si consideramos que tienen 8 asignaturas más requiere dedicación; sin embargo prácticamente todos (20 alumnos) consideran que el tiempo invertido ha sido el adecuado al nivel de conocimientos adquiridos.

No sólo ellos han ido agobiados; yo también. Me gustaría resaltar el gran esfuerzo y dedicación que supone preparar una unidad didáctica de este estilo; prácticamente todo mi tiempo libre desde Semana Santa hasta el final de las prácticas lo he dedicado a diseñar las sesiones, preparar las prácticas (guión y material vegetal), planear el proyecto de podcasting (documentación, contacto con los expertos, correcciones, etc), elaborar las herramientas de evaluación y corregir las entregas de los alumnos y darles *feedback*. Lo que me hace cuestionarme si esto es factible con una jornada completa de un profesor.

Una de las actividades que más esfuerzo me costó preparar fue el guión de las prácticas. Procuré que estuviese todo muy bien especificado para que los alumnos fuesen lo más independientes posible. A pesar de ello, los alumnos preguntaban constantemente dudas que podían resolver leyendo el guión, pero no lo hacían porque les resultaba más sencillo preguntarme directamente. Me planteo si uno de los fallos fue la extensión del guión que hizo que los alumnos desde el principio mostrasen rechazo a leerlo. En cualquier caso un solo profesor es difícil que pueda atender a todas las dudas surgidas alumno por alumno durante la sesión de prácticas.

Aún así, las prácticas funcionaron bien y los alumnos en general (82%) manifestaron que les habían ayudado mucho en la comprensión de los contenidos de la asignatura. “*Con las practicas aprendes más que estudiando apuntes ya que lo ves realmente como es*” afirman algunos, y es generalizada la propuesta de que les gustaría tener más horas de prácticas y menos teóricas. También coinciden en que les hubiese gustado poder emplear más tiempo en la actividad. Con esto estoy totalmente de acuerdo; 40 minutos reales que se quedan para hacer una práctica son muy pocos y ha de estar muy bien diseñada para que los alumnos puedan trabajar de forma independiente y de tiempo a acabarla. Una de las propuestas de los alumnos para mejorar las prácticas es invertir más tiempo en explicar la práctica en la sesión anterior para evitar que surgieran tantas dudas. Quizás la forma hubiese sido explicar con detenimiento el procedimiento de la práctica siguiendo conjuntamente el guión a trabajar. Pero como siempre el factor tiempo es un limitante. Aún así, las cuatro prácticas que hicimos se ajustaron al tiempo previsto y los alumnos pudieron completar la parte de observación en el laboratorio.

Estoy bastante satisfecha con los resultados del proyecto de innovación *¿Por qué no habré elegido ser planta?* y no me refiero únicamente al producto final, sino a todo el proceso de aprendizaje. Ha significado un reto para ellos, pues no estaban acostumbrados a trabajar de forma tan autónoma y lo han sabido resolver muy bien.

En un primer momento, me surgieron bastantes dudas acerca de la información de partida que iba a proporcionar a los alumnos; podían partir de la documentación seleccionada por mí o partir prácticamente desde cero. Valoré el factor limitante del tiempo, pero finalmente decidí que podía ser significativo para ellos que se enfrentasen desde el principio a la tareas de procesar información científica: buscar, seleccionar, leer, analizar, organizar, etc, documentos. Finalmente los alumnos contaban sólo con una noticia de interés relacionada con el tema y el nombre de un profesional. Los alumnos presentaron poca soltura en la navegación por internet para localizar información técnico/científica y así se vio reflejado en sus entregas; la mayoría de las referencias que aportaron tenían poco o nulo soporte científico, eran muy generales y descontextualizadas del territorio. Así que a todos los grupos tuve que aportarles bibliografía y les expliqué cual había sido el procedimiento para llegar hasta ella (google academic, Keyword, etc). La poca soltura para localizar información técnico/científica por internet, ha sido la principal carencia detectada por los propios alumnos.

Dentro del proyecto, la actividad más valorada por los alumnos fueron las entrevistas con los expertos; todos la han puntuado de bastante positiva a muy positiva y afirman que su interés por las profesiones relacionadas con la gestión y conservación del medio natural ha aumentado bastante(58%), pero no se dedicarían a ello. Las preguntas que formularon a los expertos fueron en general muy interesantes y reflejaban un trabajo importante de documentación, comprensión y reflexión sobre el tema. Los profesionales a los que entrevistaron, en algunos casos eran antiguos colegas míos, y en otros casos no les conocía. Así que en me lancé a escribirles un email contándoles el proyecto y pidiendo su colaboración. Todos se mostraron disponibles desde el principio. Si así no hubiese sido, tampoco importaba tanto. El objetivo era que el alumno se informase sobre los trabajos profesionales que se estaban haciendo relacionados con el tema y que se adentrase en el conocimiento a través de tener que construir una serie de preguntas. Finalmente, todas las entrevistas se pudieron hacer y de todo el proyecto, sería la parte que más resaltaría en cuanto a suponer un aprendizaje significativo.

El *feedback* era una parte esencial en el proyecto para que los alumnos fuesen avanzando en su aprendizaje, y eso suponía que yo estuviese disponible por email, y también en los horarios de recreo. Comprendí la importancia de esta fase para que los alumnos aprendiesen a trabajar de forma autónoma, y por eso no me costó mucho esfuerzo, aunque sí tiempo. Este esfuerzo fue valorado por los alumnos que puntuaron que mi papel como profesora ha sido muy eficiente (4-5) y han resaltado mi disponibilidad y capacidad para motivarles. Sin embargo, han criticado la organización de las sesiones. Las clases se han reorganizado varias veces por actividades no contempladas: huelga estudiantil, examen de la parte anterior de la asignatura, charlas de orientación, etc., por lo que he ido variando la programación que les entregué al principio, sobre todo las sesiones de prácticas ya que además dependíamos de la disponibilidad del laboratorio para el nuevo planteamiento.

#### Propuestas de mejora.

- Propongo que la actividad “Nos vamos de excursión” sea una actividad complementaria extraescolar voluntaria para aquellos alumnos que quieran aumentar su experiencia de aprendizaje mediante el contacto con el medio natural. Es decir, se les da la posibilidad que hagan la ruta expuesta y que posteriormente entreguen una breve memoria sobre la excursión en relación al grupo de plantas

estudiado y que la presenten en clase. Se les evaluará como actividad complementaria y se les calificará hasta 1 punto. Esta actividad que en un principio surgió como algo anecdótico, fue despertando el interés de los alumnos y de ahí la justificación de mi propuesta. De hecho así se refleja en las encuestas: todos han afirmado que su interés por el conocimiento del medio natural de Aragón ha aumentado (bastante-mucho) y en especial su interés por visitar los ecosistemas estudiados. Quería matizar que esta actividad no sustituye a las salidas de campo, si no que se propone como alternativa en caso de no poder hacerse ninguna y en el caso que pueda hacerse, puede ser un complemento extra.

- Realizar una salida de campo enriquecería la secuencia didáctica que planteo. Para el estudio de la botánica considero que es esencial la interacción del alumnado con el medio natural, acercándoles al mundo real, y escapando de la rutina de las clases teóricas. Permiten, por otra parte, un aprendizaje significativo del conocimiento vegetal, permitiendo al alumnado desarrollar sus conocimientos e ideas previas y adquirir destrezas científicas al relacionarlas con su situación en el medio natural (López, 2000). Además, fomenta una educación y actitud ambiental, siendo este un valor fundamental para concienciarse de la importancia de su conservación

- Propongo añadir una actividad experimental sobre la germinación basada en el experimento de Ortí (2010) y en la metodología DQB *Driving Question Board* (Nordine y Torres, 2013). En este caso, se parte de una pregunta ¿Qué necesita una semilla para germinar?, la cuál será el objetivo a resolver por el estudiante y para ello deberán interpretar el problema de tal forma que planteen la posible hipótesis del mismo así como el diseño y ejecución de la práctica. Para más información sobre la secuenciación, objetivos, contenido y desarrollo de la práctica consultar el ANEXO 2 de actividades. Propongo hacerla al finalizar los otros temas del bloque correspondiente a la nutrición y relación vegetal y que los resultados de las investigaciones se presenten a la clase en el tema de la germinación de la semilla. Con esta actividad se movilizan más procesos cognitivos que con las prácticas llevadas a cabo (niveles 6 y 7 Tabla 3) por lo que se refuerza el aprendizaje de la metodología del trabajo científico y aproxima con ello a los alumnos el proceso de elaboración de la ciencia (Espinosa-Ríos et al., 2016). Además se cubrirían el criterio de evaluación Crit.BG.5.17. Diseñar y realizar experiencias en las que se pruebe la influencia de determinados factores en el funcionamiento de los vegetales y el estándar de aprendizaje Est.BG.5.17.1. Realiza experiencias que demuestren la intervención de determinados factores en el funcionamiento de las plantas.

- Añadir el portafolio como instrumento de evaluación. Los alumnos han ido realizando diversas actividades de forma individual, que han sido evaluadas por el profesor, pero no se ha propuesto que el estudiante reflexione a cerca de los objetivos específicos de cada actividad, reconociendo si los comparte y si los alcanza, promoviendo de esta forma la autoreflexión sobre cómo se va aprendiendo (Sanmartín, 2007).

- En cuanto al proyecto *podcasting*, propongo varias mejoras:

- Utilizar una plataforma educativa virtual (ejemplo moodle, Edmodo, etc) como complemento de docencia presencial, con el objetivo de mejorar la comunicación y facilitar la tutorización del proyecto.
- Elaboración de los grupos de trabajo de manera aleatoria. Hubo un grupo que no presentó su trabajo; los componentes de éste presentaban en general una actitud de “colaboración pasiva” no sólo hacia el trabajo, si no hacia la asignatura en sí. Por lo que se creó una dinámica de “no hacer”. Creo que si los grupos se hubiesen hecho de forma aleatorio, ningún grupo hubiese quedado sin presentar.

- Mayor difusión de los podcast. Como ya se ha comentado, los resultados sólo se han podido publicar en el blog de la asignatura. Los alumnos propusieron hacer una rueda de prensa para presentar los trabajos al resto de la comunidad educativa y hacer una entrada en la web del instituto; el hecho de presentar públicamente un trabajo eleva el nivel de autoexigencia e implicación de los estudiantes, consiguiendo que su aprendizaje a lo largo del proyecto sea de más calidad (Melgarejo & Rodríguez, 2013)

#### 4. CONCLUSIONES DEL MÁSTER.

El máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato es un trámite por el que tenemos que pasar todos los que queremos dedicarnos a la enseñanza. Ante esto podemos tener diferentes maneras de afrontarlo: o tomarlo como un mero trámite para obtener un título, o, por el contrario, aprovechar la oportunidad que se nos da de aprender y sacar el máximo partido a las clases.

Ha sido un año duro. El máster tiene mucha carga lectiva y una gran carga de trabajo, lo que hace que sea muy difícil compaginarlo con un trabajo e incluso con otras actividades y vida personal. El máster ha supuesto el 90 % de mi tiempo entre clases, trabajos, prácticas y exámenes, pero ha sido mi decisión implicarme hasta este punto. He asistido a más del 95 % de las clases y puedo afirmar que he aprendido con ellas. Esta inquietud por aprender, por querer saber más sobre cualquier cosa es la actitud que me gustaría transmitir a mis alumnos, y que en cierta medida, ha sido la que nos han transmitido los profesores de este máster. Hemos tenido unos docentes muy implicados en nuestra formación, que han sabido transmitirnos la gran cantidad de recursos educativos que hay a nuestro alcance al tiempo que despertar nuestro interés. Además, ha sido muy enriquecedor el carácter multidisciplinar del equipo docente, desde psicólogos, sociólogos, investigadores en didáctica de la ciencia, hasta profesores de instituto.

En cambio he echado en falta recibir más *feedback* de los profesores; pienso que hubiese sido muy constructivo para mi formación haber recibido observaciones y sugerencias a cerca de mis resultados, teniendo en cuenta que una de las ideas que nos han querido transmitir en el máster es la importancia de la evaluación formativa, y eso implica, entre otros aspectos, la retroalimentación. Creo que en parte ha sido consecuencia del número de alumnos, mucho mayor que el de años anteriores, que sin duda nos ha perjudicado, ya que las clases estaban diseñadas para menor número de alumnos y algunas actividades no se han podido realizar tal cual estaban programadas.

Uno de los puntos más importantes del máster es la parte de prácticas en los centros escolares. El *practicum* ha sido indispensable para mejorar o completar mi formación, pues es aquí donde, realmente conoces tus puntos débiles y tus puntos fuertes; donde te desenvuelves con los chicos y chicas y puedes aprender de ellos; donde realmente eres consciente de si el camino de la docencia es el correcto para ti o no. En mi opinión, considero que si no tienes vocación, si sólo te preocupa tener un puesto y sueldo fijos; si piensas en las vacaciones, o si piensas que educar es solo transmitir conocimiento y normas, no debes ser profesor. Creo que las razones que deben empujar a alguien a la docencia tienen que ser más o menos fuertes; hasta que no pasas por las aulas no te haces una idea de la carga de trabajo que tiene un profesor a parte de sus horas lectivas, y la cantidad de inversión emocional y exigencia física que supone enfrentarte a clases de una media de 25 adolescentes.

Por consiguiente, después de mi paso por el instituto puedo afirmar que quiero dedicarme a la docencia, que me he sentido cómoda en el aula y que quiero seguir aprendiendo esta profesión. Mi formación acaba de empezar y una idea que me han transmitido en el máster es que el profesor tiene que ser un eterno estudiante. Es una profesión en la que estás continuamente aprendiendo, incluso aunque no lo quieras: los alumnos cambian cada año, cambia la legislación educativa, cambian los modelos de sociedad, las tecnologías a nuestro alcance, etc, y debemos estar dispuestos a ir renovando continuamente nuestra formación inicial. Es importante que el profesor tenga conocimientos sobre los contenidos didácticos y pedagógicos, contruidos sobre la adquisición de los fundamentos disciplinares de las ciencias y sobre las elaboraciones que aporta la investigación en didáctica (Angulo, 1998).

En este sentido, a lo largo de este máster hemos tenido que leer muchos artículos de investigación sobre didáctica en general y didáctica de las ciencias en particular y reconozco que al principio me resultaba complicado este “nuevo lenguaje científico”. Pero considero importante que un profesor, para su práctica, lea acerca de las investigaciones e innovaciones generadas por otros y también que contemple la posibilidad de poner por escrito los resultados de su trabajo y sus reflexiones. Durante una de las clases del segundo cuatrimestre de la asignatura de Evaluación e innovación de la actividad docente, su profesora Begoña, nos preguntaba si *los docentes hacían investigación en clase*. En mi opinión, considero que los profesores deben comprometerse como investigadores de su propia práctica y reflexionar críticamente acerca de la misma para mejorarla, a través del contraste, el diálogo, el debate, la deliberación y la experiencia compartida sobre prácticas pedagógicas habituales de sus clases. Pero con investigar no me refiero únicamente a recolectar información; si no introducir las herramientas de investigación en el estudio de situaciones cotidianas, para un posterior análisis teórico-reflexivo y la implementación de estrategias que mejoren esas prácticas (Sanmartí, 2008).

En definitiva, yo considero necesario que los docentes aprendan a enseñar y que esa enseñanza conlleve de forma intrínseca al aprendizaje de los alumnos. Para ello es necesario formarse, fundamentar los propios conocimientos en los estudios y aportaciones de los expertos en educación, y adquirir la pericia suficiente para materializarlos en las aulas. Para mí esta es una de las ideas más reveladoras que me ha aportado este máster. Ahora bien, para que todo confluya en una formación adecuada considero que se debe partir de la convicción de que te gusta la docencia; en consecuencia, me presento como una futura profesora motivada, (mucho más que cuando empecé esta formación) y con disposición de seguir aprendiendo porque he descubierto que me gusta la docencia.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Arandia, E., Zuza, K., Guisasola J. (2016). Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en bachillerato y universidad hacia el aprendizaje de la física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (3): 558-573.
- Araujo, L., Salvador, S., Moreira, M.A. (2011). Dificultades y superaciones en la construcción de mapas conceptuales sobre partículas elementales e interacciones fundamentales por alumnos de enseñanza media. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 5(1): 208-2016. Recuperado de <http://www.lajpe.org>
- Athanasiadou, A. (1991). The discourse function of questions. *Pragmatics: Quarterly Publication of the International Pragmatics Association* 1 (3): 107-122.
- Barkley, E. F., Croos, P. & Major, C. H. (2007). Técnicas de aprendizaje colaborativo. Madrid: Morata.

- Calixto, R. y García, M. (2011). Concepciones alternativas de los profesores de biología. Una aproximación desde la investigación educativa. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5 (1), 13-23.
- Canals, R., Peralta, J. y Zubiri, E. (2009). *Glosario Botánico*. Navarra: Departamento de Ciencias Universidad Pública de Navarra. Recuperado de [http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/glosario\\_bot.htm](http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/glosario_bot.htm)
- Cross, A. (1995). La argumentación oral en la Enseñanza Secundaria. *Textos de didáctica de la lengua y la literatura*, 4, 101-108.
- De la Herrán, A. (2008). Metodología didáctica en Educación Secundaria: una perspectiva desde la didáctica general. En De la Herrán, A. & Paredes, J. (Eds.), *Didáctica general: la práctica de la enseñanza en educación infantil, primaria y secundaria*. Madrid: Mc Graw-Hill.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo (Una interpretación constructivista)*. México: Mc Graw-Hill.
- Espinosa-Ríos, E.A., González-López, K.D. y Hernández-Ramírez, L.T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. <https://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>
- Farías, P., Iglesias, A. & Martín, M. (2007). La ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje escolar. Facultad de Ciencias Humanas. *Revista Cubana de psicología*, 8, 177-188. Recuperado de <http://web.ebscohost.com>
- Font Quer, P. (1953). *Diccionario de Botánica*. Barcelona: Ed. Labor.
- Grupo de trabajo ECOflor. (2016). El declive de las abejas: cinco conceptos mal entendidos. *Quercus*, 361, 88-90.
- Hershey, D. R. (2004). Avoid misconceptions when teaching about plants. *Actionbiosciences 2017*. Recuperado de <http://www.actionbioscience.org/education/hershey.html>.
- Ibarra, S., Rodríguez, G. y Gómez, M. A. (2012). La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad. *Revista de Educación*, 359, 206-231. DOI: <http://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-re-2011-359-092>.
- López, A.M. y Tamayo, O. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- Marbach-Ad, G. (2004). Research and Teaching: Expectations and difficulties of first year college students in biology. *Journal of College Science Teaching*, 33, 18-23.
- Martín, A. M., Herranz, P. y Segovia, M. M. (2017). Gamificación en la educación, una aplicación práctica con la plataforma Kahoot. *Anales de ASEPUMA*, 25(2): 12-17
- Mayer, R. (1997). Multimedia Learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32, 1-19.
- Medina T. N., Snedeker, J., Trueswell, J. C., Gleitman, L. R. (2011). How words can and cannot be learned by observation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 9014–9019.
- Mejías, J. A., Muñoz, A., De las Heras, M. A. (2012). El estudio de la Flora Ornamental: Una forma de Aprendizaje Significativo de la Diversidad Vegetal y las Clasificaciones Botánicas. Nuevos estándares en la innovación docente en Historia Natural. *Actas del I Congreso de innovación docente universitaria en Historia Natural*, 157-165.
- Melgarejo, I. y Rodríguez, M. M. (2013). La radio como recurso didáctico en el aula de infantil y primaria: Los podcast y su naturaleza educativa. *Tendencias pedagógicas*, 21, 29-46.
- Morcillo, J. G. y Bach, J. (2011). Enseñanza de las ciencias de la tierra. *Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19(1), 2-3.

- Morcillo, J. G., Rodrigo, M., Centeno, J. O. y Compiani, M. (1998). Caracterización de las prácticas de campo: justificación y primeros resultados de una encuesta al profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(3), 242-250.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje Significativo: un concepto subyacente. En Moreira, M. A., Caballero Sahelices, C. y Rodríguez Palmero, M. L.(Eds.), *Actas del II Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*: (19-44). Servicio de Publicaciones. Universidad de Burgos.
- Morell, T. (2009). *¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias?*. Alicante: Marfil y Universidad de Alicante.
- Nordine, J & Torres, R. (2013). Enhancing science kits with the driving question board: A tool to increase student engagement, clarify connections between activities, and align to standards. *Science & Children*, 50(8), 57-61.
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. *Technical Report IHMC CmapTools*. Florida Institute for Human and Machine Cognition. Recuperado de <http://www.ssu.ac.ir/fileadmin/templates/fa/Moavenatha/Moavenate-Amozeshi/edicupload/olymp-3.pdf>.
- Pedrinaci, E. (2012b). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique*, 71, 81-89.
- Pedrinaci, E., Sequeiros, L. y García de la Torre, E. (1994). El trabajo de campo y el aprendizaje de la geología. *Alambique*, 2. Recuperado de <http://www.redined.mec.es/oai/indexg.php?registro=0052002300538.v>
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (2010). ¿Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden? ¿Qué podemos hacer nosotros para evitarlo?. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 66, 73-79.
- Prats Garcia, E. (2016). Herramientas para la evaluación de mapas conceptuales: una primera aproximación. *Edutec-e*, 74-88. doi: 10.21556/edutec.2016.56.738.
- Prokop, P. M., Prokop, S. D. & Tunnicliffe, S. D.(2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42, 36-39.
- Pujolàs, P. y Lago, J. R. (coords.). (2011). *El programa CA/AC ("Cooperar para aprender / aprender a cooperar") para enseñar a aprender en equipo. Implementación del aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona: Universitat Central de Catalunya. Recuperado de [http://www.cife-eicaac.com/programa\\_ESP.asp](http://www.cife-eicaac.com/programa_ESP.asp).
- Quintanal, F. (2012). El podcast como herramienta de enseñanza en física y química de bachillerato. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 18 (Núm. Especial), 729-738. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/buscar/documentos?>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walweg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. *European Commission. Community Research*. Recuperado de [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.
- Sesli, E. & Kara, Y. (2012). Development and application of a two-tier multiple-choice diagnostic test for high school students' understanding of cell division and reproduction. *J. Biol. Educ.* 46, 214-225. doi: 10.1080/00219266.2012.688849.
- Severiche, C., Jaimes, J. y Acevedo, R. (2014). Mapas conceptuales como estrategia de enseñanza-aprendizaje en las ciencias ambientales. *Itinerario Educativo*, 64, 163-176.
- Sistema Integrado de Información Universitaria (SIIU). (2016-2017). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. *Número total de estudiantes matriculados, por tipo de universidad, tipo de centro, sexo, ciclo y rama de enseñanza*. Recuperado de <http://estadisticas.mecd.gob.es>

- Sivan, A. (2000). The Implementation of Peer Assessment: an Action Research Approach. *Assessment in Education*, 7(2), 193-213.
- Tirado, F., Santos, G. y Tejero, D. (2013). La motivación como estrategia educativa: Un estudio en la enseñanza de la botánica. *Perfiles Educativos*, 139, 79-92. DOI: 10.1016/S0185-2698(13)71810-5
- Traverso-Rivón, I., Balderas-Alberico, A., Dodero, J., Ruiz-Rube, I. y Palomo-Duarte, M. (2016). Evaluación sostenible de experiencias de aprendizaje basado en proyectos. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 19-43. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/2010/201045992002/>
- Tünnermann-Bernheim, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, 61(48), 21-32.
- Uno, G. E. (2009). Botanical literacy: What and how should students learn about plants?. *American Journal of Botany*, 96, 1753-1759. [https://www.jstor.org/stable/27733513?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/27733513?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Valverde, G., Jiménez, R. y Viza, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de apertura. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1), 59-70.
- Vera Vélez, L. (2008). La Rúbrica y la Lista de Cotejo. *Departamento de Educación y Ciencias Sociales. Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de Ponce*. Recuperado de [www.quadernsdigitals.net/index.php?](http://www.quadernsdigitals.net/index.php?)
- Wynn, A. N., Pan, I. L., Rueschhoff, E. E., Herman, M. A. B. & Archer, E. K. (2017). Student Misconceptions about Plants – A First Step in Building a Teaching Resource. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 18(1), 1-4.

## 6. ANEXOS

### ANEXO 1. EVALUACIÓN INICIAL.

- 1.1. Ideas alternativas sobre la reproducción sexual de las plantas, extraído de Wynn et al., 2017.
- 1.2. Cuestionario para detectar la actitud de los alumnos hacia el estudio de las plantas y las ideas previas sobre la reproducción sexual de las plantas.

### ANEXO 2. ACTIVIDADES REALIZADAS.

### ANEXO 3. PROTOCOLOS PROPORCIONADOS A LOS ALUMNOS

- 3.1. Trabajos prácticos.
- 3.2. Guión aportado a los alumnos para el proyecto de *podcasting*.

### ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ALUMNOS DEL PROYECTO PODCASTING.

### ANEXO5. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN.

### ANEXO 6. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.