

## TRABAJO FIN DE MÁSTER

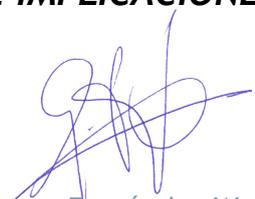
---

**Titulación: Máster**  
**Universitario en Educación**  
**Secundaria**

## PROYECTO DE INNOVACIÓN

***APLICACIONES DEL PROYECTO NOMENPLANTOR EN EL APRENDIZAJE DE  
BOTÁNICA E IMPLICACIONES EN LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS CLAVE***

Firma:

  
Guillermo Fernández Weigand

Fecha: 15 julio 2020

## RESUMEN

La pérdida de vocaciones científicas, y particularmente botánicas, es un hecho que se produce cada vez de forma más preocupante. Este problema tiene graves repercusiones sobre aspectos importantes del futuro. El ciudadano medio posee una escasa valoración y la pérdida de su biodiversidad genera en él una mínima preocupación. Su desdén hacia las plantas ha sido bautizada como “*ceguera a las plantas*” y la incapacidad generalizada para reconocer especies como “*brecha taxonómica*”.

La capacidad para reconocer las especies más cercanas es una habilidad que el alumno debería haber adquirido en la Educación Primaria. Durante la Educación Secundaria Obligatoria, los alumnos adquieren conocimientos taxonómicos para el uso de claves de identificación. La realidad es que a los alumnos se les dota de conocimientos sobre sistemática sin haber adquirido suficientes conocimientos sobre las especies vegetales más comunes.

El problema es de origen complejo, influyendo en él elementos de diversa índole. Uno de los problemas principales hasta el momento, era la falta de un el material didáctico adecuado, personalizable hasta tal punto de disponer de claves de identificación específicas que representen la casuística de las especies del entorno de cualquier centro educativo.

El presente trabajo estudia las posibilidades prácticas en una actividad de identificación de plantas con alumnos de Instituto de Educación Secundaria, de una herramienta tecnológica, NomenPlantor, que genera claves adaptadas al centro, al nivel de los alumnos y con una razonable perspectiva para servir de estrategia que facilite que los alumnos se interesen por el aprendizaje de la botánica.

## PALABRAS CLAVE

NomenPlantor, biodiversidad, Educación Secundaria, identificación de plantas, competencias clave.

## ABSTRACT

The loss of scientific, and particularly botanical, vocations is a fact that is increasingly worrying. This problem has serious repercussions on important aspects of the future. The average citizen has a low valuation and they generate a minimum awareness of the loss of their biodiversity. Their disdain for plants has been dubbed “*plant blindness*” and the general inability to recognize species as “*taxonomic gap*”.

The ability to recognize the closest species is a skill that the student should have acquired in Primary Education. During Compulsory Secondary Education, students acquire taxonomic knowledge for the use of identification keys. The reality is that students are given knowledge about systematics without having acquired enough knowledge about the most common species.

The problem has complex origin, influencing elements of various kinds. One of the main problems so far was the lack of adequate educational material, customizable to such an extent that specific identification keys were available to represent the casuistry of the species in the environment of any educational center.

This work studies the practical possibilities in a plant identification activity with students of a High School of Secondary Education, with a technological tool, NomenPlantor, which generates keys adapted to the center, to the level of the students and with a reasonable perspective to serve as a strategy that facilitates to increase students' interest in learning botany.

## KEY WORDS

NomenPlantor, biodiversity, Secondary Education, plants identification, key competences.

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. JUSTIFICACIÓN.....	7
2.1    Diagnóstico de la situación.....	8
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	10
4. MARCO TEÓRICO .....	11
4.1    El modelo constructivista .....	11
4.2    El currículo vigente .....	12
4.3    El uso de las TIC en el aula.....	14
4.4    La identificación de especies.....	15
4.5    La clave de identificación NomenPlantor para el IES.....	21
4.6    Ventajas y desventajas del uso de claves de identificación NomenPlantor .....	22
5. MARCO EMPÍRICO .....	23
5.1    Descripción del contexto.....	23
5.1.1    El centro de educación y el grupo aula .....	23
5.1.2    Las competencias clave .....	24
5.1.3    Objetivos, contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje.....	27
5.2    Ámbitos de mejora .....	28
5.3    Objetivos de la propuesta .....	29
5.4    Cronograma.....	29
5.5    Metodología del proyecto innovador .....	30
5.6    Desarrollo de la innovación.....	32
5.6.1    Temporalización .....	32
5.6.2    Actividades .....	33
5.6.3    Evaluación del proceso de aprendizaje .....	43
5.6.4    Evaluación del proceso de enseñanza.....	46
5.7    Recursos .....	48
5.8    Agentes implicados .....	49
5.9    Resultados hipotéticos .....	49
6. CONCLUSIONES .....	51
7. LIMITACIONES .....	52
8. PROSPECTIVA.....	53
9. BIBLIOGRAFÍA .....	55
10. ANEXOS.....	60
10.1    ANEXO I. Encuesta sobre relación entre conocimiento de las especies del entorno y la valoración de la biodiversidad.....	60
10.2    ANEXO II. Organigrama del centro .....	66
10.3    ANEXO III. Desarrollo de la actividad con aportación detallada de información botánica .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del equipamiento TIC en las viviendas.....	14
Figura 2. Ejemplo de clave dicotómica básica para plantas.....	16
Figura 3. Etiquetas QR y RFID.....	20
Figura 4. Clave publicada en NomenPlantor.com para las especies del centro.....	22
Figura 5. Elementos del interfaz.....	35
Figura 6. Enlace a la Wiki Botanipedia bajo el texto de ayuda.....	36
Figura 7. Cuestión numérica para seleccionar la longitud de la hoja.....	36
Figura 8. Pantalla con el resultado del proceso mostrando la traza.....	37
Figura 9. Imagen el parque del Ferial junto al IES.....	39
Figura 10. Pinsapo del parque anexo con sus estróbilos desescamándose para liberar las semillas.....	40
Figura 11. Grupos principales de plantas terrestres para proyectar en clase.....	44
Figura 12. Evolución de los grupos de las plantas terrestres.....	44
Figura 13. Lupa USB para proyección en la pantalla del aula.....	49
Figura 14. Encuesta de relación entre conocimiento de especies y cultura de la biodiversidad.....	65
Figura 15. Organigrama del IES.....	66
Figura 16. Trazo de la identificación del Pinus pinea.....	67
Figura 17. Pantalla final del proceso mostrando la traza seguida por el alumno.....	68
Figura 18. Variación de la traza al dejar de contestar las cuestiones numéricas.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de hitos significativos del proyecto de innovación.....	30
Tabla 2. Temporalización de las sesiones de la actividad.....	33
Tabla 3. Tabla para la evaluación inicial.....	45
Tabla 4. Evaluación continua durante las sesiones.....	45
Tabla 5. Modelo de examen final para comprobar el nivel adquirido por los alumnos.....	46
Tabla 6. Cuestionario para evaluación del proceso de enseñanza.....	47
Tabla 7. Recursos, agentes y procedimientos necesarios para realizar la actividad.....	48

## LISTADO DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	SIGNIFICADO
<b>AICLE</b>	Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lengua Extranjera
<b>AMPA</b>	Asociación de Madres y Padres de Alumnos
<b>CCAA</b>	Comunidades Autónomas
<b>CCNN</b>	Ciencias naturales
<b>CSIC</b>	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
<b>ESO</b>	Educación Secundaria Obligatoria
<b>FPB</b>	Formación Profesional Básica
<b>IES</b>	Instituto de Enseñanza Secundaria
<b>JCCM</b>	Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha
<b>LGE</b>	Ley General de Educación
<b>LODE</b>	Ley Orgánica del Derecho a la Educación
<b>LOE</b>	Ley Orgánica de Educación
<b>LOGSE</b>	Ley de Ordenación General del Sistema Educativo
<b>LOMCE</b>	Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa
<b>LOMLOE</b>	Ley Orgánica de Mejora de la Ley Orgánica de Educación
<b>NFC</b>	<i>Near Field Communication</i> o Comunicación de Campo Cercano
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>PDF</b>	<i>Portable Document Format</i> (Formato de Documento Portátil)
<b>PDI</b>	Pizarra Digital Interactiva
<b>PEC</b>	Proyecto Educativo del Centro
<b>PGA</b>	Programación General Anual
<b>PMAR</b>	Programa para la Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento
<b>QR</b>	<i>Quick Response</i> (Respuesta Rápida)
<b>RD</b>	Real Decreto
<b>RFID</b>	<i>Radio Frequency Identification</i> (Identificación por Radio Frecuencia)
<b>TFM</b>	Trabajo Fin de Máster
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y de la Comunicación
<b>UNESCO</b>	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
<b>URL</b>	<i>Uniform Resource Locator</i> (Localizador Uniforme de Recursos o “dirección Web”)

## 1. INTRODUCCIÓN

Mientras que cada día hay más población preocupada por problemas ambientales tales como el cambio climático, la contaminación o el agujero de ozono, la mayoría ignoran un problema mucho más crítico para el futuro del planeta y de la humanidad; el empobrecimiento de la biodiversidad a todos sus niveles (genes, especies y ecosistemas) (Crisci, 2001).

En relación con la importancia de la biodiversidad, de la concienciación colectiva y del futuro de la humanidad, conviene hacerse eco de las palabras de Koichiro Matsuura, director general de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO):

Se necesita un esfuerzo enorme en el tema educación y biodiversidad con el objeto de crear una conciencia global de los problemas que afrontamos. Sólo una sociedad educada sobre la biodiversidad puede crear las condiciones que nos lleven a un futuro sostenible. La UNESCO está desarrollando junto a otros organismos una nueva iniciativa global en esta dirección, que tendrá como objetivo la educación, el entrenamiento, y el desarrollo de una conciencia pública sobre el tema biodiversidad (Matsuura, 2000, citado en Crisci 2001, p. 265)

En definitiva, no sólo se trata de un cambio social y político necesario; la educación debe tomar parte en ello con todos los medios a su alcance. El consenso científico es unánime: las consecuencias, en caso de optar por la inacción, pueden ser desastrosas.

Por otra parte, la educación en los valores de la protección de la biodiversidad no está exenta de dificultades operativas. Es fácil constatar que se produce, durante el proceso educativo, una descontextualización de los materiales curriculares utilizados -por ejemplo, los libros de texto- como base para el aprendizaje, “no aportando éstos una base conceptual, procedimental y axiológica útil para fundamentar y orientar la interpretación crítica y la toma de decisiones sobre la problemática de conservación de la biodiversidad” (García y Martínez, 2010, p. 182). Es decir, son textos que no ayudan a que el alumno sea consciente de que la protección de la biodiversidad es un problema cercano que afecta a todos en la calidad de vida y el futuro.

Esta descontextualización no sólo ocurre por la elección de las temáticas y actividades de los libros de texto que, necesariamente, deben tratar problemáticas generales y de gran impacto, no pudiendo pormenorizar en situaciones específicas de cada población o centro educativo, por razones obvias. También ocurre por la reducida base de conocimientos sobre sistemática de las especies que los alumnos poseen en relación con el entorno en el que se desarrollan. Diversos autores han planteado la sistemática -con sus errores y deficiencias actuales- como uno de los elementos clave para mejorar la capacidad para conservar y utilizar la biodiversidad (Crisci, 2006).

La sociedad occidental, y por tanto la española también, ha sufrido en las últimas décadas un deterioro en el nivel de conocimiento de un área concreta que, durante siglos, fue de importancia extrema para la propia supervivencia: el conocimiento práctico de las plantas de su entorno (Verde y Fajardo, 2003).

Las razones de este deterioro, *a priori*, pueden ser varias, pero, en resumen, tienen relación con el cambio de una vida mayoritariamente rural a otro mayoritariamente urbano, fenómeno que lleva sucediendo hace ya varios siglos pero que se ha intensificado en España en las últimas décadas por causas complejas (Collantes y Pinilla, 2020).

Sin querer entrar en disquisiciones sociológicas sobre las causas de dicho cambio social, de lo que no cabe duda es de que, ese cambio, ha conllevado a su vez mejoras en algunos aspectos culturales, facilidades de acceso a formación, actividades divulgativas, museos, representaciones teatrales, exposiciones... pero también de deterioros en otros aspectos. En particular, y dentro de los deterioros más llamativos, está el del menosprecio, como aseguran Verde y Fajardo (2003), que la sociedad actual posee de los conocimientos tradicionales de sus mayores, a veces menospreciados por ellos mismos.

Mientras que los antepasados de la humanidad no hace muchas generaciones, en su gran mayoría, eran capaces de reconocer multitud de especies vegetales y su aplicación alimentaria, condimentaria,

sanitaria, tintórea, textil, constructiva, etc. -se puede afirmar que su supervivencia y la de su propia familia dependía de ello- hoy en día, por el contrario, es un conocimiento que sólo está al alcance de muy pocos. Las consecuencias de este deterioro cultural son múltiples, pero ninguna buena. Una consecuencia, a veces de resultados letales, es la dificultad para diferenciar plantas cuyos frutos son tóxicos, de plantas cuyos frutos son comestibles y que tienen similitudes, a menudo fácilmente diferenciables (Alonso et al., 1997).

En el presente trabajo se pretenden analizar las posibilidades educativas del *Proyecto NomenPlantor*, un conjunto de aplicaciones en la nube, de acceso libre y con personalización, que posibilita al estudiante no sólo la identificación de plantas, objetivo que ya es posible conseguir con un cierto grado de éxito gracias a herramientas (“apps”) de reconocimiento por imagen, sino de algo, si cabe, de mayor relevancia educativa; se trata de herramientas que permiten a los alumnos **aprender a identificar** especies vegetales. Agrupan un conjunto de aplicaciones en la nube que abren las puertas, de forma accesible y amena, al conocimiento de la sistemática y de la biodiversidad vegetal.

Las claves de identificación NomenPlantor son unas herramientas enmarcadas en un proyecto en el que convergen otros desarrollos tecnológicos, denominado en su conjunto Proyecto NomenPlantor. Entre los desarrollos que pertenecen a dicho proyecto, además de las claves, está la Wiki Botanipedia (<https://www.botanipedia.org>), con artículos botánicos de carácter enciclopédico, redactados con fines educativos y que enriquecen el uso de las claves NomenPlantor.

Otro desarrollo dentro del propio proyecto es *Herbarium* (<https://herbarium.nomenplantor.org>), una plataforma en la nube que permite generar pliegos de herbario en formato digital para ser insertados en cualquier página Web.

Por último, es necesario mencionar en este apartado la galería de imágenes de NomenPlantor (<https://galeria.nomenplantor.org>), vinculada a las ayudas de las claves NomenPlantor y a los artículos de Botanipedia (y que podría también servir como fuente de imágenes a *Herbarium*) y que, en la actualidad, alberga más de 2.000 imágenes de carácter botánico, organizadas tanto por caracteres como por especies.

A pesar de sus, *a priori*, cualidades como herramienta educativa, quizá por haber sido desarrollado de forma privada, con escasos medios para su divulgación, el Proyecto NomenPlantor apenas ha tenido repercusión entre los profesionales del ámbito educativo, en comparación con otras herramientas de identificación con una filosofía similar, pero con cualidades, en algunos aspectos, con notables diferencias. Sin embargo, dichas herramientas parecen haber dispuesto de mayores y mejores medios para su difusión. Si sus cualidades son, efectivamente, superiores en algunos aspectos, como se menciona en su Web de divulgación (<https://www.nomenplantor.com>) es objetivo de este Trabajo Fin de Máster (TFM) comprobar que es así.

En este trabajo se acometerá la tarea de analizar qué aportaciones puede realizar el *Proyecto NomenPlantor* a la adquisición de competencias clave en educación, cómo encajarlo en el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), cómo solucionar las dificultades para su implantación y la función de los agentes implicados.

Se realizará un trabajo de campo materializado en una serie de experiencias en el aula con alumnos de 1º de la ESO, en donde éstos, con la guía del docente, aprenderán a reconocer las especies del interior del recinto y de los alrededores del Instituto, con objeto de que, con los conocimientos adquiridos, elaboren, para la asignatura de Biología y Geología, un herbario clásico, con material recolectado.

Se evaluarán los resultados obtenidos y se elaborarán unas conclusiones a partir de dichos resultados. Posteriormente, el trabajo finaliza con un apartado en el que se recopilan propuestas que aprovechen la experiencia acumulada y aumenten así las posibilidades de su aplicación práctica, mediante el diseño de estrategias didácticas coherentes con el objetivo de desarrollo competencial.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Como se comentó en la introducción, la vida en la ciudad ha conllevado cambios importantes y, entre ellos, una especialización de tareas y una progresiva desconexión de muchas de las fuentes de las necesidades humanas. En este contexto, el conocimiento de las especies vegetales ya no supone una diferencia importante entre una subsistencia segura y feliz y otra complicada y peligrosa. Sin embargo, este cambio ha tenido una consecuencia inesperada. La cultura de conocimiento de las plantas que, durante generaciones, era herencia de padres a hijos, ha sufrido una brusca interrupción. Ya casi nadie sabe cómo se llaman las especies que crecen en las zonas verdes de sus ciudades o las especies silvestres que florecen en los campos que la rodean. Esta desconexión, es el caldo de cultivo perfecto para la desconsideración con las plantas y con la valoración de su biodiversidad -y, con su vertiente práctica más directa, el desarrollo económico sostenible (Amprazis y Papadopoulou, 2020)- habiendo éstas pasado de un lugar privilegiado en la vida de los seres humanos a, en muchos casos, elementos molestos que ensucian, deterioran las instalaciones y producen problemas de salud tales como las alergias o plagas. Sin embargo, prácticamente es un consenso universal la idea de que cuando los individuos poseen conocimiento de las especies de su entorno más cercano se genera una estrecha relación positiva con la valoración por la protección de la biodiversidad. Véase el resultado de la encuesta realizada sobre el tema en el anexo I.

Paralelamente, la ciencia de la botánica ha seguido su desarrollo, como tantas otras ramas de la ciencia. Sin embargo, como ocurre en muchos casos, cuanto más avanza la ciencia y su hermana menor, la tecnología, sucede, como sostenía Arthur C. Clarke cuando formuló su famosa tercera ley, la tecnología avanzada no es posible distinguirla de la magia (Clarke, 1977), obviamente refiriéndose a aquellos que no la comprenden. En esa situación, las personas sin conocimientos científicos dejan de tener una comprensión suficiente sobre el funcionamiento de la realidad estudiada por la ciencia y, a menudo, crean explicaciones paralelas sean o no comprobables, o bien, sencillamente, la ignoran.

Los botánicos en España, lugar de una riqueza florística envidiable para cualquier botánico europeo, manejan un número de especies abrumador y, para ello, utilizan una terminología descriptiva y unos conocimientos de la morfología vegetal que está totalmente fuera del alcance de cualquier individuo medio. Es algo completamente lógico y no es de extrañar. La consecuencia es que las herramientas que los botánicos han elaborado para su propio uso para la identificación de especies vegetales están a un nivel muy superior al nivel del ciudadano normal. Se ha creado un gran vacío entre los conocimientos científicos botánicos y la ciudadanía. Intentar enseñar a reconocer y a valorar las especies más cercanas con las herramientas que los científicos han creado para ellos mismos, es complicado ya que resultan demasiado sofisticadas para los fines docentes del nivel de la ESO: son necesarias herramientas específicamente diseñadas.

En cuanto al papel que ejercen los docentes, en buena parte de los casos, éstos confiesan no ser capaces de aprovechar sus conocimientos académicos para facilitar la tarea. En ocasiones, la formación del docente no es suficiente, a pesar de pertenecer a la rama de las Ciencias Naturales (veterinarios, biólogos de la rama sanitaria, licenciados en medicina, biólogos moleculares, nutrición humana...) en las que su formación ofrece pocas oportunidades para aprender botánica (Mayoral, 2019).

El bajo nivel de conocimientos botánicos se observa también en el nivel académico de los textos utilizados. Como muestra de esta afirmación, se puede analizar el libro de texto de la asignatura de Biología y Geología (Bentué, Balaguer, Martín, Martínez y Padrós, 2015) de la editorial edebé de 1º ESO, donde separa las plantas terrestres en plantas sin flor y plantas con flor (temas 11 y 12), incluyendo entre las plantas con flor a las gimnospermas. En lugar de la división propuesta en el libro, lo correcto hubiera sido, al aunar en el tema 12 las gimnospermas y angiospermas, dividir las plantas sin semilla y plantas con semilla, como se considera la división actualmente (que una planta sea capaz de producir semilla no equivale a que pueda producir flores; ambas capacidades fueron evoluciones diferentes, en momentos evolutivos distintos, la generación de las flores posterior a la generación de semillas).

Es importante recordar que la tradición en la transmisión de la cultura de conocimiento de las plantas jamás recayó en la ciencia; siempre fue una parte de la cultura popular (Pardo de Santayana, Morales, Tardío y Molina, 2018). El problema que ha surgido en la actualidad es que esa cultura popular, estudiada por la etnografía, ha dejado de ejercer su influencia en este sentido. Las generaciones mayores ya no son capaces o no están interesadas en transmitir a las generaciones más jóvenes algo que a ellos mismos posiblemente nunca les transmitieron o, si lo hicieron, fue en un entorno muy diferente.

Si es de interés una mejora en la concienciación medioambiental, una mayor sensibilización con el mundo natural y físico más cercano y profundizar en el conocimiento y valoración de la biodiversidad, encontrar una forma que ayude a recuperar la cultura del conocimiento de las plantas resulta de una importancia fundamental.

Pero el problema no sólo afecta a la protección medioambiental. La reconexión social con la cultura tradicional, esto es, la etnobotánica, el manejo de terminología con una etimología interesante para cualquier lingüista, el manejo práctico de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) para el proceso de identificación y su enriquecimiento con información posterior a la determinación de las especies, la potenciación del trabajo en grupo y el paso subsiguiente al trabajo autónomo, donde se dota al alumno de las herramientas para aprender a aprender, la utilización de segundas lenguas en el proceso, permitiendo introducir la metodología del Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas (AICLE), la potenciación de la capacidad de observación y su sistematización acercando a los alumnos de forma natural al método científico... Este marco metodológico hace que la utilización de herramientas como las que propone el *Proyecto NomenPlantor*, en particular, las claves de identificación *NomenPlantor* personalizadas para el nivel y las especies de un determinado centro educativo, los artículos de ampliación de conocimientos de la Wiki *Botanipedia* y la generación de pliegos de herbarios digitales para ser publicados por los alumnos en *Herbarium*, puedan aportar un valor al currículo de la ESO de gran riqueza, para buena parte de las áreas impartidas.

## 2.1 Diagnóstico de la situación

En primer lugar, es obligatorio constatar la falta de unos materiales didácticos adaptados a las necesidades de aprendizaje y al nivel de los alumnos, que se puedan utilizar concretamente para el aprendizaje de la identificación de las especies del entorno más cercano, como libros de texto, publicaciones, sitios Web, claves de identificación, herramientas informáticas, etc. Las especies del centro educativo y su entorno forman un conjunto único, posiblemente similar en cierta cantidad de especies al de otros centros educativos, pero singular y exclusivo, lo que hace imposible, en la práctica, que las editoriales puedan ofrecer tal nivel de personalización en sus libros, ni aún en otros materiales didácticos digitales, al menos con los medios y materiales utilizados en la actualidad.

Dentro del diagnóstico de la situación, hay que mencionar las especies utilizadas en las prácticas de identificación. La utilización de especies silvestres, mayoritariamente elegidas cuando se hacen actividades de este tipo, aunque se trata de un material perfecto para su aplicación, resulta de difícil acceso, al menos si se tiene en cuenta las especies de tipo leñoso, más sencillas de identificar por sus características. La organización de excursiones al medio natural no está exenta de dificultades y peligros: el elevado número de alumnos por grupo (con la consiguiente dificultad de control), riesgos derivados de las propias visitas al medio natural (menos predecible que el medio urbano), dificultades económicas derivadas del necesario gasto en el flete de transporte adecuado, alteraciones en el calendario escolar de otras asignaturas al ser necesario utilizar jornadas completas para las actividades, etc. (Elósegui, 2012). Esta situación se revierte cuando se plantea la utilización de las especies ornamentales más próximas, lo que se puede denominar “botánica de cercanía”, permitiendo actividades fuera del aula que se pueden realizar sin necesidad de un transporte especial ni de ocupar horario de otras asignaturas, además de reducir el resto de las dificultades y riesgos mencionados. No se trata de sustituir completamente las visitas al medio natural, de un gran valor educativo no sólo para el reconocimiento de especies, sino por las múltiples aportaciones que dichas visitas pueden enriquecer el estudio de las

Ciencias Naturales. En cambio, si lo que se pretende es la repetición y el refuerzo, base de un aprendizaje de calidad, se debe pensar en el diseño de experiencias didácticas al aire libre en un entorno mucho más accesible y próximo.

Otro aspecto a considerar es la formación en botánica que poseen, en líneas generales, los docentes de ESO que, aun conociendo un cierto número de especies silvestres, no son capaces de reconocer, *de visu*, buena parte de las especies con las que cuenta su centro y las zonas verdes colindantes (Mayoral, 2019). Es habitual que su formación botánica, cuando la recibieron, se centrara en especies silvestres y en manejar claves taxonómicas que, mayoritariamente, están diseñadas para el reconocimiento de la flora autóctona y no sirven al 100% para las especies de proximidad, es decir, de las especies de calles y jardines. Como se comenta en el párrafo anterior, la puesta en valor de estas especies de cercanía como un excelente material didáctico, es otra de las mejoras propuestas en este TFM. Las herramientas de identificación a utilizar en las prácticas deberían estar preparadas para ofrecer el mismo nivel de aprendizaje para especies del entorno natural como para las especies urbanas.

Es evidente, por otra parte, una creciente falta de interés de la sociedad en general, principalmente en las grandes ciudades, por el conocimiento de las especies vegetales, lo que “puede parecer algo del pasado o más propio de las zonas rurales” (Vilches y Rendón, 2002, p. 10). A lo largo de la introducción de este trabajo, se mencionó la merma creciente en la cultura del conocimiento de las plantas que ha sufrido la sociedad, fruto, entre otras cosas, de un creciente desapego y desinterés hacia ellas. La educación no ha sido ajena a esta circunstancia y, lejos de intentar mitigar este desinterés, es una hipótesis plausible que haya sido participe, al no poner los medios adecuados y suficientes para evitarlo, como sugiere el reciente artículo de Amprazis y Papadopoulou en el que se plantean las consecuencias de la “ceguera a las plantas” (Amprazis y Papadopoulou, 2020).

Relacionado con la idea anterior, hay que constatar el bajo interés demostrado por los propios alumnos hacia el medio natural, en especial hacia el mundo vegetal, resultado de la vida desarrollada en entornos mayoritariamente urbanos y alimentada por los propios medios de comunicación que, a menudo, en los reportajes sobre la naturaleza, la vegetación no es más que “un decorado sobre el que se mueven los animales” (Vilches y Rendón, 2002, p. 11). Además, la inmersión del alumno en un sistema educativo con fuerte peso académico, que pocas veces aprovecha el medio natural más cercano como un espacio de ampliación del propio aula. Demostrar a los alumnos que la naturaleza está mucho más cerca de lo que piensan y que ésta es sorprendente, incluso cuando ha sido domesticada y han sido reducidos los riesgos inherentes al espacio natural, que sigue siendo fascinante y que, igualmente, es un lugar para la experimentación científica y el descubrimiento. Sin duda, dicha cercanía puede ser una puerta abierta a fomentar la motivación por el estudio del medio natural.

Por último, y quizá como aspecto de mayor trascendencia en lo que concierne a la educación en la actualidad, el reducido peso que ha adquirido en el currículo de la ESO, el conocimiento de las especies, y no sólo de las vegetales. Como muestra de ello, en el vigente Decreto 40/2015 de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (JCCM) en el que se regulan las materias y contenidos de la ESO y de Bachillerato, únicamente en los estándares de aprendizaje evaluables del Bloque 3 “La biodiversidad en el planeta Tierra” de la asignatura de Biología y Geología de 1º de la ESO (la única asignatura de toda la ESO en donde se trata el tema de la identificación de especies), se mencionan, en relación a la adquisición del conocimiento de las especies del entorno, los siguientes:

5.3. *“Relaciona animales y plantas comunes con su grupo taxonómico aplicando criterios de clasificación”.*

7.1. *“Clasifica organismos comunes a partir de claves dicotómicas sencillas”.*

11.1. *“Identifica especies de plantas y animales en peligro de extinción o endémicas”.*

Teniendo en cuenta que los estándares de aprendizaje evaluables citados se engloban dentro de los setenta y siete que abarcan toda la mencionada asignatura de 1º de la ESO, se puede comprender que

el tiempo material a emplear en el aula para la identificación de especies y su clasificación taxonómica no puede materializarse en un adecuado número de horas. Al menos, en esa idea coincide la mayoría de los educadores participantes en la encuesta sobre relación entre conocimiento de las especies del entorno y la valoración de la biodiversidad (anexo I), donde el 84,6% de los encuestados estimaron que los alumnos acaban sus estudios sin un conocimiento básico de las especies de plantas y animales más comunes a su alrededor y el 46,2% consideraron que se deberían emplear 10 o más horas en esta tarea.

Es la falta de tiempo durante el horario lectivo lo que hace que la adquisición de destrezas en la identificación y clasificación de especies se deba dejar en manos del tiempo que los alumnos puedan emplear libremente fuera del aula (competencia autodidacta o de *aprender a aprender*), o bien, de la realización de actividades extraescolares organizadas, a menudo, por la Asociación de Madres y Padres de Alumnos (AMPA), o de otras organizaciones, a menudo cercanas a la propia Administración Pública (Aulas de la Naturaleza, Centros Culturales, Jardines Botánicos, etc.).

### 3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo general de este TFM es el desarrollo de un proyecto de innovación con el fin de comprobar las cualidades didácticas de una herramienta TIC denominada NomenPlantor, diseñada para facilitar el acceso a conocimientos botánicos a alumnos con conocimientos sobre el tema muy elementales, mediante el desarrollo de una propuesta en el aula dividida en varias sesiones, donde los estudiantes aprenderán a identificar especies por sí mismos, dirigida de forma abierta a estudiantes de todos los niveles de un centro de educación secundaria.

Para conseguir este objetivo, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- Promover la adquisición en los alumnos, de forma significativa, de habilidades y actitudes positivas en el marco de las competencias clave.
- Comprobar la eficiencia en el reconocimiento de las especies trabajadas con los alumnos.
- Aumentar la motivación de los estudiantes por el conocimiento de las especies vegetales y la concienciación por su biodiversidad.
- Desarrollar habilidades de observación y de trabajo con metodología científica y mejorar su valoración como medio para obtener certezas en el conocimiento de la realidad física.

La hipótesis que se plantea es que el uso de las claves NomenPlantor fortalece y, a la vez, trasciende el ámbito científico. Con su uso se desarrolla la capacidad de observación, el análisis metódico y el método de trabajo científico, pero de una forma participativa y motivadora y conectada con el mundo real, fomentando el contacto de los alumnos con la naturaleza, con una filosofía constructivista y dando sentido a lo aprendido siguiendo los parámetros de un aprendizaje significativo. Con esta metodología y siguiendo la estrategia propuesta, se pretende conseguir un acercamiento sencillo al mundo de las plantas, espacio a menudo considerado como inaccesible para el gran público -el denominado *Taxonomic gap* (Goëau et al., 2013)- no sólo a su identificación, sino al del conocimiento profundo de sus detalles morfológicos, que vinculan su aprendizaje con una mayor valoración de la biodiversidad botánica, aspecto fundamental para promover su protección. Además, y es aquí donde se plantea la trascendencia sobre el ámbito científico, con su utilización se estima que se desarrollan otras habilidades tales como el manejo del lenguaje, tanto en lengua materna como en segundas lenguas, potencian la capacidad autodidacta, el manejo de las TIC, el espíritu cívico y la sensibilidad cultural y estética (en particular estos últimos aspectos se desarrollan cuando se trabaja con especies ornamentales). Todas las habilidades citadas se enmarcan en lo que en la actual ley de educación se han denominado competencias clave (Art 2, Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, p. 6988).

## 4. MARCO TEÓRICO

La enseñanza de las Ciencias Naturales, al mismo tiempo que las enseñanzas de otras áreas, ha recibido un impulso renovador especialmente intenso en las últimas décadas. Este impulso se debe, sobre todo, a la puesta en práctica de modelos basados en teorías sobre cómo son adquiridos los conocimientos por parte de las personas, es decir, basados en modelos de la teoría cognitiva (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983).

A partir de modelos didácticos basados únicamente en la exposición sistemática de conocimientos, es decir, la clásica clase magistral, los nuevos modelos ponen al alumno como centro del proceso de enseñanza/aprendizaje, lo que conlleva necesariamente un enfoque individualizado de construcción de conocimientos.

Con el nuevo enfoque, es necesario analizar lo que el alumno sabe, su forma de adquirir nuevos conocimientos, sus intereses y motivaciones y el marco real en el que se desenvuelve. Todo ello permite al docente establecer metodologías didácticas donde poder ayudar a cada alumno a crear su propio andamiaje cognitivo, donde el nuevo conocimiento ofrecido es generador de un conflicto cognitivo personal y el docente ofrece estrategias adecuadas para que cada alumno encuentre su propia forma de resolverlo. Es lo que se ha denominado el modelo constructivista. Se trata de un modelo que se ha puesto de moda en el ámbito de la enseñanza, cuya definición aglutina un amplio abanico de posturas, a veces contrapuestas, como aseguran Anderson, Reder y Simon (2014).

### 4.1 El modelo constructivista

Para llegar a comprender el modelo constructivista es necesario conocer la evolución histórica de las corrientes psicológicas que han influenciado la enseñanza.

En esta evolución histórica es imprescindible tomar como referencia el modelo conductista, que dominó las primeras décadas del siglo XX, tanto en la educación como en otras áreas relacionadas con la psicología. En el modelo conductista, las circunstancias psicológicas de los alumnos eran ignoradas por la razón de que se estimaba que los procesos internos de la mente no eran científicamente observables. Únicamente eran objeto de estudio científico las conductas humanas, éstas sí, fácilmente observables por parte de los científicos y, por tanto, susceptibles de estudio sistemático. A principios del siglo XX el modelo conductista fue un enfoque que permitió establecer los principios del aprendizaje por condicionamiento, tanto el *condicionamiento clásico* como el *condicionamiento operante*. Destaca en este enfoque el psicólogo B.F. Skinner que, aunque fallecido en 1990, sigue teniendo influencia en la actualidad en conductismos de segunda generación (Pérez-Acosta, Guerrero y López, 2002). Con este modelo, el educador únicamente presta atención a la modulación de la conducta del alumno, sin prestar atención especial a sus procesos psicológicos.

Es obvio, en la actualidad, que esta concepción limitada de la mente como *caja negra*, se ha mostrado obsoleta e insuficiente, al menos para atender las necesidades complejas que plantea la enseñanza, si bien, sigue teniendo aplicación práctica con éxito a situaciones de alumnos con limitaciones cognitivas como son los autistas, o con problemas relacionados con alumnos con conducta agresiva.

Sólo fue gracias al desarrollo de otras áreas del conocimiento tales como la ingeniería computacional, con sus similitudes con el funcionamiento del cerebro y su disponibilidad para realizar estudios estadísticos de la población, o el avance en los conocimientos del funcionamiento del sistema nervioso y del cerebro en particular, lo que permitió seguir avanzando en el estudio de la mente y sus procesos internos. Gracias a ello, el conocimiento humano comenzó a ser objeto de estudio derivando en las teorías que fueron denominadas conjuntamente *cognitivismo*. Con este modelo, el docente no sólo es un mero trasmisor de conocimientos, pasando a tener una tarea fundamental en ser capaz de reconocer los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje de sus alumnos, detectando los indicadores comportamentales que señalan los condicionantes personales de los escolares ante el aprendizaje y su reacción ante los nuevos conocimientos (Velasco, García y Linares, 2012). Varios autores del siglo XX

fueron claves en el desarrollo del cognitivismo. Cabe destacar a Jean Piaget (1896-1980), Jerome Bruner (1915-2016), Lev Vygotsky (1896-1934), David Ausubel (1918-2008), etc.

A partir del cognitivismo, de la comprensión de los procesos internos del aprendizaje, surgió la necesidad de mejorar las relaciones entre el docente, el alumno y el mundo real. El alumno, a partir de ahora, pasa a ser el centro del proceso de enseñanza/aprendizaje, puesto que son sus procesos cognitivos internos los que marcan el foco de la metodología didáctica. El docente, como guía del aprendizaje de sus alumnos, debe fomentar la iniciativa personal de cada uno de ellos. También debe seleccionar materiales extraídos del mundo real con objeto de que los alumnos establezcan relaciones significativas que no sólo les resulten motivantes, sino útiles. Debe investigar cuál es el nivel de conocimiento previo que cada alumno trae consigo y aporta a la clase. Debe generar conflictos cognitivos que sirvan de aliciente a la búsqueda de una reconfiguración del pensamiento... En definitiva, debe ser un guía para la construcción del conocimiento de cada uno de sus alumnos, para facilitar un andamiaje cognitivo sólido que vaya creciendo nivel a nivel. Todo ello es, precisamente, lo que refleja, en pocas palabras, el modelo constructivista (Velasco et al., 2012).

A este enfoque hay que añadir una progresiva y firme preocupación en conseguir una integración de estudiantes de diferentes culturas y sensibilidades individuales. Las sociedades son cada vez más plurales y multiculturales, lo que obliga a plantear la enseñanza de una forma equitativa, proporcionando a cada alumno lo que necesita para alcanzar su potencial, independientemente de su punto de partida. Sólo una concepción constructivista permite plantearse la personalización individualizada de la formación de cada alumno con equidad.

## 4.2 El currículo vigente

El estudio de la naturaleza ha formado parte de la transmisión de conocimientos desde mucho antes incluso de la invención de la escritura. El ser humano siempre ha visto en la naturaleza una fuente de recursos y, durante prácticamente todas las generaciones precedentes, la máxima preocupación de la raza humana ha sido conseguir estos recursos para su supervivencia. La especial capacidad del ser humano, en relación con el resto de los seres vivos del planeta Tierra, de resolver problemas de forma rápida y eficiente, ha permitido un progresivo desarrollo de su capacidad de explotación, superando peligros y dificultades cada vez más complejos (Harris, 1983).

En la actualidad, gracias precisamente al conocimiento de la propia naturaleza y de la tecnología desarrollada para su explotación, en especial durante el pasado siglo XX, la preocupación humana se ha subdividido en dos vertientes: cómo explotar los recursos naturales, pero, a la vez, cómo preservarlos para conseguir un desarrollo sostenible con la protección de la biodiversidad y del medio ambiente.

Importante es añadir, a las circunstancias expuestas, el desarrollo de las nuevas tecnologías, las TIC, desarrollo que se puede describir como revolucionario teniendo en cuenta las enormes y rápidas implicaciones que están teniendo en, prácticamente, todas las áreas del conocimiento y de la vida humana.

En resumen, la enseñanza de las ciencias en la actualidad, están enmarcadas principalmente por un potente crecimiento del conocimiento científico del último siglo y medio, unos sólidos cimientos psicológicos, pedagógicos y sociológicos desarrollados en el último siglo, una creciente sensibilización sobre el mundo natural y su protección desarrollada en los últimos años y, todo ello, inmerso en una revolución tecnológica, aparecida en las últimas décadas, capaz de cambiar, de forma sustancial, los medios y las estrategias de impartición de las acciones formativas. Teniendo en cuenta lo expuesto, es inmediato plantearse que la educación está inmersa en una crisis de gran calado, con toda la implicación que la educación tiene en la sociedad (Young, 1989). Es en esta situación en la que es necesario encajar el currículo actual y, en particular, el currículo que afecta al estudio de las Ciencias Naturales.

Las leyes educativas españolas de los últimos 50 años han sido numerosas, lo que refleja la intensidad con que los cambios sociales se han intentado plasmar en la educación infantil y juvenil. Desde la Ley

General de Educación (LGE) de 1970, donde se busca conseguir una Educación Secundaria universal, la Ley Orgánica reguladora del Derecho a la Educación (LODE) de 1985, donde se potencia la visión de la LGE y comienza a proporcionar peso en la educación a las propias Comunidades Autónomas, además de potenciar el derecho a la libertad de enseñanza, al ser la primera ley de educación promulgada en el periodo de democracia. En 1990 se vuelve a reformar la ley, promulgando la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), ahondando en los caminos iniciados anteriormente, asimilando los elementos modernizadores que están apareciendo en la sociedad, equiparando la educación con la que ya se estaba impartiendo en la Comunidad Europea. En esta ley la adquisición de conocimientos científicos se establece como una de las prioridades. También se modifica la edad a la que se termina la enseñanza obligatoria, estableciéndola en los 16 años, creando para ello la ESO (art 17, LOGSE 1/1990, de 3 de octubre, p. 28931).

Es en 2006 cuando se promulga la siguiente ley educativa con la Ley Orgánica de Educación (LOE) en la que es importante remarcar que busca la implicación de todos los agentes de la comunidad educativa. Es importante para comprender la finalidad del presente TFM, que es aquí donde se incorpora un concepto importante, el de las competencias básicas. Éstas fueron propuestas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el proyecto *Definition and Selection of Competences* (DeSeCo) de 2005. Estas competencias, según dicho proyecto, se definen como “conjuntos complejos de conocimientos, habilidades, actitudes, valores, emociones y motivaciones que cada individuo o cada grupo pone en acción en un contexto concreto para hacer frente a las demandas peculiares de cada situación” (Pérez, 2007, p. 11).

Aunque en la LOE las competencias básicas son 8, en la siguiente ley educativa se reestructuran en 7 y son denominadas competencias clave. Éstas serán analizadas con más detenimiento en el siguiente apartado.

En la actualidad, el currículo básico de ESO y Bachillerato aparece establecido en el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre. Este RD está desarrollado a partir de la vigente Ley de Educación, la Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de 2013, redactada a partir de la LOE con modificaciones, si bien se haya, precisamente en fechas actuales, en situación de revisión por parte del gobierno actual. La futura ley, la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE) ha sido ya presentada como proyecto de ley en el parlamento español.

En el citado RD 1105/2014 el estudio de las Ciencias Naturales se encuentra repartido a lo largo de toda la ESO y, en función de la opción del estudiante, durante los cursos de Bachillerato. El currículo básico se concreta en cada Comunidad Autónoma mediante Decretos y otras normas jurídicas apropiadas para su regulación. En el caso concreto de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, la normativa de referencia es el Decreto 40/2015 del 15 de junio.

En la historia reciente de las leyes educativas españolas, las Ciencias Naturales han tenido un papel siempre importante en el currículo. Los temas tratados se han ido progresivamente incrementando para reflejar el imparable avance científico. En especial, el conocimiento de la biología molecular ha elevado considerablemente el nivel que el alumno, al acabar el bachillerato, debe ser capaz de manejar con soltura. Pero no sólo a nivel de bachillerato. En la ESO, todos los alumnos, antes de elegir qué tipo de estudios desean cursar en bachillerato, deben adquirir unos conocimientos que les permitan comprender y conocer los fundamentos de su propia salud, las buenas prácticas medioambientales o disponer de una base que les sensibilice sobre el valor de la biodiversidad, por poner sólo unos ejemplos significativos. Se trata de una educación que comprende una formación integral del ser humano, para que este se desarrolle en sintonía consigo mismo, con su entorno social y con su entorno medioambiental (D40/2015 JCCM, 2015).

Es precisamente este enfoque integral de varios de los temas de las Ciencias Naturales, el que tiene correspondencia con la visión de conjunto de la formación del alumnado recogido por las denominadas competencias clave.

### 4.3 El uso de las TIC en el aula

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en la educación han generado grandes expectativas, pero también, importantes reservas. Cuando para algunos las TIC prácticamente son la panacea que pueden llevar a la educación a cotas nunca vistas, para otros están rodeadas de un halo mitificado en el que no es oro todo lo que reluce. Por ejemplo, pueden ser fuente de conflicto entre grupos sociales con diferente estatus económico, favoreciendo a los más pudientes y en detrimento de aquellos que no se pueden permitir la adquisición de dispositivos ni de cuotas mensuales de conexión a Internet, lo que se ha dado en llamar la brecha digital, como describe Cabero (2004). En su trabajo, Cabero hace hincapié en varios mitos asociados a las TIC en la educación y, en concreto, expone uno de especial calado que dice:

*“Mito 15. Las tecnologías como la panacea que resolverá todos los problemas educativos”*

Es más razonable pensar, a fecha actual, que las TIC son importantes y han venido para quedarse y que cada día son más accesibles y democráticas (la evolución de su implantación en España tiene una curva ascendente e imparable a fecha de hoy). Véase, a continuación, una gráfica con la evolución de la implantación de los dispositivos tecnológicos y la conexión a Internet en los hogares en los últimos años (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2017):

**Evolución del equipamiento TIC en las viviendas**  
Serie homogénea 2006-2017. Total nacional (% de viviendas)

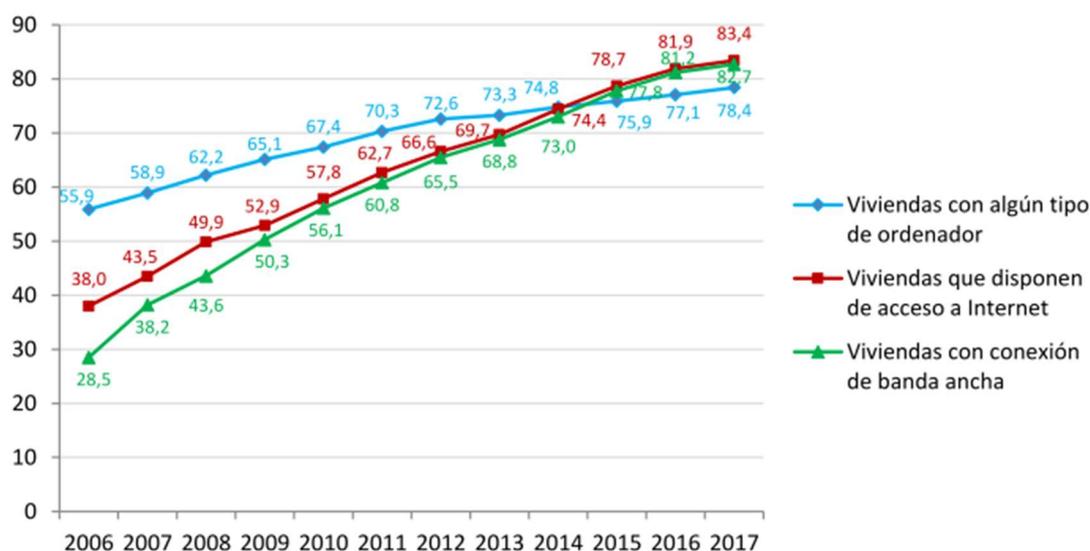


Figura 1. Evolución del equipamiento TIC en las viviendas. Fuente: INE (2017)

Lejos de suponer un cambio metodológico, se deben considerar las TIC como herramientas estratégicas que abren puertas a nuevos modos de proponer la enseñanza/aprendizaje en el aula, con todo su potencial de transformación. Cada centro, cada docente, debe seguir su propio ritmo, a veces con pequeños ajustes, en ocasiones con profundas reestructuraciones (Aviram (2002) citado en Tikam, 2014, p. 3). Obligar a la enseñanza a realizar un salto cuántico en la que todo gire en torno a las TIC supondría un estrés para el que muchos docentes y centros no están preparados, con el consiguiente previsible fracaso.

En medio de la “crisis” en la que, al igual que muchos sectores de la sociedad gracias a los cambios que las TIC (en conjunción con otros fenómenos a escala global) están generando sobre la educación, es interesante encontrar iniciativas en las que se pone, en manos de los docentes, proyectos de gran

potencial para el aprovechamiento en el aula y, por supuesto, fuera de ella. Especialmente para las Ciencias Naturales (CCNN), el poder aprovechar el laboratorio natural con tecnologías que acercan el conocimiento y la formación activa son de un enorme valor. Como muestra, véase el interesante proyecto *Quick Natura* desarrollado por la Universidad de Valencia con las especies ornamentales de los jardines del Real, próximos al antiguo cauce del Turia en la ciudad de Valencia, donde, mediante códigos QR (*Quick Response codes*) el usuario puede realizar lecturas mediante su *smartphone* y acceder a ampliar información del ejemplar que está observando (Ripoll, Mayoral y Azkárraga, 2017)

La propuesta del presente TFM gira en torno al uso de una herramienta TIC, pero siendo conscientes de que es importante que su utilización no conlleve complejos aprendizajes para el docente y que, claramente, conserva esa esencia fundamental en torno al aprendizaje práctico de la botánica, facilitándola, eso sí, añadiendo elementos que mejoran la fluidez y la adquisición del conocimiento y que, sin ella, resultaría mucho más difícil de implementar.

#### 4.4 La identificación de especies

La identificación de especies, ya sean vegetales o no, ha sido un problema que los científicos han resuelto, tradicionalmente, con el uso de *claves de identificación*. Estas claves están estructuradas en forma de árbol de decisiones o dilemas, donde el usuario debe elegir uno de los caminos propuestos en cada decisión, en función de las características ("*caracteres*" en lenguaje científico) que el estudiante observe en el ejemplar que trata de identificar. Las claves más utilizadas para el estudio de los caracteres de los organismos son las dicotómicas, en las que cada ramificación del árbol está compuesta por dos opciones posibles contradictorias, denominada dicotomía o copla (Rodríguez, Gómez y Álvarez, 2015).

Aunque tradicionalmente se ha utilizado el término "clasificar" un ejemplar, este término está completamente desaconsejado ya que no refleja el trabajo que la identificación (o mejor aún, la "*determinación*") de la especie requiere. El trabajo de "clasificar" taxonómicamente una especie lo han realizado ya con anterioridad científicos especializados en taxonomía (determinando la familia y el género al que pertenece), trabajo que en las últimas décadas depende de estudios genéticos, y el estudiante, lo que pretende en realidad, es comprobar a qué especie, ya clasificada taxonómicamente, pertenece su ejemplar (Castroviejo, 2004)

Sobre el valor educativo de las claves de identificación de plantas, es apropiado hacerse eco de las palabras de M.<sup>ª</sup> Dolores López Carrillo en 2016:

*No se puede negar que una clave dicotómica diseñada específicamente con el objetivo de asimilar e identificar las características básicas de diversos elementos naturales, así como para trabajar la clasificación de los mismos a partir de tales rasgos, puede ser una herramienta de gran valor científico-didáctico a la hora de desarrollar desde la infancia la competencia científica, tan necesaria para una alfabetización integral de los ciudadanos del siglo XXI. (López y De la Cruz, 2016, p. 59)*

En la siguiente figura, se puede observar un ejemplo esquemático del funcionamiento lógico, en forma de árbol de decisiones, de una clave dicotómica:

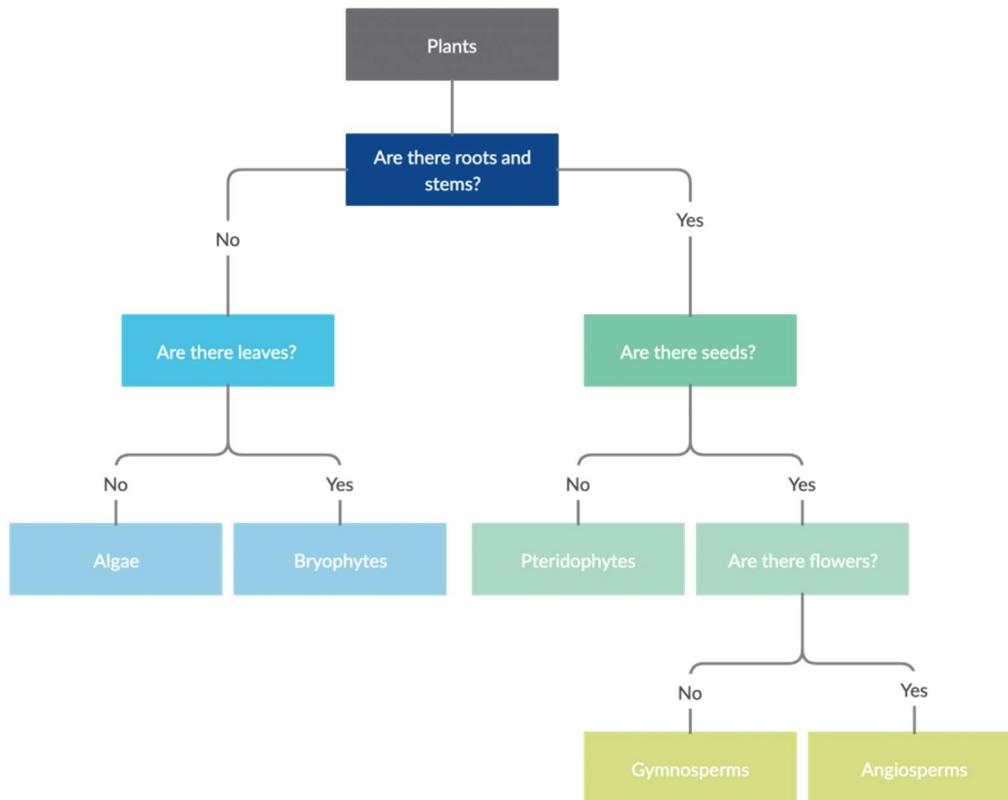


Figura 2. Ejemplo de clave dicotómica básica para plantas. Fuente: Athuraliya en Creately.com (2020).

Las claves de identificación de plantas han sido desarrolladas durante siglos para la determinación de especies de regiones específicas, lugares donde los expertos han estudiado en profundidad su flora. No existe, en la actualidad, ninguna clave de identificación que se pueda denominar “universal”, válida para cualquier región o espacio natural o cultivado. Por añadidura, la mayoría de las claves han sido desarrolladas en ámbitos científicos, por lo que ha sido el estudio de las especies silvestres las que han sido objeto de mayor atención, siendo más escasas las claves para la identificación de especies ornamentales. Como ejemplo de tal excepcionalidad, se puede citar el trabajo del botánico Daniel Guillot, que en 2008 y en colaboración con Gonzalo Mateo y Josep Antoni Rosselló publicaron “Claves para la flora ornamental de la provincia de Valencia”, un trabajo de máximo nivel botánico pero centrado únicamente en la flora ornamental de la provincia valenciana (Guillot, Mateo y Roselló, 2009), un estudio que, como él mismo menciona, se trató de “*The first work of its kind published in Spain*” (Guillot, s. f., p. 54). También es obligado citar aquí el excelente trabajo del ingeniero técnico agrícola José Manuel Sánchez de Lorenzo Cáceres, en colaboración con los botánicos e investigadores María del Mar Trigo, Xavier Argimon de Vilardaga y Antonio López Lillo (Sánchez de Lorenzo, López, Trigo y Argimon de Vilardaga, 2000), obra monumental que recoge fichas descriptivas y algunas pequeñas claves de géneros, que está dividida en varios tomos y que, en la actualidad, se encuentra inconclusa.

La identificación de plantas es un objetivo generalmente imposible para el público en general, circunstancia que se ha denominado en el ámbito científico “*Taxonomic gap*” (Goëau et al., 2013). La mayoría de las claves han sido desarrolladas por y para botánicos, por lo que no resultan asequibles para el ciudadano medio ni para los alumnos que comienzan a tomar contacto con el tema (Vilches, Legarralde y Berasain, 2012). Hay que señalar que son consideradas más útiles para el aprendizaje las que poseen ilustraciones de los caracteres diagnósticos, como dice Lanteri (2004) citado en Vilches et al. (2012). La terminología es complicada y resulta imprescindible disponer de un buen diccionario de botánica para poder utilizarlas, incluso para muchos botánicos cuando utilizan dichas claves, para grupos de especies con las que no están familiarizados. Un diccionario de botánica muy frecuentemente

utilizado por su calidad y por distribuirse en habla castellana, incluso disponible en Internet en PDF (*Portable Document Format* de Adobe®), es el diccionario de botánica de P. Font Quer (Font Quer, 2001). Sin embargo, como sucede con las claves de ámbito científico, el nivel de conocimientos necesario para su uso es muy superior al nivel básico de los alumnos noveles.

Aunque es posible desarrollar claves donde los árboles de decisión ofrezcan más de dos opciones posibles, las más habituales son las que ofrecen únicamente la elección entre dos opciones. A estas claves, como ya se mencionó, se les denominan claves “dicotómicas”. La razón de que sean más frecuentes es que resultan más fáciles de elaborar y, además, tienen la característica de que permiten al estudiante centrarse en la presencia o no de un determinado carácter principal, sin más opciones intermedias que puedan hacer dudar con más facilidad. Sin embargo, si es más frecuente que al carácter principal se le añadan caracteres secundarios para ofrecer más información a la hora de seleccionar la opción adecuada (Vilches et al., 2012).

Las claves de identificación clásicas, escritas en papel, obligan al estudiante a elegir necesariamente una de las opciones propuestas. No es posible continuar con la identificación si no se toma uno de los caminos ofrecidos, lo que repercute en que el alumno deba elegir uno de ellos, tenga o no la seguridad de que se corresponde con su ejemplar. Es muy habitual que el estudiante deba desandar el camino realizado durante el proceso hasta volver a la dicotomía donde dudó al seleccionar una opción. Esta es una de las desventajas de las claves dicotómicas que más repercute en dificultades operativas (véanse las desventajas de las claves descritas por Rodríguez et al., 2015, p. 18), sobre todo para los alumnos que se inician en la identificación de especies. Se trata este de un problema tan habitual en el uso de las claves de identificación, que la mayoría de los usuarios lo aceptan como consustancial con el propio uso de las claves y no como un problema a resolver.

Las claves de identificación en papel han ido evolucionando desde la llegada de la tecnología informática y, sobre todo, con el uso de Internet. Algunas de ellas han sido transformadas en “papel digital”, como en archivos PDF o en archivos elaborados con procesadores de textos. Este tipo de claves conservan todas las características descritas en las claves clásicas, las de papel, pero mejoran su disponibilidad debido a que los archivos digitales son fáciles de copiar y de distribuir.

A nivel científico o, al menos, a nivel universitario, existen varias opciones que el estudioso de la botánica puede utilizar para la identificación de especies mediante claves de identificación clásicas. Una de las más famosas es la obra *Claves para la determinación de plantas vasculares* de G. Bonnier (Bonnier y Layens, 2002) por ser, en los tiempos en que Internet aún no era habitual, ampliamente fotocopiada por los estudiantes universitarios con asignaturas relacionadas con la botánica (biólogos, farmacéuticos, ingenieros agrónomos...) Se trata de un libro traducido al español a partir de la obra *Flore complète de la France, de la Suisse et de la Belgique* que, como su nombre original indica, no es un libro adaptado a las especies de la Península Ibérica, muy superior en especies y en endemismos a los encontrados en Francia, Suiza y Bélgica juntos. Sin embargo, son unas claves de identificación muy utilizadas debido a la combinación de dibujos que acompañan a las dicotomías, lo que la convierte en una obra pedagógica, en el sentido de que se puede utilizar con el fin de adquirir destreza en el reconocimiento de caracteres botánicos. En la actualidad es posible encontrar el libro incluso en PDF en Internet, lo que lo convierte en una obra de iniciación a la identificación de especies en habla hispana muy accesible, a pesar de sus ya comentadas limitaciones.

Otra obra muy utilizada en el ámbito botánico, especialmente para el nivel de aficionado, son los dos volúmenes de *Claves de la Flora de España*, de Mariano García Rollán (García, 1985). Esta obra ha sido escasamente valorada desde el ámbito botánico académico debido a que García Rollán es Doctor en Veterinaria y Diplomado Superior en Nutrición Humana y Dietética, por lo que está alejado del perfil profesional que, en ámbitos botánicos, se espera de un autor de claves de identificación. En dichos ambientes se considera que la terminología utilizada por el autor es muy “personal”, por lo que resulta difícil de seguir. Sin embargo, el autor está considerado como un gran divulgador de las ciencias -con un extenso y variado catálogo de publicaciones- por la claridad y sencillez de sus explicaciones.

Es imprescindible mencionar expresamente, en este apartado, la obra *Flora Ibérica*, obra inconclusa en la que botánicos del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) llevan trabajando décadas. Esta obra es un compendio de claves de identificación que recoge todas las familias, géneros y especies presentes en la Península Ibérica e Islas Baleares. Se trata de una obra de máximo nivel científico, accesible a través del sitio Web <http://www.floraiberica.es>, que pone a disposición de los estudiosos las claves de identificación más completas y solventes que existen en la actualidad. Paralelamente y al amparo de *Flora Ibérica*, ha sido desarrollada un sitio Web, <http://www.anthos.es>, que muestra información sobre la biodiversidad de las plantas de España en Internet.

El desarrollo de la tecnología informática ha permitido explorar diversos métodos que ofrecen al usuario el manejo de la identificación de plantas con diverso grado de facilidad para el alumno. Como referencia, puede consultarse el artículo de G. Fernández titulado *Tipología de sitios Web para identificar plantas* (Fernández, 2016). En dicho artículo se analizan casi una treintena de sitios Web con diferentes enfoques en la identificación de plantas. El autor ofrece cuatro categorías en las que se pueden clasificar los diferentes sitios Web analizados:

- **Herbarios virtuales.** Son almacenes de fichas de especies en las que se acopian imágenes y textos, del mismo modo que se realiza en un herbario clásico. El estudiante trata de identificar su ejemplar por comparación con las imágenes y descripciones de las fichas.
- **Guías visuales.** Similares a los herbarios virtuales, pero con la característica de que las especies están agrupadas por características observables (color de la flor, porte de la planta, distribución geográfica...) Al seleccionar uno de estos grupos en función de las características de su ejemplar, se reduce el número de especies posibles. A partir de esa elección, el uso es similar al herbario virtual.
- **Claves tradicionales.** Esta tipología ya ha sido explicada previamente. Únicamente hay que añadir que, en ocasiones, se complementan con hipervínculos que permiten una navegación más fácil.
- **Claves multicriterio.** Se basan en la elección, por parte del alumno, de los caracteres que observa en su ejemplar, a partir de un listado de caracteres disponibles. Son las herramientas que aprovechan mejor las cualidades de una base de datos informática, filtrando los resultados posibles a partir de las elecciones del usuario. Tienen el problema de que el usuario selecciona los caracteres en función de lo que le resulta más llamativo, lo que no siempre redundará en un mejor filtrado y en una identificación más eficiente. Por ejemplo, si el estudiante selecciona el color de la flor y responde que su ejemplar tiene “flores blancas”, podría ser que todo el conjunto de especies posibles no descartadas en ese momento de la identificación tuvieran flores blancas, por lo que sería un carácter inútil, en esa situación, para la identificación. A menudo, el resultado al que se llega es múltiple, lo que lleva a la identificación final por similitudes visuales con imágenes digitales, como en los herbarios virtuales. Resulta más eficiente para la identificación que sea el sistema informático el que seleccione para el alumno el carácter que debe observar en su ejemplar, ya que la utilidad de la observación de dicho carácter depende no sólo de la especie a identificar sino de cuántas de las especies no descartadas lo poseen.

Una mención especial se hace en el artículo de la aplicación *ArbolApp*, desarrollada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en 2014. Es una aplicación móvil que funciona sin necesidad de estar conectado a Internet y que permite identificar unas 140 especies silvestres (y algunas cultivadas) de árboles y algunos arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares. Ofrece dos modos de identificación, uno mediante el uso de claves dicotómicas tradicionales (denominado en la aplicación búsqueda *guiada*) y otro mediante el filtrado por elección de opciones de caracteres que realiza la propia aplicación y que el usuario debe ir seleccionando (denominado búsqueda *abierta*). Existe una versión, *ArbolApp Canarias*, desarrollada recientemente con 92 especies de árboles y arbustos arborescentes canarios, con un funcionamiento similar al *ArbolApp* (Alonso y González, 2017). El número de especies identificables es reducido por lo que su uso no es aplicable con cualquier colección de especies y,

además, en la búsqueda guiada el alumno debe responder a todas las cuestiones planteadas, como en cualquier clave tradicional, tenga o no disponibilidad para poderlas responder (por ejemplo cuando el ejemplar a identificar está en un momento fenológico donde la cuestión planteada hace referencia a elementos no disponibles). En la búsqueda abierta, el estudiante puede seleccionar caracteres para usar que no redunden en un filtrado eficiente, como ocurre en las ya descritas claves multicriterio. No obstante, en la guía de uso de la propia aplicación, aconsejan usar el listado de especies no descartadas cuando resulta difícil seguir contestando o seleccionando caracteres (véase la respuesta ofrecida en *Preguntas Frecuentes* en <http://www.arbolapp.es/sobre-arbolapp/>).

En el propio artículo comentado del sitio Web del Proyecto NomenPlantor se pueden comparar las características de las diferentes tipologías descritas con las ofrecidas por las claves de identificación NomenPlantor. Hay que mencionar aquí que, con una filosofía similar a las claves NomenPlantor, ha habido notables trabajos multidisciplinares (departamentos de ciencias de la computación y de botánica trabajando en cooperación) en los que se han desarrollado complejas herramientas informáticas para crear claves de identificación mediante la utilización de descripciones taxonómicas estandarizadas, como las bases de datos del sistema *Delta* o *Pandora*, y la construcción de árboles de decisión mediante inteligencia artificial basada en sistemas expertos, como GREEN o XKey -véase la tesis doctoral de Gibaja (2004) o el artículo de Delgado, Fajardo, Gibaja y Pérez-Pérez (2006)-. Pero lo cierto es que, a fecha de hoy, no es una tecnología que, en la práctica, se haya implantado de forma masiva. El análisis de la situación actual de dichas tecnologías y de por qué no se han impuesto de una forma intensiva trasciende los objetivos del presente TFM.

Volviendo a las claves NomenPlantor, y comparándolas con las claves de identificación tradicionales, básicamente las diferencias estriban, por un lado, en las propias características de uso y, por otro, en el nivel de personalización que permite su generación. Toda la información ha sido obtenida del sitio Web de divulgación del Proyecto NomenPlantor:

<https://www.nomenplantor.com>

En lo referente a sus características de uso, ofrecen, con cada cuestión planteada, una extensa ayuda visual y textual para aprender a reconocer caracteres botánicos necesarios, permitiendo la ampliación de la información con enlaces a artículos en Botanipedia.org una, ya mencionada, Wiki del Proyecto NomenPlantor con artículos de ampliación. Las claves NomenPlantor se adaptan al momento fenológico del ejemplar: si este no tiene hojas, flores o frutos en el momento de la identificación, la clave no plantea cuestiones sobre ellos. Como uno de los elementos a considerar de mayor diferenciación con el resto de las claves de identificación existentes, con las claves NomenPlantor no es imprescindible contestar a todas las cuestiones planteadas para llegar a la identificación, pudiendo el usuario saltar cualquier cuestión en caso de duda, lo que aporta mayor facilidad de uso. Esta significativa diferencia con las claves de identificación tradicionales ha propuesto una diferenciación en la propia terminología al comparar las claves de identificación estáticas, las tradicionales, donde las cuestiones están generadas previamente a su uso, con las claves de identificación dinámicas, el caso de NomenPlantor, donde las cuestiones se generan dinámicamente según se utilizan y según se analizan las respuestas dadas por parte del usuario. Por último, las claves NomenPlantor desarrolladas más recientemente plantean cuestiones que van más allá del método clásico de las dicotomías, como puede ser el número de pétalos de la flor o la longitud de la hoja de la planta a identificar. Estas cuestiones numéricas se contestan introduciendo el número de elementos o sus dimensiones directamente. Esta característica también es única en comparación con el resto de las herramientas de aprendizaje a la identificación disponibles (NomenPlantor.com, 2015a).

En cuestiones de personalización, es posible crear claves NomenPlantor para cualquier colección de especies, variedades y/o cultivares necesaria, con agilidad. Esto se debe a que en la base de datos de las claves NomenPlantor no se almacenan claves de identificación, sino descripciones de especies. Las claves se crean dinámicamente con el motor de generación de claves en base a la agrupación de las especies. Las cuestiones planteadas al alumno se generan sobre la marcha, por comparación entre los

caracteres botánicos que poseen las especies posibles, dentro del grupo. Esta capacidad de generación dinámica de claves permite que haya versiones en las que la clave de identificación es generada dinámicamente en función de la geolocalización del ejemplar, seleccionando las especies (silvestres) del grupo de la clave en función de sus áreas de distribución en la Península Ibérica. Se pueden generar en cualquier idioma: castellano, inglés, francés y en los idiomas cooficiales del estado español. Por último, permiten la posibilidad de seleccionar el nivel de conocimientos del usuario, eligiendo el nivel básico (sin conocimientos previos de botánica), avanzado (con conocimientos de botánica) y experto (con conocimientos y medios de laboratorio) (NomenPlantor.com, 2015b).

Una mención aparte, en esta sección de análisis de la situación de las herramientas para la identificación de especies vegetales, merecen las aplicaciones desarrolladas para la identificación mediante análisis visual y su conexión con algoritmos de inteligencia artificial. Entre estas aplicaciones se pueden citar *PlantSnap*, *PlantNet*, *LeafSnap* o *Google Lens*. Se trata de aplicaciones con un gran mérito tecnológico y que ayudan, sin lugar a duda, a la identificación de las especies más frecuentes. Sin embargo, aún no son útiles para identificar una gran parte de las especies, subespecies, variedades y cultivares existentes debido a que es necesario analizar detalles pequeños que se escapan a la simple observación que puede realizar una cámara de fotos de un teléfono móvil (Goëau et al., 2013). Además, desde el punto de vista educativo, en donde la identificación es tan importante como el aprendizaje de los caracteres propios de cada especie, aunque pueden servir como una herramienta de ayuda al docente cuando éste necesita una confirmación en la identificación de una especie con la que no está familiarizado, poseen carencias didácticas importantes para el alumno, como se explica en detalle a continuación.

Es importante destacar que, en realidad, este tipo de tecnologías ofrece una alternativa a los carteles de identificación. La cartelería, sea de tipo físico o digital, adolece de la necesaria observación por parte del estudiante, de los caracteres que hacen que cada especie sea única en el extenso catálogo de la biodiversidad vegetal. Son esos caracteres, además, lo que permite al alumno relacionar la especie con el grupo taxonómico al que pertenece, por lo que no es un problema educativo sin importancia. Es por ello por lo que las claves de identificación son una herramienta tan poderosa y tan valorada desde el punto de vista educativo, como señalan los ya citados Vilches et al. (2012), Rodríguez et al. (2015) o López y De la Cruz (2016). El etiquetado de especies resulta útil para relacionar un ejemplar con su nombre botánico, pero no facilitan la comprensión de las diferencias entre especies, lo que puede repercutir en que el alumno sea incapaz de identificar de nuevo otro ejemplar de la misma especie en un contexto en el que no se disponga del cartel, ya sea de forma digital o física, al no haberse tenido que enfrentar al reconocimiento de los caracteres que lo distinguen como especie.

En la figura 2 se pueden observar los dos tipos de etiquetas digitales más utilizados en la actualidad, legibles desde dispositivos móviles (a la izquierda una etiqueta con un código QR y a la derecha una etiqueta RFID por ambas caras).



Figura 3. Etiquetas QR y RFID. Fuente: elaboración propia

Otra variante de cartelería intermedia entre los rótulos físicos y las aplicaciones de reconocimiento visual, son las etiquetas digitales, mostradas en la figura anterior, las más frecuentes de tipo QR (código *Quick Response* o código de Respuesta Rápida), con lectura de la información contenida en la etiqueta mediante la cámara del teléfono móvil, o, más modernamente y con mejores resultados de durabilidad

al poderse ocultar de la vista, las etiquetas tipo RFID (*Radio Frequency Identification* o Identificación por Radio Frecuencia), con lectura mediante dispositivos NFC (*Near Field Communication* o Comunicación de Campo Cercano), funcionalidad cada día más corriente en los *smartphones*. Estas etiquetas son vinculadas a información, habitualmente ubicada en un sitio Web (Vazquez-Briseno et al., 2012). Ambos sistemas facilitan la creación de cartelería ya que son baratos y permiten conectar con información digital ubicada en Internet, pero poseen las mismas limitaciones didácticas que el resto de los sistemas de cartelería.

Como aspecto negativo, no resuelto aún, de las aplicaciones de identificación visual es que funcionan mejor cuando la planta posee flores, aunque también ofrecen algunos buenos resultados con las hojas y con los frutos. Sin embargo, no ofrecen posibilidades para la identificación de especies de hoja caduca en invierno. Básicamente necesitan caracteres visualmente llamativos para funcionar bien, siendo pobres en resultados para caracteres sutiles y de difícil visualización. Por el contrario, las claves de identificación pueden trabajar con todo tipo de características, incluso, y por poner un ejemplo extremo, con información molecular (Rugman-Jones, Hoddle, Mound y Stouthamer, 2006).

#### **4.5 La clave de identificación NomenPlantor para el IES**

La catalogación de las especies del centro y de la zona verde colindante ha sido realizada por el propio autor del presente TFM en colaboración con el jefe de la brigada de jardinería del ayuntamiento de Marchamalo. En total se han detectado 37 especies diferentes que han sido enviadas al equipo del Proyecto NomenPlantor para la publicación en Internet de la clave de identificación que se va a usar con los alumnos. En caso de detectar, posteriormente, alguna especie en el entorno que no estuviera en la lista inicial se puede solicitar al equipo del Proyecto su inclusión posterior. La clave de identificación podría haber sido publicada en el sitio Web del IES, pero no fue posible obtener la colaboración de su *Webmaster*, por lo que fue publicada en el sitio Web de divulgación del Proyecto NomenPlantor. Desde allí se ha puesto a disposición de los alumnos. La URL de la clave en Internet es:

<https://www.nomenplantor.com/demos/demos-nomenplantor-2/ies-alejo-vera>

El contacto con el equipo desarrollador del Proyecto NomenPlantor se realiza enviando la solicitud de generación de la clave con el listado de las especies a incluir en la clave, mediante el correo electrónico [educacion@nomenplantor.org](mailto:educacion@nomenplantor.org).

En la siguiente figura, se puede ver una imagen de la clave publicada para ser utilizada en el IES con los alumnos, mostrando uno de los últimos diseños de interfaces desarrollados para las claves NomenPlantor (existen varias opciones personalizables de color, tamaño y formatos).

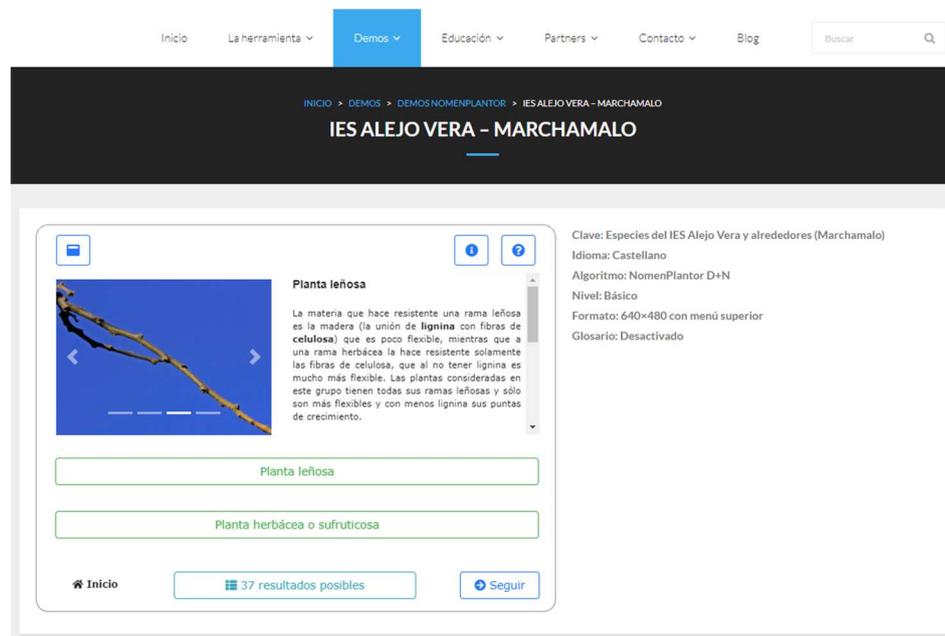


Figura 4. Clave publicada en NomenPlantor.com para las especies del centro. Fuente: elaboración propia

En la figura anterior se observa la ubicación de la clave NomenPlantor en el sitio Web NomenPlantor.com, preparada para ser usada en la actividad. La imagen muestra la pantalla de inicio de la clave, donde aún el usuario no ha respondido a ninguna de las cuestiones planteadas. Obsérvese en la parte inferior de la ventana de la herramienta la existencia de un botón en el que se puede leer “37 resultados posibles”. Estos resultados corresponden a la lista de especies, variedades o cultivares que se han catalogado para la creación de la clave de identificación. Haciendo clic sobre dicho botón, la ventana se modifica para mostrar el listado completo con los nombres botánicos ordenados de forma alfabética. Al situar el ratón sobre cada nombre, se despliega una etiqueta donde se puede leer el nombre común de cada planta.

Se debe tener en cuenta que el aprendizaje del uso correcto de las claves de identificación es un fin en sí mismo descrito en el currículo de la asignatura de Biología y Geología de 1º de la ESO. Sin embargo, se debe considerar también que el uso de las claves debe ser un medio y no sólo un fin en sí mismo. Si el alumno, más adelante, necesitará recordar el nombre de alguna especie que aprendió en su momento y que olvidó o desea conocer alguna especie nueva, la práctica con las claves de identificación le permitirá hacerlo de forma autónoma. No obstante, el desarrollo de la capacidad para la identificación visual de la mayoría de los ejemplares es considerado el objetivo último de esta actividad, por su importante relación con la concienciación sobre la protección de la biodiversidad y por su función en la recuperación de la cultura del conocimiento de las plantas.

#### 4.6 Ventajas y desventajas del uso de claves de identificación NomenPlantor

Las ventajas que se pueden deducir de la propuesta de innovación educativa del presente TFM son las siguientes (elaboración propia):

- Sensibilizar a los alumnos con el conocimiento de las especies vegetales y de la importancia de la conservación de la biodiversidad.
- Hacer del conocimiento de las especies una cuestión de cultura general, no sólo de especialistas en la materia.
- Reconectar con la cultura tradicional de generaciones predecesoras.
- Poner a disposición de los docentes herramientas personalizadas adaptadas al entorno más próximo.
- Poner en valor los espacios verdes comunitarios y las especies que los componen.

- Sensibilizar con los valores estéticos de las especies vegetales ornamentales.
- Conectar con un vocabulario nuevo y enriquecedor.
- Potenciar la capacidad de observación de la naturaleza.
- Practicar con segundos idiomas diferentes a la lengua materna.
- Despertar el interés personal por seguir aprendiendo de la naturaleza y de la elaboración de proyectos personales de divulgación medioambiental.

Las principales desventajas que se pueden comentar son (elaboración propia):

- La necesidad de solicitar la creación de las herramientas personalizadas a terceros (al equipo del Proyecto NomenPlantor).
- La falta de tiempo previsto disponible en la programación para estas actividades.
- La necesidad de un espacio/aula dotado con ordenadores conectados a Internet. Hoy en día los centros suelen disponer de este tipo de instalaciones, aunque el aforo podría no ser suficiente.
- Falta de colaboración de los departamentos del centro educativo. Sin una adecuada motivación del equipo de docentes, la mayoría estiman que la identificación de plantas es una actividad superflua o que no aporta nada interesante para su asignatura.
- La necesaria implicación de los ayuntamientos y, en particular, de las brigadas de jardinería, para elaborar el listado de especies a identificar. Normalmente no supone ningún problema, pero podría no ser siempre así.

## 5. MARCO EMPÍRICO

### 5.1 Descripción del contexto

#### 5.1.1 *El centro de educación y el grupo aula*

El centro en el que se va a desarrollar la aplicación práctica es un Instituto de Enseñanza Secundaria situado en una pequeña población, Marchamalo, cercana a Guadalajara capital.

Marchamalo es un municipio de 7.500 habitantes que se independizó de la ciudad de Guadalajara en el año 1999, tras 26 años de ser un barrio anexionado a la capital. Su principal actividad económica ha sido, tradicionalmente, la agricultura, habiendo sido sustituida, progresivamente, por actividades de tipo industrial -centradas en sus diversos polígonos industriales que lo rodean- y, sobre todo, actividades relacionadas con la logística, donde destaca el Puerto Seco “Ciudad del Transporte”.

En cuanto a dotación TIC, el IES cuenta con un aula Althia (aula de informática de uso general) compuesta por quince ordenadores y treinta puestos para alumnos, más el ordenador del profesor. Cuenta también con un aula de informática (para uso exclusivo de la asignatura de informática) compuesta por doce ordenadores y veinticuatro puestos para alumnos. Hay un aula de Formación Profesional Básica FPB con doce ordenadores y veinticuatro puestos para los alumnos. Cuenta con cinco pizarras digitales, acceso a red wifi en todo el centro (al que sólo se puede acceder mediante solicitud al Departamento de Informática). Todas las aulas están dotadas de cañones de proyección. Además, la Secretaría también posee equipamiento informático propio. En el anexo II puede consultarse el organigrama organizativo del instituto.

El grupo de alumnos a los que va dirigido es, en principio, heterogéneo y abierto a los diversos niveles del centro, en consideración a las implicaciones que, según se explica en el presente trabajo, tiene sobre la adquisición de competencias clave del alumnado, sobre su cultura básica y sobre la potenciación de la valoración de la biodiversidad. Se divulgó con intención de que hubiera asistencia por parte de alumnos de todos los ciclos, esto es, ESO, Programa para la Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento (PMAR), FPB y Bachillerato. Los alumnos que han mostrado un mayor interés y han participado más activamente han sido los alumnos de 1º de la ESO, particularmente por su necesidad académica de realizar un herbario como actividad de la asignatura de Biología y Geología. Los docentes de la asignatura

de 1º de la ESO hicieron una divulgación de la actividad, promoviendo la participación y animando a la asistencia para desarrollar los conocimientos teóricos adquiridos en clase. Resulta evidente la relación entre la participación del alumnado y su motivación práctica.

El departamento de Biología y Geología está formado por dos profesoras con diferente grado de implicación en la presente propuesta de innovación educativa.

Se buscó conseguir la implicación con docentes de otras áreas diferentes a la CCNN. Por ejemplo, se estableció contacto con la profesora de latín. Se consiguió despertar interés personal en algunos docentes, siempre aquellos que ya poseían cierta afinidad personal con el mundo de las plantas, si bien, la acuciante falta de tiempo que la mayoría expresaron les impidió asistir.

El recinto del Instituto dispone de una pequeña colección de ejemplares vegetales leñosos, además de una flora silvestre de tipo herbáceo que crece espontáneamente, especialmente durante la primavera. Colindante con el recinto se encuentra un parque de tipo periurbano denominado “Parque del Ferial” con una importante extensión y con ejemplares de especies leñosas, árboles, palmeras y arbustos, y alguna especie de tipo sufruticosa.

La legislación que rige la propuesta de innovación educativa propuesta del presente TFM es la siguiente:

- Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) de 2013
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.
- Decreto 40/2015 de 15/06/2015 por el que se establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.
- Orden de 15/04/2016, de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes, por la que se regula la evaluación del alumnado en la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

### **5.1.2 Las competencias clave**

En el pasado, las áreas del conocimiento eran planteadas como bloques poco o nada interrelacionados entre sí. Los alumnos se identificaban a sí mismos como “de letras” o “de ciencias”, como si ambos fueran caminos separados, inmiscibles de ninguna de las maneras. Una visión muy separada de lo que durante el Renacimiento era visto como símbolo de una persona culta, instruida, dominadora de una buena parte de los campos del conocimiento existentes hasta la fecha (Nubiola y Espot, 2016).

Afortunadamente, este enfoque aceptado de espacios del conocimiento no interconectados ha sido superado, al menos en teoría. La formación integral de las personas requiere que la impartición de cada materia ofrezca vías de conexión con el resto, mostrando a los alumnos que el conocimiento es un todo global y que la división en materias y asignaturas es una convención establecida para facilitar su adquisición. El alumno, además, deberá entender que elegir uno u otro camino en su formación atiende a una progresiva especialización fruto de una búsqueda de mayor adaptación a las demandas del mercado laboral y, también, de ajuste a sus deseos y motivaciones personales. Nunca deberá plantearse como objetivo el abandono “para siempre” de los conocimientos adquiridos en otras materias, dejando la puerta abierta a seguir adquiriendo información sobre ellas, que su educación le permita discernir como veraz y útil, a lo largo de toda su vida (Belando-Montoro, 2017).

Es en esta visión de formación integral donde el informe DeSeCo se plantea cuáles son las competencias que todo ser humano bien formado debería manejar con soltura, competencias que permitan al individuo ser altamente resolutivo ante los complejos problemas que plantea la sociedad actual. Son competencias que no sólo dotan a la persona de conocimientos y habilidades prácticas, sino que modifican sus valores y actitudes moldeando sus emociones y motivaciones, es decir, orientando al

alumno desde lo más profundo de su ser para que formen parte de su vida y de su forma de ser (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), 2005).

A continuación, se muestran las competencias que la legislación actual, la LOMCE, ha establecido a partir de la LOE:

- **Competencia lingüística.** Los seres humanos necesitan de la comunicación lingüística para poder adquirir información y expresarse adecuadamente. Posiblemente sea la competencia más básica para cualquier individuo, incluso aceptando que puedan existir variaciones particulares, como las personas que, a cambio de una baja competencia lingüística por limitaciones neurofisiológicas, puedan desarrollar una alta competencia en lenguaje visual o, incluso, musical, aunque de estos temas trata otra competencia, la competencia artística, que se verá más adelante. Esta competencia debe desarrollarse en todas sus facetas para ser eficaz, tanto en lenguaje verbal (capacidad de escucha activa y de expresión verbal coherente) como escrita (capacidad de lectura comprensiva y de expresión escrita con una redacción adecuada). Otra vertiente que tiene esta competencia es que actúa favorablemente en la socialización del individuo, al facilitar la comunicación con los demás. De nuevo, este detalle enlaza con otra competencia, la social, que se verá más adelante.

Durante el manejo de los textos que describen los caracteres botánicos, la terminología descriptiva empleada resulta muy sugestiva para cualquier estudioso de la lengua. No se trata solo de manejar la terminología de los elementos botánicos, más relacionado con el manejo de la ciencia en sí, que permite reconocer elementos como los estambres, los carpelos o las brácteas, sino de términos que permiten describir sus características. Por poner algunos ejemplos, todos ellos en torno a un elemento común, el término *pubescente*, que se refiere a un elemento cubierto de pelo (de ahí la relación con el término *pubertad*), el término *tomentoso*, sinónimo del anterior y más especializado en la descripción de plantas, o el término *hirsuto*, que se refiere a un elemento cubierto de pelo áspero, duro y tieso. No se debe olvidar que, durante siglos, el estudio de la botánica requería, además, adquirir un cierto grado de dominio de latín, tanto para la nomenclatura de las especies como de los términos utilizados para su descripción.

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.** La competencia matemática, que aparecía separada de la de ciencia y tecnología en la LOE, supone un conocimiento del razonamiento matemático y de manejo de sus reglas lógicas mediante el lenguaje matemático, por lo que no deja de tener cierta relación con la competencia anterior (por lo que de *lenguaje* tiene), si bien es habitual plantear ambas como si estuvieran muy distantes entre sí. El desarrollo de habilidades matemáticas básicas permite valorar el mundo y la naturaleza, sobre todo cuando se une a la competencia en ciencia y tecnología. Asimilar las leyes de la naturaleza, su representación en lenguaje matemático, y aprender a manejarlas, permite predecir el comportamiento del mundo físico, imprescindible para el desarrollo de múltiples tecnologías. Este es el fundamento de las ingenierías, la informática, la medicina... pero también forma parte de la cultura básica en la que los individuos deben aprender a moverse para pedir un préstamo hipotecario, hacer una declaración de la renta, comprender la nómina, dosificar los ingredientes de una receta culinaria o asimilar un diagnóstico médico, por poner sólo unos ejemplos prácticamente universales. Sus implicaciones en el día a día son innumerables (Departamento de educación, universidades y educación del Gobierno Vasco, 2011)

Es obvio que esta competencia está representada de una forma especialmente intensa en el estudio de las CCNN y, en particular, en las actividades relacionadas con la identificación de especies botánicas. Manejar las dimensiones de los diferentes elementos vegetales y el número con que aparecen, forman parte de unas habilidades básicas a desarrollar por el alumno. De la misma forma, los conceptos y procesos biológicos y, por supuesto, botánicos, requieren de una

comprensión necesaria para su manejo. A pesar de que la biología es una ciencia de naturaleza con un importante componente descriptivo, el conocimiento profundo de procesos complejos y su interrelación (las leyes biológicas) forma parte fundamental de su desarrollo.

- **Competencia digital.** Supone utilizar las TIC de una forma segura y crítica, con objeto de manejar información, tanto para su análisis como para su producción e intercambio. Hay que añadir que, para ello, es necesario el uso autónomo de diferentes dispositivos (*hardware*) que permiten acceder a la información: *smartphones*, *tablets*, ordenadores personales, *pendrives*, impresoras... Pero también los programas o *aplicaciones* básicas (*software*) que resultan imprescindibles hoy en día, como los procesadores de texto, hojas de cálculo, herramientas de dibujo, de presentaciones, navegadores Web, archivos en la nube... Sin necesidad de ser un experto o un profesional de la materia, vivir al margen de las TIC se considera estar inmerso en la llamada "*brecha digital*" que separa el mundo civilizado moderno del mundo anterior a las TIC, mucho más limitado en el acceso a la información (Cabero, 2004).

Con el uso de las herramientas del Proyecto NomenPlantor, se da un sentido práctico al uso de las TIC, proporcionando una diferencia importante en relación con otras herramientas clásicas para aprender a identificar especies. Las facilidades que proporciona para el alumno, la navegabilidad, la capacidad de enlazar con información digital que enriquece todo el proceso de identificación... Todo ello se analiza con mayor detalle en el siguiente apartado de este trabajo.

- **Aprender a aprender.** El alumno debe ser capaz de iniciar nuevos aprendizajes y de continuar con su profundización. Para ello debe ser capaz de organizar su tiempo (planificación) y su espacio de trabajo. Sin dejar por ello de atender a la capacidad de trabajo colaborativa, el alumno debe ser capaz de aprender por sí mismo de una forma autodidacta. Se considera una de las competencias de mayor calado por la relación que deriva para el desarrollo personal de los sujetos que poseen esta competencia en relación con los que no la poseen. Si bien se puede considerar que, a lo largo de la Historia, los personajes que más han destacado intelectualmente siempre poseían una capacidad autodidacta sobresaliente, hoy, con la disponibilidad casi ubicua de información gracias a las TIC, es una competencia fundamental para no quedarse rezagado, adaptándose a los cambios que se presentan de una forma cada vez más acelerada (Guido, 2012).

El Proyecto NomenPlantor está diseñado para que los alumnos puedan aprovecharlo de una forma individual, promoviendo la investigación de aquello que no conocen, a través de enlaces a artículos explicativos, redactados para aprender desde la base. El manejo básico es muy sencillo, por lo que el peso del aprendizaje no está en saber manejar las herramientas, sino en aprovechar la información recopilada en ellas. Si desde el aula se ayuda a los alumnos a iniciar el camino del conocimiento de las plantas más cercanas, aquellos que tengan mayor motivación por seguir aprendiendo podrán hacerlo con la ayuda de la propia herramienta y surgirá, sin duda, interés por conocer otras nuevas vías.

- **Competencias sociales y cívicas.** El objetivo es impulsar las relaciones de los alumnos con otras personas, participando de forma **democrática** en la **vida social** con orientación cívica. La formación del individuo debe tener en consideración que los seres humanos son seres sociales, que necesitan el contacto con los demás para mantener un equilibrio emocional e intelectual, que aprenden de lo que su entorno social nos aporta y que, sin ese equilibrio, el ser humano se vuelve incapaz de encontrar su propia felicidad. El valor de la democracia convierte a las opiniones de todos en igualmente respetables, lo que genera un espacio de entendimiento y de convivencia óptimo para el desarrollo de los individuos.

Promover el conocimiento de las especies vegetales de proximidad, las especies de los espacios verdes de las ciudades, potenciar su valoración y la de los espacios comunes de las poblaciones, donde los ciudadanos pueden hacer deporte individual o colectivamente, donde las familias

acceden con sus hijos pequeños para que se relacionen y diviertan con otros niños, donde las personas mayores pueden hacer un ejercicio saludable... Se pone en valor aspectos como la salud física y mental y su relación con el espacio donde se vive. No sólo se favorece el aprendizaje de las especies vegetales y de su protección sino de su implicación con la vida colectiva e individual del ser humano en las ciudades.

- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.** Se trata de potenciar las ideas que pueden aportar mejoras a los problemas en cualquier ámbito de la vida, particularizando la iniciativa empresarial de gran importancia para la sociedad, como señalan numerosos trabajos tales como el de García, Moreno, Rosique y Madrid (2012) o el de las Cámaras de Comercio y el Ministerio de Educación y Ciencia (2007). La iniciativa empresarial es, al fin y al cabo, una especialización de orientación económica dentro de la iniciativa emprendedora, entendida ésta de forma más amplia. Ejemplos de emprendimiento, además del empresarial, se pueden dar en ámbitos creativos-culturales, participativos, sociales... (Dirección General de Empresa y Actividad Emprendedora, 2015). Para ello se promueven habilidades para materializar ideas, potenciando la creatividad, promoviendo valores, la capacidad de asumir riesgos calculados y de planificar y gestionar proyectos. Se trata de que el individuo pueda ponerse en el papel de qué puede hacer él por los demás, antes de ponerse en el de qué pueden hacer los demás por él.

Dentro del Proyecto NomenPlantor, la aplicación *Herbarium* es la que proporciona un mayor impulso a la iniciativa, dotando al usuario de un medio para generar fichas de especies en las que se pueden vincular mapas con geolocalización de ejemplares, facilitando así la realización de inventarios georreferenciados que pueden ser publicados en cualquier sitio Web. Esta herramienta posibilita a los alumnos, por poner un ejemplo, la creación de centros de interpretación digitales que aportan valor a los espacios verdes cercanos. Otra posibilidad es la de estudiar zonas verdes naturales con un interés especial para aportar el resultado de sus estudios a la comunidad, para su conocimiento y puesta en valor.

- **Conciencia y expresiones culturales.** Se trata de que los alumnos aprendan a valorar la importancia de las expresiones artísticas como la música, la literatura o las artes plásticas y escénicas. La formación integral de cualquier individuo, no se puede considerar completa sin que las expresiones artísticas tengan una relevancia importante. Se dice que, si algo hace especial al ser humano como ser vivo, es la capacidad de emocionarse con el arte (Departamento de Educación Plástica y Visual IES Alto Conquero, s. f.).

El interés de las especies vegetales no sólo radica en sus aplicaciones agrícolas, farmacológicas, tintóreas..., esto es, en los usos prácticos que se les da, sino en su valor estético y disfrute espiritual. Especialmente importante es este particular en los espacios verdes urbanos, pero, también, se puede comprobar que las flores, los bosques, las praderas... han sido fuente de inspiración artística inagotable para pintores, músicos, orfebres, ceramistas... Es difícil encontrar una expresión cultural en donde las plantas no hayan tenido, de una forma u otra, un papel importante en algún momento.

### **5.1.3 Objetivos, contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables**

Los objetivos didácticos de la propuesta en el aula es desarrollar el espíritu científico, de observación metódica de los ejemplares vegetales, con el fin de que, utilizando las herramientas de identificación proporcionadas, el alumno sea capaz -primero con la ayuda del profesor y de un compañero, luego con la ayuda de un compañero y, por último, por sí mismo- de identificar las especies vegetales de los espacios verdes cercanos a su centro educativo. Con la práctica de reconocimiento de especies y con el dominio de sus caracteres y de la comprensión de la nomenclatura botánica y la taxonomía que organiza y ordena el vasto mundo vegetal, se pretende despertar en los alumnos el espíritu investigador, que les inculque interés por comprender las diferentes estrategias de adaptación al medio de las especies, resolviendo las dificultades que plantea desarrollar sus funciones vitales básicas de supervivencia y

reproducción. Se realizará una mención especial de las especies de las que quedan pocos ejemplares vivos, con diferente grado de riesgo de extinción, y de las que son endémicas de la Península Ibérica, circunstancia que obliga a los seres humanos que la habitamos a conservar los hábitats donde viven para evitar su desaparición.

Los contenidos a desarrollar se corresponden con los expresados en el Bloque 3 de la asignatura de Biología y Geología de 1º ESO “La biodiversidad en el planeta Tierra”, en concreto los relacionados con las plantas. Éstos son (Anexo I.A. apdo. 1. del Decreto 40/2015 del 22 de junio de 2015 JCCM, p. 18909):

- “Funciones vitales: nutrición, relación y reproducción”
- “Sistemas de clasificación de los seres vivos. Concepto de especie. Nomenclatura binomial”
- “Plantas: musgos, helechos, gimnospermas y angiospermas. Características morfológicas y fisiológicas”
- “Adaptaciones de las plantas”
- “Plantas en peligro de extinción o endémicas”

Durante el desarrollo de las actividades se tendrán en cuenta expresamente los contenidos listados previamente, para establecer la relación con las explicaciones teóricas del aula con los casos reales tratados a lo largo del tiempo que duran las sesiones.

Teniendo en cuenta que las sesiones de identificación de especies de plantas van dirigidas, inicialmente, a todo tipo de alumnos del centro, parece, *a priori*, poco adecuado establecer relaciones con unos contenidos de una asignatura de Biología y Geología, incluso para alumnos que hayan decidido seguir cursando sus estudios en cursos superiores por especialidades diferentes a las CCNN, distantes de sus intereses. Sin embargo, el argumento que sostiene esta decisión es el de que tanto los alumnos que en el momento de realizar las actividades están cursando 1º de la ESO, como todos los demás, han recibido la formación teórica concreta debido a que se trata de una asignatura de tipo troncal. En el currículo oficial, incluso los alumnos que en cursos posteriores deciden no seguir estudiando asignaturas de CCNN, poseen esa formación común y, por tanto, para ellos será un refuerzo o recordatorio de lo que en su día aprendieron.

Los criterios de evaluación también son los expresados en el currículo oficial y son los siguientes (Anexo I.A. apdo. 1. del Decreto 40/2015 del 22 de junio de 2015 JCCM, p. 18909):

- “Conocer las principales categorías taxonómicas y definir el concepto de especie”
- “Utilizar claves dicotómicas u otros medidos para la identificación y clasificación de organismos comunes”
- “Identificar especies de plantas en peligro de extinción o endémicas”

Los estándares de aprendizaje evaluables, ya comentados en otro apartado de este mismo TFM, son los siguientes (Anexo I.A. apdo. 1. del Decreto 40/2015 del 22 de junio de 2015 JCCM, p. 18909):

- “Relaciona plantas comunes con su grupo taxonómico aplicando criterios de clasificación”
- “Clasifica organismos comunes a partir de claves dicotómicas sencillas”
- “Identifica especies de plantas y animales en peligro de extinción o endémicas”

## 5.2 Ámbitos de mejora

La puesta a disposición de claves de identificación desarrolladas para las plantas más cercanas al centro educativo, centradas en facilitar el conocimiento de los caracteres que diferencian unas especies de otras y, por tanto, de su biodiversidad, volviendo a conectar con la cultura de conocimiento de la naturaleza de las generaciones precedentes, supone un punto de apoyo sólido para un cambio en el paradigma educativo de cómo enfrentarse a la pérdida de cultura del conocimiento de la naturaleza y de las plantas en particular.

La práctica con la terminología descriptiva, con una etimología que enriquece el lenguaje tanto en la lengua materna o en segundos idiomas, establece relaciones firmes con el desarrollo de las capacidades lingüísticas de los estudiantes y el interés por ampliar su aplicación.

La capacidad de observación directa, tanto de detalles morfológicos como de cambios fenológicos producidos a lo largo de los meses, capacidad muy necesaria para el desarrollo del espíritu investigador y científico, con ejemplares muy cercanos a los que se les puede hacer un seguimiento en su día a día.

Disponer, en las claves de identificación, de funcionalidades que facilitan su utilización, comparativamente con las demás claves de identificación existentes, diseñadas con ayudas didácticas para aprender a identificarlas, supone un punto de apoyo para el despertar de las capacidades autodidactas de los participantes. Además, las herramientas de identificación quedan a disposición del alumnado fuera del espacio del centro, gracias a su accesibilidad a través de Internet y de cualquier dispositivo que posea un navegador Web.

La generación de una relación con sentido entre las TIC disponibles y el contacto con el conocimiento de la vida y de la naturaleza, potencia una imagen amigable y práctica de las tecnologías, favoreciendo una conexión emocional positiva con ellas, no sólo del alumnado, sino del propio equipo docente.

Por último, se debe hacer hincapié en la formación de la ciudadanía, con la sensibilización para la protección de espacios comunes en la ciudad, necesarios para potenciar una mejor calidad de vida y una mejor interrelación democrática entre sus habitantes, además de ofrecer un foco de atención hacia las cualidades y valores estéticos de dichos espacios.

### **5.3 Objetivos de la propuesta**

La propuesta tendrá como objetivo desarrollar las destrezas necesarias para manejar las claves de identificación y, con ello, conocer y comprender los caracteres botánicos disponibles para la identificación de las especies vegetales del entorno más cercano. El alumno será capaz de reconocer la mayoría de las 37 especies de la clave por sí mismo, incluso sin el uso de la clave de identificación, gracias al trabajo realizado durante cada identificación.

A lo largo del proceso, se buscarán los siguientes objetivos:

1. Fomentar hábitos relacionados con la materia de Ciencias de la Naturaleza, como son la observación e interpretación de características morfológicas de especies vegetales.
2. Identificar y clasificar diferentes especies vegetales de cercanía.
3. Conocer, interpretar y reelaborar información científica relacionada con las especies a identificar.
4. Fomentar el trabajo en equipo de forma colaborativa en la resolución de la identificación de las especies incógnita.
5. Plantear una opción de trabajo individual para aquellos que se sientan interesados en profundizar en la materia.
6. Potenciar el conocimiento de la biodiversidad vegetal y respeto y valoración por la naturaleza.
7. Proponer el uso de las herramientas de identificación en idiomas alternativos al castellano.
8. Facilitar el uso y dar sentido práctico a las TIC.

### **5.4 Cronograma**

La fase preparatoria es esencial para establecer la hoja de ruta de la acción innovadora. Se requiere trabajar en el plan de ejecución, pero también se requiere establecer los contactos pertinentes con los agentes interesados y cómo informarles del proyecto, dimensionar los recursos y materiales que serán necesarios para su puesta en marcha, crear un cronograma de actividades en el aula, etc.

En la fase de aplicación se van a tener en cuenta las buenas prácticas de planificación del proceso de enseñanza/aprendizaje, elaborando una unidad didáctica que, como dice Amparo Escamilla "(se

planifica) ...*alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad*" (Escamilla, 1993, p. 39).

Se detallan los hitos más significativos de las actuaciones desarrolladas en forma de cronograma en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 1. Cronograma de hitos significativos del proyecto de innovación

SEMANA	HITOS
Primera semana de junio	Se establece una primera reunión con el equipo del departamento de CCNN, mostrando las posibilidades que ofrece la herramienta de identificación. Los docentes del departamento muestran interés por la puesta en marcha del proyecto de innovación. Se planifica una reunión posterior para establecer la programación.
Primera semana de julio	Se produce una segunda reunión donde se establece el formato de las actividades en el aula, los recursos necesarios y la temporalización con el cronograma previsto. Se desarrolla un pequeño dossier con la metodología y estrategia docente a seguir que es llevado por el departamento de CCNN a jefatura de estudios.
Primera semana de septiembre	La propuesta es aceptada por el equipo directivo y es introducida en la PGA del año en curso y llevada al Consejo Escolar para su aprobación. Posteriormente se envía a la Delegación de Guadalajara de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de la JCCM para su última aprobación y archivo oficial. La actividad queda reflejada en la PGA dentro del Programa anual de actividades extracurriculares y complementarias como "Práctica NomenPlantor" asignada al 3er trimestre de la asignatura de Biología y Geología de 1º de la ESO.
Tercera semana de febrero a primera semana de abril	Desarrollo de las sesiones de la propuesta.
Cuarta semana de abril	Sesión de tutoría y resolución de dudas.
Primera semana de mayo	Entrega del herbario al docente del departamento de CCNN (hito no incluido en la planificación de la propuesta pero que debe ser considerado para que la planificación sea coherente).
Segunda semana de mayo	Sesión de evaluación final del proceso de aprendizaje. Evaluación del proceso de enseñanza.
Tercera semana de mayo	Elaboración del informe de resultados. Entrega al equipo del departamento de CCNN del informe.

Fuente: elaboración propia

## 5.5 Metodología del proyecto innovador

La metodología que se va a elegir será la de adquirir contenidos mediante una asimilación interiorizada, incluyendo el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas, integrándola con conocimientos de otras materias.

La observación de carácter científico será la línea argumental de las actividades a desarrollar, buscando, procesando y reelaborando la información necesaria ayudándose de las TIC, usadas de forma responsable. Se realizará una lectura detenida y cuidadosa de los textos de ayuda de las claves, ampliando la información relativa a los caracteres a reconocer, mediante un trabajo metódico y en un clima de respeto mutuo y aceptación, reforzando actitudes cívicas y con interacciones sociales positivas y solidarias.

El aprendizaje será de tipo significativo, con el apoyo de la información teórica recibida en clase, dándole sentido mediante el descubrimiento y la participación en la resolución del problema de averiguar el nombre que reciben las diferentes especies y el grupo taxonómico al que pertenecen.

Durante las sesiones se hará hincapié en el trabajo colaborativo, fomentando un clima de cooperación y solidaridad, donde las observaciones de unos compañeros ayuden a comprender a los demás. A partir del trabajo en clase, los alumnos podrán continuar con el trabajo de forma individual, autónoma, aprovechando las bases de conocimiento práctico desarrolladas durante las clases.

Las sesiones estarán compuestas de diversas actividades orientadas con diferentes objetivos:

- **Actividades de introducción/motivación.** Permiten introducir el tema principal, atrayendo la atención de los alumnos. Se buscará establecer conexiones con datos e información lo más cercana posible a su propia vida cotidiana. En estas actividades se aprovechará para obtener información sobre el nivel de conocimientos inicial que los estudiantes tienen sobre la materia.
- **Actividades de desarrollo.** Se trata de actividades donde se plasman los aspectos centrales de la materia, mediante exposiciones aclaratorias de cómo enfrentarse a una cuestión planteada en la clave de identificación, mostrando no sólo los contenidos a aprender, sino los mecanismos que el alumno puede utilizar para adquirirlos por sí mismo, como la ampliación de conocimientos sobre caracteres botánicos a través de Botanipedia.org.
- **Actividades de consolidación.** En estas actividades, los contenidos trabajados en el aula son asentados, ampliados y aclarados. Los conocimientos previos con los que el alumno cuenta al inicio de las sesiones forman un andamiaje cognitivo que le permiten comprender una parte de los nuevos conocimientos expuestos durante las propias sesiones, asentándolos, pero, también, ampliándolos. Sin embargo, durante las actividades de desarrollo se pueden generar, en la mente del estudiante, interpretaciones que conlleven conflictos cognitivos (Piaget, 1996, citado en Durán, 2009) donde lo que se le ofrece como información presenta discrepancias lógicas con sus conocimientos previos. Estos conflictos no sólo aparecerán en la relación entre el docente, las claves de identificación y el alumno, sino que también aparecerán como discrepancias en la comprensión entre compañeros (Medrano, 1995). Estas discrepancias deben ser aclaradas en la mente de los alumnos para que puedan convertirse en conocimientos asimilados.
- **Actividades de refuerzo y ampliación.** Son actividades personalizadas para cada alumno, siguiendo sus diferentes ritmos de aprendizaje. Los alumnos con ritmos más lentos tienen la oportunidad, mediante el refuerzo, de alcanzar los niveles medios de sus compañeros, mientras que los alumnos con ritmos más ágiles pueden seguir motivados con retos más elevados.

Para las estrategias y técnicas a implementar, se buscará la variedad con objeto de reducir la monotonía, potenciando conceptos, procedimientos y actitudes enriquecedores y positivos por asimilar, tomando como línea argumental del trabajo en clase el desarrollo del mayor número posible de competencias clave.

- **Análisis de los textos de ayuda, interpretación de la información y de la terminología utilizada.** Se centrará el análisis tanto en los términos que referencian elementos de la morfología de las plantas (términos científicos), como en los nombres binomiales latinos de las especies, pero, también, en los términos/adjetivos que describen sus variables características y que ofrecen la adquisición de una gran riqueza léxica. Se utilizarán diccionarios de botánica, pero, también, se realizarán consultas a los departamentos de lengua, de lengua extranjera (en su caso) y de latín del propio IES.
- **Visitas a las zonas verdes.** Se pueden desarrollar de forma colectiva, pero también de forma individual. En el primer caso el docente aprovechará las salidas para enlazar con las explicaciones de la clase, fomentar el contacto directo con el medio natural y potenciar una visión integrada del entorno. Se realizarán tomas de muestras donde el docente explicará la forma correcta de recolectarlas con el fin de hacer el mínimo daño posible a las plantas.
- **Uso de herramientas de observación.** El uso de la lupa de mano, una pequeña regla para tomar medidas, una cámara de fotos y una pequeña libreta serán elementos importantes para potenciar la observación de carácter científico y la toma de datos necesaria para la posterior

identificación. Esta estrategia y la de realizar visitas a las zonas verdes son potenciadoras del contacto íntimo y comprensivo con la realidad natural.

- **Realización de trabajos grupales.** Los ordenadores del aula están situados de tal forma que varios alumnos se encuentran agrupados. Esta situación es ideal para fomentar el trabajo colaborativo, proporcionando la oportunidad de compartir conocimientos, expresar dudas y plantear soluciones en común. Todo ello en un ambiente de sano respeto democrático.
- **Pequeños trabajos de investigación.** A partir del objetivo de la identificación de las especies y de las dudas planteadas, se plantearán posibles trabajos de investigación donde los alumnos amplíen información taxonómica, etnobotánica, farmacológica/toxicológica, fenológica, de técnicas de cultivo (agrícola/jardinera), ecológica... Dadas las características de las sesiones, estos trabajos de investigación serán de carácter voluntario, si bien serán planteados cuando surja la oportunidad.
- **Trabajo en el aula de informática.** Se explicará la forma de trabajar con las claves NomenPlantor, cómo se usa el navegador Web para acceder a ellas, los elementos de su interfaz de usuario, los botones de navegación y la utilización de los hipervínculos y de buscadores para ampliación de conocimientos. El objetivo es que el alumnado se familiarice con la herramienta, aprenda a utilizarla aprovechando el máximo de su potencial y conozca su interconexión con otras fuentes de información valiosa en Internet, potenciando la competencia digital de forma segura.
- **Realización de herbarios digitales.** Dadas las limitaciones de tiempo, esta estrategia no se va a implementar, pero se va a plantear a los alumnos que hayan adquirido un mayor nivel y que se sientan con interés por seguir avanzando. Se realizará una exposición general de la plataforma *Herbarium*, la herramienta en la nube del Proyecto NomenPlantor para generar pliegos de herbario virtuales, indicando la localización del manual del usuario y la metodología necesaria para su implementación. La importancia que adquiere esta estrategia está en el fomento en el alumno de su iniciativa para la creación de espacios digitales donde desarrollar verdaderos centros de interpretación virtuales para la comunidad.
- **Toma de imágenes y bocetos.** La adquisición de imágenes digitales y dibujos ofrece una doble oportunidad, tanto de adquisición de destrezas en la toma de datos de carácter científico, como de desarrollo de un espíritu de conciencia cultural sobre la estética de las especies botánicas y su relación con las expresiones artísticas de las diversas culturas.

## 5.6 Desarrollo de la innovación

### 5.6.1 Temporalización

La disponibilidad de Aula Althia ha sido concedida durante los recreos de los viernes, dentro de las actividades extraescolares voluntarias que en el centro son denominadas "Talleres del recreo".

El número total de sesiones de la propuesta va a ser cinco (más una sexta en la que se realiza la evaluación final), las dos primeras de duración de 30 minutos (la duración del recreo). En concreto, los "Talleres del recreo" comienzan a las 11:10 y concluyen a las 11:40. La situación derivada del confinamiento por el estado de alarma debida a la pandemia por COVID-19, produjo una abrupta interrupción de las actividades del centro, entre ellas, de las sesiones que en principio estaban programadas. Es por ello que las tres sesiones siguientes son hipotéticas y no han sido realmente ejecutadas. Estas sesiones se programan en horario de tarde, donde la disponibilidad del aula Althia es mayor y no se interfiere en los horarios lectivos, reservando 90 minutos para cada una de ellas, en horario de 16:30 a 18:00.

Las sesiones van a tener lugar durante cinco viernes casi seguidos ya que existen dos viernes intermedios en los que el calendario del centro impide su realización. En particular uno de los viernes es empleado en una visita del grupo de Ciencias de 2º de Bachillerato, por lo que los docentes del departamento de Ciencias no estarán en el centro, y otro de los viernes se corresponde con un día no lectivo, intermedio

entre la festividad de San José y el fin de semana siguiente. La sexta sesión, como ya se indicó, se empleará en realizar la evaluación final, con una duración de 60 minutos en horario de 16:30 a 17:30.

Las sesiones han sido programadas a partir del comienzo del último trimestre, con el fin de que los alumnos participantes hayan tenido ocasión de haber recibido la formación teórica en relación con los temas de botánica en el aula.

En la tabla siguiente se muestra la temporalización de las sesiones concretadas en las fechas definitivas:

Tabla 2. Temporalización de las sesiones de la actividad

FECHA	SESIÓN	DURACIÓN
21 de febrero	Primera sesión	30 minutos
06 de marzo	Segunda sesión	30 minutos
13 de marzo	Tercera sesión	90 minutos
27 de marzo	Cuarta sesión	90 minutos
03 de abril	Quinta sesión	90 minutos
15 de mayo	Sexta sesión (evaluación final)	60 minutos
<b>TIEMPO TOTAL DE LA PROPUESTA.....</b>		<b>390 minutos</b>

Fuente: elaboración propia

Las dos primeras sesiones, como puede verse, son breves para ajustarse al tiempo del recreo, por lo que se tratarán como sesiones introductorias, en cada una de las cuales se buscará centrar al alumno en los pasos correspondientes que llevan a aprender el significado y el manejo de las claves de identificación para las especies con las que se va a trabajar, con objeto de ganar su interés.

Las tres sesiones siguientes ya poseen una duración suficiente como para desarrollar el tema con mayor detalle. La sesión tercera y cuarta son de mayor duración porque la primera parte se corresponde con una salida a la zona verde aledaña al centro, para la recolección de muestras. La segunda parte de la tercera sesión y la cuarta están pensadas para realizar identificaciones en clase, todas ellas en grupo, al principio con la guía del profesor para, paulatinamente, dejar que los grupos trabajen. La quinta sesión está pensada para servir de refuerzo y ampliación, tanto para ayudar a los más rezagados como para proponer actividades donde los alumnos aventajados puedan aprender y aplicar nuevos conocimientos que se relacionen con los aprendidos durante las sesiones precedentes, contando también con mayor duración. En el apartado siguiente se describen en detalle el contenido de cada una de las sesiones.

Entre la quinta y la sexta sesión, en la semana anterior a la entrega del herbario que los alumnos de 1º de la ESO deben realizar para la asignatura de Biología y Geología, hay prevista una sesión especial de consulta, donde se llevará a cabo una tutoría y resolución de dudas, con el mismo horario que las tres últimas sesiones, pero realizada en el departamento de CCNN. Los alumnos que así lo deseen podrán acercarse al departamento para que el docente les ayude en las dudas que les hayan podido surgir con el uso individual de la clave.

### 5.6.2 Actividades

El proyecto de innovación en la práctica se ha introducido según el detalle explicado a continuación, en forma de unidad didáctica.

- 1) **Presentación de la unidad didáctica.** Denominación “La determinación de especies de plantas mediante el uso de claves dicotómicas”. A partir de los conocimientos del contenido curricular “Plantas: musgos, helechos, gimnospermas y angiospermas. Características morfológicas y fisiológicas” el alumno adquirirá conocimientos, actitudes y competencias que le facilitarán la identificación de las especies de proximidad y la asimilación de su biodiversidad de forma amena y sencilla, fomentando la capacidad de observación y discernimiento sobre los caracteres botánicos observados.

- 2) **Sesiones.** A lo largo de cinco primeras sesiones, los alumnos asistentes recibirán formación para conectar sus conocimientos teóricos sobre las especies de plantas terrestres -las embriofitas- en particular las plantas vasculares y, dentro de éstas, las plantas con reproducción por semilla. La sexta sesión corresponderá con la evaluación final. Las sesiones se estructurarán de la siguiente manera:

**a) Primera sesión**

**Contenidos y metodología**

Introducción al tema. Recordatorio de la taxonomía de los principales grupos de plantas terrestres. Se realiza mediante una evaluación inicial del conocimiento de los alumnos del grupo sobre los temas de botánica básica y, a la vez, de refuerzo de conceptos (ver la práctica docente a continuación):

- Plantas no vasculares (musgos y hepáticas) y vasculares.
- Dentro de las plantas vasculares, las plantas sin semillas (pteridofitas) y con semillas (espermatofitas).
- Dentro de las plantas con semillas, las plantas sin flores (gimnospermas) y con flores (angiospermas).
- Dentro de las plantas con flores, las plantas con semillas de dos cotiledones (dicotiledóneas) y un solo cotiledón (monocotiledóneas).

El concepto de especie. La agrupación de las especies en géneros y familias. Los caracteres botánicos en común de los grupos taxonómicos.

La aplicación de las claves dicotómicas y el uso de los caracteres botánicos para la determinación de las especies, subespecies, variedades y cultivares.

Durante esta sesión se realizarán actividades de introducción a la botánica y motivación en la aplicación práctica de sus conocimientos.

**Práctica docente**

Tanto la visión taxonómica de la botánica como el uso de las claves de identificación son conocimientos que, según el temario de 1º de la ESO, ya han recibido. Hay que recordar que la convocatoria está abierta a todos los niveles del centro y que todos los alumnos han recibido formación al respecto al tratarse la Biología y Geología de 1º de la ESO de una asignatura troncal. Por ello, la estrategia para trabajar con estos contenidos será refrescándolos mediante la realización de una evaluación inicial de los conocimientos que los alumnos en teoría ya dominan y corrigiendo en clase las dudas y conceptos erróneos. Para los alumnos de 1º de la ESO, además, les resultará útil para preparar el examen trimestral de la asignatura. Véase el apartado siguiente de Evaluación para consultar el método de evaluación inicial donde se explica la forma de ejecutar esta primera sesión.

Para explicar las claves de identificación, se utilizarán ejemplos de claves que existen en multitud de formatos y localizables en Internet, proyectadas en pantalla y explicando su funcionamiento. Para usarlas de ejemplo es posible usar cualquiera de las disponibles, pero para concretar, en este ejemplo se utilizarán las clásicas claves de Bonnier (Bonnier y Layens, 2002).

A lo largo de las siguientes sesiones, según se vaya avanzando, se realizarán evaluaciones de los conocimientos sobre plantas que los alumnos deberían haber adquirido previamente a la realización de la actividad (como las funciones de reproducción, nutrición, relación...), por lo que la evaluación inicial, y la estrategia descrita en la evaluación, va a repetirse durante las siguientes sesiones.

## b) Segunda sesión

### Contenidos y metodología

Manejo básico de las claves NomenPlantor. Se explicará cómo se accede a la herramienta mediante la introducción de la dirección URL en la barra de direcciones del navegador Web. La URL y la página se visualizará en la pantalla del aula. Posteriormente, se explicará la navegación básica, enlazando con el concepto de uso de la clave de identificación dicotómica explicado en la sesión anterior. Se realizarán actividades de introducción y motivación y actividades de desarrollo.

### Práctica docente

En esta sesión se describirán los elementos del interfaz de la clave de identificación y su uso práctico. Se explicará, como idea fundamental que, para conseguir la identificación de un ejemplar, se deben ir contestando cuestiones que la clave va a ir proponiendo en sucesivas pantallas. En cada pantalla el grupo de alumnos elegirá una opción, cuando se plantea una dicotomía (insistiendo en que una dicotomía es una pareja de opciones opuestas), o seleccionará una cifra que encaje con la medición del elemento propuesto en su propio ejemplar, cuando las cuestiones sean numéricas. Para elegir la respuesta correcta a cada cuestión planteada será imprescindible comprender bien lo que se pregunta, para lo cual se necesitará haber leído e interpretado la ayuda que se ofrece con cada cuestión. Se explicará al grupo de estudiantes que es muy importante leer detenidamente las ayudas, en especial la primera vez que aparezcan en sus identificaciones. Una vez que se entiendan adecuadamente, ya no será necesario volver a leerlas y, si se les olvida o dudan, pueden volver a leerlas cuantas veces sea necesario.

A continuación, se muestra una figura con los elementos principales de la clave:



Figura 5. Elementos del interfaz. Fuente: elaboración propia.

El componente más importante del interfaz, como se comentó previamente, es la ayuda (ver el punto [1] en la figura 5) que acompaña a cada cuestión que la clave plantea, ayuda que se compone de una imagen (a veces un conjunto de imágenes que van apareciendo

en forma de carrusel, en otras ocasiones imágenes en movimiento tipo GIF) y un texto explicativo. Con las ayudas el alumno comprenderá qué significa el carácter botánico que se le plantea, qué es lo que tiene que observar en su ejemplar y decidir cuál es la respuesta adecuada en función de lo que observe.

Junto a algunas ayudas importantes, con caracteres botánicos que posean gran relevancia en la identificación, pero que presenten alguna complejidad especial, el alumno encontrará un enlace a la Wiki Botanipedia, donde podrá consultar un artículo redactado con intención de explicar el tema con una visión global sobre dicho carácter, con ejemplos e imágenes. Véase la posición del enlace en la figura siguiente:



Figura 6. Enlace a la Wiki Botanipedia bajo el texto de ayuda. Fuente: elaboración propia

A continuación, se describen la funcionalidad los botones del interfaz. En las cuestiones dicotómicas, la pareja de botones situados en la parte central de la pantalla sirve para seleccionar una de las dos opciones posibles ([2] en la figura 5). En las cuestiones numéricas, el deslizador horizontal permite seleccionar una cifra dentro de un margen mínimo y máximo (aceptando la cifra seleccionada con el botón [OK] a la derecha del deslizador), como se muestra en la figura siguiente:



Figura 7. Cuestión numérica para seleccionar la longitud de la hoja. Fuente: elaboración propia

Los botones de la parte inferior de la pantalla son botones de navegación. El botón izquierdo permite volver atrás en el proceso ([3] en la figura 5). El derecho ([4] en la figura

5) permite seguir adelante sin contestar la cuestión planteada, si el alumno duda o no tiene la información que la cuestión planteada requiere. El botón central ([5] en la figura 5) hace que NomenPlantor liste las especies no descartadas en cada fase del proceso (resultados a los que todavía se pueden llegar en la identificación).

En el interfaz aparecen también tres botones en la parte superior. Dos de ellos ofrecen información sobre la clave que se está utilizando ([6] en la figura 5). El tercero, situado en la esquina superior izquierda ([7] en la figura 5) permite abrir la clave que se está usando en una pestaña nueva, eliminando todo el resto del contenido que se encuentre alrededor, en la página en la que está insertada la clave. Este último botón es útil para centrarse en la herramienta, evitar distracciones y para ser utilizada en pantallas de reducidas dimensiones como *tablets* o *smartphones*.

Al finalizar un proceso de identificación, el alumno podrá comprobar el nombre de la especie a la que haya conseguido llegar. Al hacer clic sobre el nombre, el navegador abrirá una nueva pestaña en la que, por defecto, se muestran imágenes recopiladas por Google sobre la especie, aunque se puede enlazar con fichas elaboradas por otros alumnos, como podrá verse en la quinta sesión de ampliación). De esa manera se puede comprobar si la identificación ha sido exitosa. Dicha pantalla final se muestra en la figura siguiente:



Figura 8. Pantalla con el resultado del proceso mostrando la traza. Fuente: elaboración propia

Bajo el nombre de la especie, se muestra la traza o recorrido que el estudiante ha realizado para llegar a la pantalla final del proceso. La traza permite al alumno volver a comprobar que las elecciones que ha hecho han sido las correctas. Si la identificación no ha sido exitosa, se podrá volver al inicio del proceso o a cualquier punto de la traza, haciendo clic sobre el punto que desee. Téngase también en cuenta que es posible llegar a un resultado múltiple, con un listado de varias especies en lugar de sólo una, si el alumno dejara sin contestar demasiadas cuestiones. Las especies listadas en este caso siempre corresponderán con aquellas que cumplan con las elecciones hechas durante el proceso.

Para comprender la importancia de las ayudas y para que los estudiantes manejen con soltura las cuestiones planteadas en la clave, en especial aquellas que aparecerán con más frecuencia durante las identificaciones, el docente ejemplificará su uso utilizando una rama florida (en este ejemplo se utilizará la Mahonia, la cual está en el listado de especies y florece en febrero/marzo), que mostrará una inflorescencia, siendo además una planta de porte arbustivo, con hojas perennes y compuestas y márgenes espinosos. Todos ellos son caracteres de manejo básico. Como ejemplo de frutos, el docente utilizará una rama de Durillo (presente también en el listado), el cual también posee inflorescencias, hojas perennes simples y con el margen liso, estando en época de fructificación en febrero/marzo, por lo que las inflorescencias se habrán convertido en infrutescencias.

Los caracteres botánicos más importantes que se mencionarán en esta sesión, por ser muy habituales en los procesos de identificación, son (véase anexo III para más detalle):

- Porte de la planta.
- Hojas enteras, divididas y compuestas.
- Formas de las hojas y de los folíolos.
- Flores solitarias o en grupos y flores en inflorescencias.
- Tipos de inflorescencias.
- Tipos de frutos más habituales.

Durante las sesiones se generarán dudas relacionadas con el vocabulario a emplear para las descripciones de los caracteres botánicos. Se estimulará a los alumnos a realizar búsquedas en Internet y, en especial, a contar con los docentes de los departamentos de lengua, latín y lengua extranjera (en el caso hipotético de emplear las claves en segundos idiomas, circunstancia que no se da en la propuesta de este trabajo).

Como se indicó en la práctica docente de la sesión anterior, el docente deberá evaluar los conocimientos que, en teoría, ya poseen los alumnos. En particular se valorarán los conocimientos sobre los elementos y estructuras de las hojas (limbo, peciolo, nervios, margen, ápice, base), los elementos de la flor (caliz, corola, estambres y carpelos), la estructura del fruto (periparpio, mesoparpio y endocarpio) y el concepto de flor simple e inflorescencia. Se utilizarán las imágenes de ayuda de NomenPlantor, haciendo clic con el ratón sobre ellas y ampliándolas en la pantalla del aula. Al hacerlo únicamente se visualiza la imagen, por lo que los alumnos deben hacer un esfuerzo por recordar los conceptos que en su día se explicaron en clase de CCNN. Este recordatorio se realiza con el mismo objetivo de ser una evaluación inicial, como la indicada en la primera sesión.

A lo largo de ésta y las demás sesiones, se realizará una evaluación continua, valorando la eficacia de la acción formativa de los nuevos contenidos impartidos, mediante una observación directa, como se especifica en el apartado de evaluación, subapartado de evaluación procesual.

### **c) Tercera sesión**

#### **Contenidos y metodología**

Forma correcta de recoger información para la identificación de gimnospermas: toma de muestras, fotografías y bocetos y anotaciones en el cuaderno de campo. Identificación de gimnospermas, primero en grupo con toda la clase y luego por parejas. Se realizarán actividades de introducción y motivación y actividades de desarrollo.

#### **Práctica docente**

La sesión se dividirá en dos partes, dando comienzo a las 16:30 y finalizando a las 18:00. En la primera parte se realizará una visita a los espacios verdes próximos, con una duración aproximada de 45 minutos. En la visita se explicará la forma adecuada de

obtener muestras con cortes limpios, usando unas tijeras de podar bien afiladas y limpias, con el objeto de dañar lo menos posible los ejemplares, realizando cortes de despunte sobre un nudo, o de la rama completa sobre el zócalo de su base evitando dejar un tocón excesivo. También se estimulará a realizar fotografías donde se vea el aspecto general y los detalles que más les llamen la atención. Se les estimulará a confeccionar un cuaderno de campo donde realizar las anotaciones y bocetos de sus observaciones. En la figura siguiente se puede observar la zona verde aledaña al centro educativo:



*Figura 9. Imagen el parque del Ferial junto al IES (al fondo). Fuente: elaboración propia*

En esta primera visita se pondrá el foco en tomar muestras y datos sobre las gimnospermas, que se utilizarán en clase para la identificación en el resto de la sesión. Todos los alumnos deberán recoger al menos una muestra de cada una de las especies indicadas por el profesor. Será suficiente con recoger muestras de tres especies para completar la sesión que, en total, durará 90 minutos.

La segunda parte de la sesión se desarrollará en el aula Althia y tendrá una duración prevista de unos 45 minutos. Se comenzarán a realizar las identificaciones en grupo con la guía del profesor, trabajando por parejas, una por cada ordenador. En la primera identificación todos los alumnos trabajarán con la misma especie a la vez, usando las muestras que hayan recolectado previamente. El docente hará de guía, pantalla por pantalla, hasta llegar al final del proceso de identificación y todas las parejas seguirán el mismo proceso en sus ordenadores. Al trabajar por parejas se facilita el intercambio de observaciones y el debate privado entre ellas. Las observaciones que realizan las parejas son compartidas y debatidas en público con el resto de la clase, defendiendo sus observaciones. Como ya se indicó, se comienza a trabajar con especies de gimnospermas, por ser éstas muy habituales en jardinería y de fácil disponibilidad, ofreciendo además una visión evolutiva de las plantas con semilla, que conectará con la siguiente sesión, cuando se trabaje con las angiospermas.



Figura 10. Pinsapo del parque anexo con sus estróbilos desescamándose para liberar las semillas. Fuente: elaboración propia

La primera identificación propuesta se realizará con el *Pinus pinea* (ver anexo III). En la primera identificación en especial, pero también en las siguientes, para las explicaciones donde se aclaran dudas sobre qué observar con cada cuestión de la clave, el profesor hará uso de la pantalla. Al tratar de determinar si una hoja tiene uno u otro tipo de margen, el profesor se ayudará del proyector de opacos o de la lupa USB y mostrará en pantalla en qué hay que fijarse para determinar qué tipo de margen tiene el ejemplar a identificar. Aprovechará para invitar a los alumnos a utilizar una lupa que puedan llevar consigo y observar por sí mismos los caracteres vistos en la pantalla. Para dejar claro los tipos de márgenes que presentan las hojas, el docente explicará que al final de la ayuda se dispone, en cuestiones botánicas importantes como ésta, de un enlace a un artículo de [Botanipedia.org](http://Botanipedia.org) donde se muestra un catálogo de tipos de márgenes y cómo reconocerlos. De esta forma, los alumnos entenderán la mecánica del uso de la clave y la importancia de comprender qué se les pregunta en cada pantalla del proceso. El docente leerá las explicaciones de la ayuda de cada cuestión haciendo hincapié en los detalles más significativos, tanto con las imágenes como con los textos de ayuda.

A partir de la primera identificación, los alumnos seguirán trabajando por parejas, cada una siguiendo independientemente su propio proceso, pero todas ellas trabajando sobre la misma especie, con las muestras e información tomadas durante la visita previa. En estas identificaciones por parejas, el docente aportará ayuda en los momentos donde las parejas tengan dudas de cómo continuar. Si la duda de una pareja resultara difícil de resolver, porque la muestra y la información recopilada en campo no mostrara el carácter que necesitan reconocer (como la posición de las ramas con respecto al tronco, por ejemplo), el docente aconsejará saltarse la cuestión antes que responderla de forma aleatoria, ya que una respuesta errónea podría descartar la especie buscada. También hará hincapié en la importancia de que, en la toma de muestras, siempre hay que recoger anotaciones, imágenes y bocetos tomados delante del ejemplar. Si la duda es porque no se comprende bien la ayuda de la clave, el docente aportará la aclaración que sea necesaria utilizando la pantalla de la clase, si fuera una duda generalizada. La segunda identificación terminará cuando todas las parejas han concluido. Las parejas que han equivocado el proceso mostrarán sus trazas al profesor que explicará en la pantalla dónde se cometió el error, indicándoles que vuelvan a dicho punto para continuar desde ahí. En la resolución de problemas de identificación toda la clase aporta para que las parejas con

más dificultades sigan el proceso correctamente y lo comprendan. Con la comprobación en la traza de sus respuestas, los alumnos podrán retomar fácilmente el proceso a partir de cualquier punto, lo que les permitirá realizar una autoevaluación y una autocorrección, fomentando el autoaprendizaje.

Durante esta fase, los alumnos irán adquiriendo comprensión y seguridad en el proceso, avanzando en el dominio de los caracteres botánicos. Los caracteres botánicos más frecuentes, que son los que se presentan casi siempre en algún momento de los procesos de identificación, deberán ser, con el uso, cada vez mejor comprendidos y dominados. Los caracteres más específicos, los que aparecen en el proceso menos a menudo porque lo hacen sólo para la identificación de algunos ejemplares, requerirán de nuevo que lean y observen metódicamente, consultando las imágenes capturadas durante la visita y sus bocetos y anotaciones del cuaderno de campo. Con cada identificación, el nivel de conocimientos botánicos aumentará paulatinamente.

El éxito de sus identificaciones podrán comprobarlos al finalizar el proceso, haciendo clic sobre el nombre de la especie que ofrecerá el resultado. La actitud de interés por conseguir identificaciones exitosas será evaluada por el docente para los componentes de las parejas.

#### **d) Cuarta sesión**

##### **Contenidos y metodología**

Se realizarán actividades de introducción y motivación y actividades de desarrollo. Forma correcta de recoger información para la identificación de especies angiospermas: toma de muestras, fotografías y bocetos y anotaciones en el cuaderno de campo. Identificación de angiospermas, primero en grupo con toda la clase y luego por parejas.

##### **Práctica docente**

Al igual que en la sesión anterior, se seguirá la misma estrategia, con una visita para toma de muestras y datos de campo de 45 minutos de duración en la zona verde anexa y las posteriores identificaciones en el aula Althia, con una duración de otros 45 minutos.

En esta sesión se utilizarán especies de angiospermas para la identificación, preferiblemente con flor. En marzo es posible trabajar con las flores de Forsitias (*Forsythia x intermedia*) que florece antes de la brotación foliar y de Mahonias (*Mahonia aquifolium*) que es de hoja perenne. La primera identificación volverá a realizarse conjuntamente, como en la sesión anterior, de forma colectiva, donde la guía del docente y el uso de la pantalla y de la lupa USB permitirá a todas las parejas seguir la identificación de las primeras especies en sus ordenadores. Durante estas identificaciones el docente se extenderá en ayudar a comprender a los alumnos las particularidades de las angiospermas, en especial la presencia de la flor y las formas de las hojas, con un abanico de posibilidades mucho mayor que en las gimnospermas (véase anexo III para los ejemplos en clase).

La mecánica a seguir a partir de ese momento durante la clase, como en la sesión anterior, cambiará al trabajo por parejas, trabajando todas ellas sobre la misma especie cada vez y con la ayuda del docente para resolver dudas. Como en la sesión anterior, los alumnos trabajarán con los materiales que aporten por sí mismos, usando las mismas especies para poder contrastar los procesos seguidos por cada pareja. Cuando en alguna identificación surja una duda a cerca de un carácter botánico importante se interrumpe la clase brevemente para que el docente pueda realizar las explicaciones pertinentes en la pantalla, con las imágenes de ayuda y con la lupa USB.

## e) Quinta sesión

### Contenidos y metodología

Los alumnos trabajarán en clase para identificar sus propias muestras, que habrán recolectado previamente. El docente realizará un trabajo de guía, ayudando a las parejas a resolver sus dudas. Durante esta sesión se realizarán básicamente actividades de consolidación, practicando lo aprendido en las sesiones precedentes. También se realizarán actividades de refuerzo, para los alumnos que lo requieran, y de ampliación, para los que se muestren más habilidosos en las identificaciones.

### Práctica docente

Durante esta sesión, de 90 minutos de duración como las dos anteriores, las parejas empezarán trabajando de forma independiente, con sus propias muestras. Al llegar al final de las identificaciones, comprobarán como ya se les explicó, que las identificaciones hayan tenido éxito. En caso de dudas o identificaciones erróneas, el docente se acercará a cada pareja para ayudar en el refuerzo de los conceptos sobre caracteres botánicos que no estén bien adquiridos. La traza permitirá volver al punto del proceso donde se cometió el error.

Para las parejas de alumnos con mayores dificultades, el docente propondrá identificaciones de especies sencillas, con caracteres fácilmente visibles, que les ayuden a reforzar conceptos, utilizando la pantalla de su propio ordenador y las fotos y bocetos recopilados para observar los detalles.

Para las parejas que adquieran soltura en las identificaciones, se propondrá que, una vez identificadas las especies, aprovechen para realizar pequeños trabajos de investigación en la búsqueda de información relevante en Internet. Se explicará que, gracias a disponer del nombre botánico, será mucho más fácil encontrar información sobre su cultivo, época de floración, zona geográfica de procedencia, posibles problemas de toxicidad, alergias... Se aconsejará el uso de sitios Web en castellano de solvencia reconocida como [www.arbolesornamentales.es](http://www.arbolesornamentales.es), [www.infojardin.com](http://www.infojardin.com), [www.anthos.es](http://www.anthos.es), [www.arbolapp.es](http://www.arbolapp.es) o [www.floraiberica.es](http://www.floraiberica.es). Sobre Wikipedia, se comentará que las fichas que ofrece sobre especies son de una calidad irregular, por lo que es aconsejable utilizar las de otras fuentes. La información recopilada, reescrita con sus propias palabras, podrá ser utilizada para confeccionar fichas de herbarios digitales con una herramienta nueva, *Herbarium*, que será explicada en clase para los que se interesen por ella.

Las explicaciones sobre el uso de *Herbarium* se realizarán a modo de introducción a su uso práctico, habilitando el acceso a los alumnos que lo deseen. Para ello, previamente, se habrá solicitado a través del correo [educacion@nomenplantor.org](mailto:educacion@nomenplantor.org) la creación de una cuenta para el centro educativo en la que, el docente, tendrá perfil de gestor y podrá añadir a cuantos usuarios lo deseen.

En esta actividad de ampliación, se les explicará, utilizando como referencia el tutorial publicado en <https://www.botanipedia.org/index.php?title=Botanipedia:HERBARIUM>, la forma de crear pliegos de herbario virtual, donde se recopilan, por cada especie, las imágenes y los textos obtenidos en los trabajos de investigación. Con ello se podrán confeccionar fichas básicas que se pueden vincular a las especies de la clave del centro. En el tutorial, además, se explica la forma de añadir audioguías a las fichas, además de mapas con georreferencias de la ubicación de ejemplares de la especie en las zonas verdes que se utilizaron para la toma de muestras.

El uso de *Herbarium* con todo su potencial, requeriría la programación de, al menos, dos sesiones específicas, por lo que se utilizará como elemento motivador, para que los

alumnos más interesados se inicien en el uso de la herramienta y, gracias al tutorial y a la guía inicial del profesor, intenten progresar por sí mismos.

Entre las actividades de ampliación dirigidas a toda la clase, el docente propondrá ejemplos de especies protegidas y endémicas utilizadas en jardinería (ver anexo III). Las explicaciones sobre este tipo de especies proporcionará un valioso contexto de la jardinería en su conexión con la protección medioambiental y de la biodiversidad.

Otras actividades de ampliación interesantes durante esta sesión son las relacionadas con las funciones de los espacios verdes en las ciudades, como zonas que mejoran la calidad de vida en los espacios urbanos. El docente planteará, al final de la sesión, un pequeño debate de unos minutos sobre cómo sería la vida en la ciudad sin la presencia de estas zonas verdes.

A continuación, y como colofón de la sesión, el docente planteará a la clase otra idea para ser debatida durante unos minutos. La idea será la de relacionar las especies ornamentales con actividades artísticas como la pintura. El docente realizará una búsqueda en Internet de imágenes para mostrarlas en la pantalla de cuadros de Monet, el famoso pintor impresionista que, además, fue jardinero de profesión.

**f) Sexta sesión**

Esta sesión se corresponde con la evaluación final, explicada en el apartado siguiente.

**5.6.3 Evaluación del proceso de aprendizaje**

La evaluación de la propuesta se realizará a lo largo de las sesiones descritas en el cronograma de trabajo. Se plantea la realización de una evaluación inicial, una evaluación continua a lo largo de las sesiones y una evaluación final para comprobar el resultado de la acción didáctica.

- A) **Evaluación inicial.** La forma de evaluar los conocimientos previos de los alumnos se realiza mediante la observación del docente. Se utilizarán esquemas gráficos en la pantalla de proyección mostrando plantas representativas de los diferentes grupos, sin textos explicativos, con el objeto de comprobar cómo los alumnos relacionan las imágenes mostradas con sus conocimientos sobre el tema. Las imágenes mostrarán los caracteres significativos que clasifica cada planta dentro de su propio grupo principal (musgos y hepáticas mostrando sus partes sin vasos conductores de savia y con esporas, helechos con haces vasculares y esporas, plantas con semillas sin flores y plantas con semillas y flores, tanto con semillas de dos cotiledones como semillas con uno). Se preguntará a los alumnos si saben a qué grupo pertenece la planta de cada esquema, aclarando las dudas. Véase a continuación la imagen que se proyecta en la pantalla:



Figura 11. Grupos principales de plantas terrestres para proyectar en clase. Fuente: modificado de Tiposde.com (s. f.)

Se ofrece en la pantalla también un esquema donde se organizan en forma de árbol las imágenes previamente mostradas, ayudando a ordenar conceptualmente la información y facilitando la adquisición de una visión evolutiva de las plantas terrestres. El alumno debe haber asimilado cómo, a partir de organismos vegetales más primitivos, la evolución produjo una serie de hitos biológicos que hicieron que las plantas terrestres estuvieran cada vez mejor adaptadas al medio, tanto para el aprovechamiento del agua, la luz y, sobre todo, mejorando los sistemas de reproducción. Ver la imagen descrita a continuación:

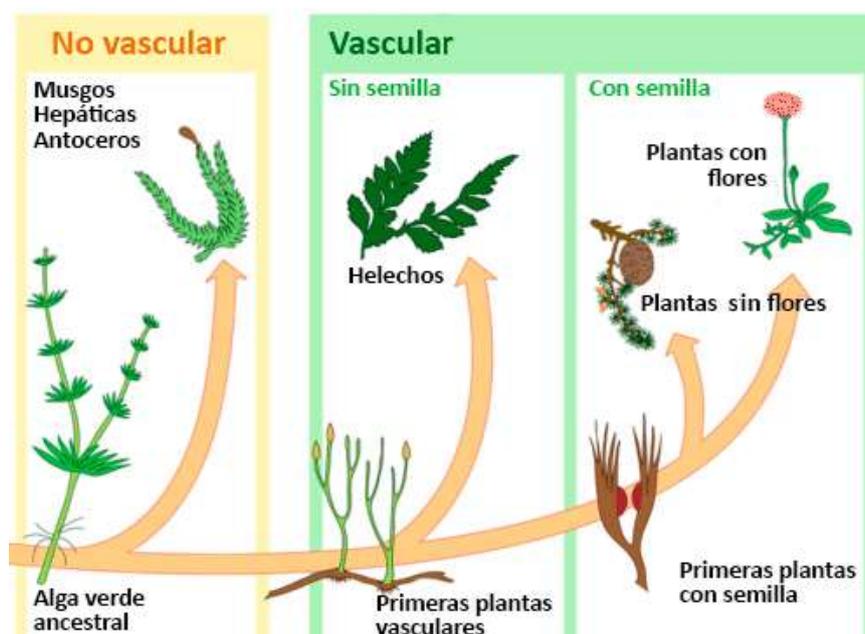


Figura 12. Evolución de los grupos de las plantas terrestres. Fuente: modificado de Ck12.org (s. f.)

La sesión se evaluará con la observación directa del docente, valorando la participación de los alumnos. El resultado de la evaluación se plasma en la siguiente tabla:

Tabla 3. Tabla para la evaluación inicial

Alumno	Demuestra conocimiento (1-10)	Participa, aporta y respeta a los demás (1-10)

Fuente: elaboración propia

- B) **Evaluación procesual.** A lo largo de las sesiones se imparte, de forma colaborativa, la enseñanza necesaria para la utilización práctica de la clave de identificación. Se promueve que los alumnos participen y ofrezcan sus valoraciones, ayudando a solventar dudas y con el objetivo de que sean ellos los que acaben usando, de forma autónoma, la herramienta de identificación.

De nuevo el docente evaluará la participación y actitud de los alumnos mediante la observación directa, ayudando a los alumnos que presenten dudas. Se valorará, especialmente, el trabajo en equipo, el uso de un tono de voz suave que permita trabajar al resto de los equipos y que haga innecesario que el docente deba pedir al grupo que le permitan hablar sin necesidad de alzar la voz. Se valora muy positivamente las intervenciones que se hagan individualmente con observaciones de calidad y que aporten elementos de interés en la clase para todo el grupo. La evaluación se realizará al concluir las sesiones tres, cuatro y cinco.

La forma de realizar la evaluación será de nuevo mediante la observación directa del docente. Para recopilar las observaciones, se ha elaborado la siguiente tabla:

Tabla 4. Evaluación continua durante las sesiones

Alumno	Participa en clase (1-10)	Muestra actitud de respeto a los demás (1-10)	Interviene con asiduidad con aportaciones de calidad (1-10)

Fuente: elaboración propia

- C) **Evaluación final.** Esta evaluación final requiere una sesión específica, agendada en la temporalización en la sexta sesión. Para evaluar la eficacia del proceso de aprendizaje, se ha seleccionado la realización de identificaciones de forma individual, por parte de cada alumno. Estas identificaciones, tres en total, se van a repartir entre dos identificaciones de especies ya vistas durante las sesiones como ejemplos de uso de la clave para, posteriormente, realizar una identificación de una especie no vista en clase. Los ejemplares del examen habrán sido numerados previamente. Para superar adecuadamente el proceso de evaluación, el alumno será capaz de identificarlas correctamente, pero, además, debe poder relacionar las especies identificadas con su correcta jerarquía taxonómica, en particular, con su género e, idealmente, su familia botánica.

El alumno dispone de una hoja de evaluación donde anota el nombre de la especie a la que haya conseguido llegar con la utilización de la clave de identificación, añadiendo la traza visualizada en la última pantalla, donde NomenPlantor muestra el resultado tras haber descartado el resto de los resultados posibles. Del listado “¿Cómo llegué hasta aquí?” se pide al alumno que tome nota en la hoja de examen, escribiendo lo que se muestra en la lista tal cual y anotando en la columna de “Justificación” las explicaciones de lo que haya observado para haber elegido cada

una de las respuestas seleccionadas. A continuación, se muestra un modelo de examen en el que el alumno realizará sus anotaciones mientras realiza su identificación:

Tabla 5. Modelo de examen final para comprobar el nivel adquirido por los alumnos

Alumno:	
Grupo (clase):	
Ejemplar nº:	
<b>RESPUESTAS DEL EXAMEN</b>	
Nombre botánico: (1-4)	
Traslada el resultado “¿Cómo llegué hasta aquí?” (1-6)	
Listado	Justificación
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
...	

Fuente: elaboración propia

A modo de justificación de las elecciones, podrá acompañar sus explicaciones de bocetos propios sobre los elementos observados en sus ejemplares a identificar: hojas, espinas, frutos, flores..., para lo cual dispondrá de folios en blanco que añadirá a la prueba de evaluación, indicando el número de la cuestión que trata de explicar. Estas aportaciones serán recibidas positivamente en la justificación de sus elecciones.

En la valoración del trabajo, el 40% de la nota está en función de haber conseguido identificar el ejemplar correctamente, si bien es necesario que el alumno justifique correctamente sus elecciones. Estas justificaciones tienen mayor importancia que acertar en la identificación, por lo que suman el 60% de la nota restante. Es posible que el alumno haya identificado equivocadamente el ejemplar, que haya llegado a una especie similar y, sin embargo, que haya justificado argumentadamente sus observaciones, con lo que se consideraría un trabajo adecuado, digno de aprobación.

Durante la evaluación el evaluador debe tener en cuenta que, para una correcta identificación, el alumno puede elegir múltiples opciones diferentes, por lo que la traza en cada caso puede ser distinta a la elegida por otros alumnos. Entre los factores que hacen que los caminos seguidos sean diferentes, están el propio ejemplar seleccionado para la identificación (su edad, por ejemplo), así como el estado fenológico por las fechas en las que se hacen las identificaciones o, también, por los conocimientos y capacidades de observación del propio alumno.

#### 5.6.4 Evaluación del proceso de enseñanza

Tras evaluar el proceso de aprendizaje de los alumnos se pasa a la evaluación del proceso de enseñanza, donde, por un lado, los alumnos aportan el resultado de su propia experiencia y, por otro, las aportaciones de las observaciones del docente.

De los instrumentos más utilizados en las técnicas de recogida de datos, las pruebas, entrevistas y observación directa, se estima que un modelo de formulario en el que se recojan las impresiones de los alumnos será el más adecuado, permitiendo que la recogida de información se realice en un tiempo acotado y de todos los alumnos a la vez.

Es necesario recordar aquí que uno de los objetivos principales de la actividad es el desarrollo, en el alumno, de sus competencias clave, por lo que el objeto de la evaluación es recopilar información sobre

el impacto de la actividad en todas ellas. Los conocimientos de botánica adquiridos son evaluados en la evaluación del proceso de aprendizaje (véase epígrafe anterior).

A continuación, se muestra una tabla con un cuestionario modelo realizado para que cada alumno participante describa sus impresiones y su experiencia durante la actividad. Obsérvese como las preguntas formuladas se han creado en relación con la citada adquisición de competencias clave:

Tabla 6. Cuestionario para evaluación del proceso de enseñanza

Alumno:	
CUESTIONES	OBSERVACIONES DEL ALUMNO
1. ¿Te ha gustado la actividad? ¿Te ha parecido útil? ¿Qué cambiarías de la actividad?	
2. ¿Qué te ha parecido la forma de dar las clases? ¿Te gustaría que hubieran sido de otra manera? ¿Cómo?	
3. Los textos utilizados durante la actividad contienen términos complicados ¿Te ha resultado fácil entenderlos? ¿Cómo has trabajado estos términos para conseguir entenderlos?	
4. ¿Crees que es útil consultar a los departamentos de Lengua y Latín para comprender los términos complicados? ¿Lo has hecho? ¿Por qué?	
5. ¿Te parece interesante la botánica? ¿Crees que has aprendido a valorar mejor las plantas ahora que antes de la actividad?	
6. ¿Vas a seguir aprendiendo sobre plantas después de haber terminado con la actividad? Si es así ¿cómo piensas hacerlo?	
7. Si quisieras averiguar el nombre de una planta de las que hay en la población donde vives por ti mismo ¿usarías NomenPlantor o lo harías de otra manera? ¿Cómo lo harías?	
8. Con los conocimientos de plantas que has adquirido ¿qué crees que puedes hacer con ellos? ¿Crees que puedes ayudar a que otras personas aprendan de lo que sabes?	
9. ¿Te ha resultado sencillo usar NomenPlantor? ¿Crees que se puede mejorar? ¿Cómo?	
10. Has utilizado NomenPlantor y, al usarlo, te ha servido para visitar otros sitios Web para solucionar dudas y buscar información ¿Te ha resultado interesante? ¿Has encontrado dificultades? ¿Cuáles?	
11. ¿Te ha gustado trabajar en equipo? ¿Te ha ayudado el poder solucionar dudas y avanzar de forma más ágil el poder trabajar con otros compañeros?	
12. ¿Valoras más los conocimientos de plantas que tenían nuestros antepasados ahora que has empezado a conocerlas?	

13. ¿Crees que cuando la gente conoce mejor las plantas las respeta más? ¿Ha mejorado también tu valoración sobre ellas?	
14. ¿Piensas que las personas tenemos que trabajar para que no se extingan las especies? ¿Crees que es importante preservar la biodiversidad?	
15. ¿Crees que los espacios verdes son importantes para la vida en la ciudad? ¿Los valoras más ahora que antes de hacer la actividad?	
16. ¿Valoras la belleza que aportan las flores y las plantas en los espacios donde vivimos? ¿Ha mejorado tu valoración sobre la estética que aportan las plantas y las flores?	
17. ¿Entiendes que artistas de diferentes especialidades hayan utilizado las plantas como fuente de inspiración? ¿Te gustaría saber pintar, dibujar, fotografiar... plantas para tu propio disfrute?	

Fuente: elaboración propia

## 5.7 Recursos

A continuación, se detallan los recursos organizativos y didácticos necesarios para la puesta en marcha del proyecto de innovación.

Tabla 7. Recursos, agentes y procedimientos necesarios para realizar la actividad

RECURSO	AGENTE(S) IMPLICADO(S)	PROCEDIMIENTO ORGANIZATIVO-DIDÁCTICO
Listado de especies	Docente de la innovación Técnico brigada jardines	Visita a la zona verde objeto de la práctica. Reunión con el técnico de la brigada.
Clave NomenPlantor (elaboración)	Equipo del Proyecto NomenPlantor	Envío del listado y solicitud mediante el correo <a href="mailto:educacion@nomenplantor.org">educacion@nomenplantor.org</a>
Clave NomenPlantor (publicación)	Equipo directivo del centro Webmaster del sitio	Solicitud del equipo directivo al Webmaster
Carteles divulgadores	Dpto. secretaría del centro	Impresión equipo de reprografía
Aula Althia (aula de informática)	Jefe de estudios	Reserva en la agenda de programación del aula para la impartición de las sesiones.
PC o portátil para el docente, cañón y pantalla de proyección	Jefe de estudios	Comprobación de conectividad a Internet y de visualización en la pantalla de proyección.
Muestras e imágenes de las especies	Docente de la innovación	Material para el apoyo de las explicaciones en el aula.
Lupa USB/ proyector de opacos conectado al PC del docente		Visibilidad en la pantalla del aula de detalles morfológicos pequeños de las especies a identificar
Tijeras de podar		Herramienta de mano bien afilada para la toma de muestras.

Fuente: elaboración propia

En la imagen siguiente se puede observar una lupa USB similar a la utilizada durante las sesiones de la actividad, que permite ver al grupo de alumnos detalles morfológicos en la pantalla de proyección:



Figura 13. Lupa USB para proyección en la pantalla del aula. Fuente: Alibaba.com (s. f.)

## 5.8 Agentes implicados

Para la preparación de la actividad, como ya se indicó, es importante contar con la colaboración de los siguientes agentes:

- **Docentes del departamento de Ciencias Naturales.** Su colaboración es clave y fundamental para el éxito de la iniciativa educativa desde el comienzo hasta el final.
- **Equipo directivo del centro.** La publicación en la PGA y la presentación al Consejo Escolar es un apoyo necesario para el éxito de la iniciativa.
- **Jefe de estudios.** Su papel es muy necesario para asegurar el espacio y las fechas de disponibilidad del lugar donde se van a realizar las actividades.
- **Docentes de departamentos de Lengua, Latín, Tecnología, Ética y Arte.** Al tratar de que la actividad implique el desarrollo en los alumnos no sólo de conocimientos botánicos, sino de habilidades, conocimientos y actitudes relacionadas con todas las competencias clave posibles, es importante tratar de fomentar en el alumnado el interés por seguir aprendiendo de forma autónoma, por tratar de conocer mejor el lenguaje utilizado en la descripción de las especies, por manejar las claves y las demás herramientas del Proyecto NomenPlantor, por desarrollar un espíritu de protección hacia los espacios verdes comunes en la ciudad y por despertar la valoración estética hacia las plantas ornamentales.
- **Secretaría del centro.** Necesaria para una adecuada divulgación de las actividades, ya que se presentan como actividades abiertas a la participación de forma libre.
- **Equipo del Proyecto NomenPlantor.** Su función es fundamental, si bien sólo para la preparación de la herramienta de identificación. Es posible que, durante la fase preparatoria, se puedan detectar algunas mejoras en el funcionamiento (alguna especie a la que cuesta llegar, nombres comunes de las especies no usados en la localidad, imágenes o textos de ayuda mejorables...). Como para todo desarrollador, la comunicación con sus usuarios es fundamental y el equipo del proyecto agradece cualquier aportación que ayude a mejorar el funcionamiento práctico de la herramienta.
- **Brigada de jardinería del ayuntamiento.** Generalmente contactando a través del concejal de parques y jardines (o de medio ambiente, según la organización del equipo de gobierno municipal) aporta una ayuda útil para la elaboración de la lista de especies de proximidad.

## 5.9 Resultados hipotéticos

Mientras que la directora del departamento ha mostrado un alto nivel de implicación, colaborando en la búsqueda de espacio y horario adecuados, además de en su divulgación, la otra profesora del departamento, aunque también ha mostrado interés, no ha participado activamente en su implementación.

La directora del centro ha mostrado una actitud neutra sobre el proyecto de innovación, actitud posiblemente relacionada con su perfil de docente de Lengua y las dificultades para relacionar la actividad con su materia. El jefe de estudios, que además es docente de Tecnología, ha mostrado un mayor interés, tanto educativo como personal por su afición a las plantas, colaborando, por ejemplo, en la elaboración de los carteles de divulgación.

Los alumnos que asistieron lo hicieron por iniciativa personal, no de forma obligada. El grupo final estuvo compuesto de forma muy mayoritaria por alumnas, más que alumnos: del total de asistentes, con una media de 17 participantes, 15 fueron niñas y 2 niños. Un pequeño porcentaje de alumnos, 4 de ellos, fueron alumnos de familias extranjeras, todos hispano-hablantes. Ninguno de los alumnos asistentes poseía una discapacidad que le impidiera participar plenamente de las clases. El conocimiento básico de los equipos informáticos que mostraron los estudiantes fue suficiente como para no tener que explicar de forma detallada la utilización elemental de un navegador Web ni de cómo acceder a un sitio Web a partir de una URL o dirección Web. Esta circunstancia facilitó la impartición de la segunda sesión.

La respuesta de los alumnos ha sido positiva puesto que, como cualquier actividad de contacto con el mundo real donde los conocimientos adquiridos cobran significado, resulta altamente motivadora. Incluso teniendo presente que las implicaciones sobre la formación integral del alumno no van a ser patentes para él mismo, resulta una actividad atractiva para los estudiantes. Pero es entre el colectivo de docentes donde sus implicaciones globales adquieren el significado que se persigue, donde el significado de la integralidad adquiere las mayores cotas de valoración. Y este aspecto es crucial, puesto que, sin el apoyo del colectivo, la “ciencia amable”, esto es, la botánica, no estará en condiciones de recuperar la posición que tuvo históricamente, donde profesionales de muy diversa índole (abogados, sacerdotes, geógrafos, médicos, matemáticos, filósofos, farmacéuticos, exploradores, bibliógrafos... y, por supuesto, naturalistas y biólogos) dedicaron muchas horas de su vida a su estudio y conocimiento.

Las dos primeras sesiones, como se indica en el apartado correspondiente, eran de tipo introductorio, y fueron las únicas que pudieron ser llevadas a cabo. La evaluación inicial, en la primera sesión, proporcionó una imagen de la situación heterogénea, donde algunos alumnos mostraron seguridad en sus conocimientos, mientras que otros dudaban a la hora de nombrar los grupos de plantas terrestres. La sesión ayudó a afianzar conocimientos y a que dispusieran de un bagaje necesario para aprovechar las sesiones siguientes.

Prácticamente el 100% de los alumnos asistentes a la primera sesión asistieron a la segunda, aún no siendo una actividad de asistencia obligatoria, lo que da muestra del interés que generó entre ellos. En la segunda sesión, al centrarse en aspectos metodológicos del uso de la herramienta y la utilización para aprender los primeros caracteres botánicos con los primeros ejemplos, despertó todavía mayor interés. Fue evidente que tenían “prisa” por saber el nombre de las especies incógnita con las que se contaba en el aula, pero se esperó a que, gracias al uso de la herramienta, el grupo completo fuera capaz de identificar el nombre buscado. Fueron comienzos esperanzadores.

Desafortunadamente la situación de confinamiento decretada por las autoridades sanitarias (COVID-19) impidió realizar las siguientes sesiones que, es posible vaticinar, hubieran generado la progresión esperada en el dominio y conocimiento de los caracteres y, como consecuencia, de las identificaciones. También es lógico esperar que algunos alumnos desearan seguir ampliando su dominio del tema, explorando nuevas especies e investigando sobre ellas. Otro aspecto esperable es que algunos quisieran iniciarse en el uso de la aplicación en la nube para crear fichas de herbarios digitales.

La utilización de las claves NomenPlantor en actividades de identificación de especies de cercanía, tiene por objeto conseguir facilitar no sólo la adquisición de unos contenidos que se estipulan en el currículo de Secundaria, sino que poseen potencial para servir de estímulo en una formación transversal, con implicaciones de diversa intensidad en las competencias clave citadas en la legislación educativa vigente. De alguna manera, se quiere ofrecer una alternativa que mejore las opciones del proceso de enseñanza/aprendizaje, con una determinada estrategia didáctica que agrupa la propia herramienta

adaptada y unos recursos que los centros tienen a su disposición de forma mayoritaria, ofreciendo una atractiva alternativa en la organización e impartición de contenidos.

La posibilidad de servir de nexo con una cultura de la sociedad en la que se valoraba los conocimientos individuales de las especies, con fines prácticos a menudo de supervivencia, pero que han marcado el devenir de la humanidad durante milenios, y que en la actualidad ha sufrido un notable deterioro y una discontinuidad, forma parte de los cimientos etnográficos de la iniciativa que no son significativos.

## 6. CONCLUSIONES

Tomando como referencia los objetivos plasmados en el epígrafe 3, a continuación, se va a realizar una revisión de cómo y en qué medida han sido alcanzados por la propuesta, realizándola en el mismo orden en que fueron planteados.

1. Promover la adquisición en los alumnos, de forma significativa, de habilidades y actitudes positivas en el marco de las competencias clave.

Los alumnos no han desarrollado en igual medida todas y cada una de las siete competencias clave determinadas en la legislación, si bien era algo que cabía esperar. Es obvio que no se trata de una propuesta que busque específicamente un desarrollo en el alumno de su sensibilidad artística, aunque promover la realización de bocetos o de fotografías con interés estético sirvan a tal fin. Tampoco es una propuesta que haya sido enfocada para potenciar el uso de las TIC de una forma profunda y significativa. O para despertar en el alumnado un sentimiento de espíritu cívico y democrático en toda su posible magnitud. Sin embargo, se puede afirmar que resulta útil para aportar, en mayor o menor medida, en todas y cada una de las competencias. Hay que añadir que, en base a la orientación que el docente quiera proporcionar a la propuesta, es posible incidir mucho más en algunas de ellas. Teniendo en cuenta que las claves NomenPlantor no sólo proporcionan una herramienta para los estudiantes, sino para los propios docentes, las especialidades de éstos pueden ofrecer posibilidades de aprendizaje muy diversas.

2. Comprobar la eficiencia en el reconocimiento de las especies trabajadas con los alumnos.

Como en la mayoría de los aprendizajes, los primeros pasos de los alumnos son inseguros y no son pocos los obstáculos que necesitan ir superando: la observación de gran número de detalles hasta ahora inadvertidos, la terminología nueva que se utiliza para su descripción, la inacabable colección de especies que, hasta entonces, habían pasado desapercibidas... Pero gracias a las primeras identificaciones exitosas, los alumnos demuestran interés por seguir acumulando nuevos éxitos, éxitos que cada vez resultan más sencillos de conseguir gracias a que cada vez resulta más evidente el dominio de los caracteres botánicos necesarios para su logro. Sin duda, el éxito es el mejor de los alicientes para seguir aprendiendo.

3. Aumentar la motivación de los estudiantes por el conocimiento de las especies vegetales y la concienciación por su biodiversidad.

Los árboles que flanquean la entrada del centro ya han dejado de ser sólo árboles. Ahora los alumnos han descubierto que tienen nombre... y apellido. Han descubierto que encajan en la naturaleza con la que están íntimamente emparentados, compartiendo familia con otros árboles que crecen en el parque aledaño o en los jardines de su barrio. La visión de la naturaleza, para ellos, se refuerza como un todo, con una riqueza que ofrece una visión completa del mundo, donde los seres vivos que forman parte del planeta están todos interconectados y donde la pérdida de una sola especie es un drama por el que merece la pena trabajar y poner el esfuerzo necesario para evitar.

4. Desarrollar habilidades de observación y de trabajo con metodología científica y mejorar su valoración como medio para obtener certezas en el conocimiento de la realidad física.

Utilizar la clave es sencillo. Contestar al “tuntún” las cuestiones planteadas resulta muy fácil. Pero sólo cuando se realiza tras una detenida observación las identificaciones ofrecen resultados coherentes. Es algo que se aprende en seguida. Se necesita una observación metódica, interpretar correctamente lo que la clave está planteando, aprovechar la ayuda que se ofrece con cada cuestión y decidirse por la respuesta adecuada. Cuanto mejor se observa, mejor es el resultado obtenido. Contestar es fácil y rápido. Contestar bien supone un análisis y un razonamiento previo de forma metódica. Y si ese razonamiento requiere indagar en la búsqueda de una información necesaria y suficiente para optar por el camino correcto, es, sencillamente, la mejor de las formas posibles para tomar decisiones complicadas, en la identificación de plantas y, por qué no, en la vida misma.

Las aportaciones novedosas de esta propuesta son las que proporciona una visión posibilista de utilización de materiales que, de otra manera, no resultan fáciles de aprovechar. A la poco uniforme formación de los docentes de CCNN en materia botánica (de CCNN o de otras materias como se sugería en el punto 1 de estas conclusiones), a veces desafortunadamente escasa en temas botánicos, se le suma la falta de material didáctico disponible para aquellos que sí poseen una buena base pero que requieren un notable esfuerzo extra en su preparación con un mínimo de calidad, para que resulte eficaz a los objetivos de aprendizaje. Las claves de identificación NomenPlantor, gracias a sus cualidades de personalización y fácil adaptación, ofrecen herramientas útiles tanto para el docente que domina la especialidad como para el que tiene una formación elemental. Especialmente para este último, son, si cabe, todavía de un valor mayor.

No se debería acotar las posibilidades del Proyecto NomenPlantor a la repetición de la actividad desarrollada. El Proyecto ofrece posibilidades ampliadas en la forma de presentar el trabajo a los alumnos, permitiendo variar el conjunto de especies a estudiar (grupos de interés especial como las orquídeas silvestres, las especies que forman bosques autóctonos, especies de humedales, especies de interés farmacológico...), o variando los objetivos de su estudio (por su interés florístico u ornamental, ecológico, terapéutico, agrícola, por su interés en la protección de abejas y mariposas, por su valor en la recuperación de zonas degradadas...) o realizando cambios en la forma de presentar los resultados del estudio. Sobre esta última propuesta se pueden ofrecer algunas ideas, como la utilización del conjunto de herramientas del Proyecto para la generación de colecciones de imágenes del trabajo realizado, o la creación de pliegos completos con el uso de Herbarium, aplicación que no ha sido objeto de estudio en el presente trabajo pero que puede ser analizada en la Guía del usuario existente en la Wiki Botanipedia. Y todo ello poniéndolo a disposición de la comunidad a través de su publicación en sitios Web gestionados por los centros educativos.

## 7. LIMITACIONES

Es necesario recalcar que el principal escollo fue la reducida duración de las sesiones. No fue por exceso de optimismo, sino por, como es habitual, la falta de tiempo material para poderlas encajar en el apretado calendario lectivo del centro. Idealmente, las sesiones mínimas deberían haber durado, al menos, 50-55 minutos, teniendo en cuenta que el comienzo de cada sesión requiere que los alumnos entren al aula de informática desde sus respectivas aulas, busquen un asiento libre junto a los compañeros con los que trabajan habitualmente (se debe recordar que el trabajo en grupo, sobre todo al comienzo, es fundamental) y enciendan sus ordenadores y naveguen por la Web hasta la clave NomenPlantor a usar durante la clase. En conjunto, no menos de 7 a 10 minutos.

Los temarios en CCNN son cada vez más extensos debido a que, cada vez, deben ser capaces de abarcar un contenido mayor, fruto de los grandes avances de la ciencia de las últimas décadas. Esta particularidad de la materia no es compartida con la mayoría del resto de las materias (Lengua, Matemáticas, Filosofía, Latín...), al menos en la misma dimensión (similar situación ocurre con la Historia). Esta circunstancia hace que los docentes de CCNN estén próximos a sentirse desbordados, lo

que repercute en una baja predisposición a introducir una mayor profundización en los temas del currículo, a pesar de que mayoritariamente estimen que sería interesante para mejorar el aprendizaje del alumnado (véanse los resultados de la encuesta del anexo I).

Añadido a la circunstancia anterior, desde mediados de marzo de 2020 la situación de pandemia generada por el COVID-19, y el confinamiento social, provocó la interrupción de las sesiones cuando se habían realizado solamente las dos primeras que, como puede comprobarse en la temporalización, son introductorias. Los cimientos estaban puestos, pero su aplicación práctica apenas fue posible. Únicamente se pudieron realizar dos ejemplos de identificación. Como se explica con detalle en el apartado de actividades, las primeras identificaciones son las que requieren una observación más detenida y una lectura de las ayudas más pausada, por lo que requieren asignarles un tiempo de realización más largo que las siguientes.

Un aspecto que sin duda necesita ser mejorado es la actitud del resto de docentes. Conseguir una mayor y mejor comprensión por parte del equipo docente del IES en su conjunto es importante. Durante su fase de divulgación, tarea que se realizó con intención de captar alumnos de todos los niveles, en ningún momento los alumnos (ni el resto del equipo de docentes) comprendieron que se trataba de una actividad de interés general, sino que concernía al departamento de Ciencias Naturales exclusivamente. Muy probablemente este aspecto tuviera influencia sobre su repercusión y en el número de alumnos que asistieron.

Como ha quedado demostrado a lo largo de este TFM, el conocimiento de las especies del entorno trasciende el hecho de que el alumno tenga o no preferencia sobre las CCNN. Como demuestran sus implicaciones en las competencias clave, se trata de un tema transversal, que afecta a la cultura, a la actitud y a la forma de ser y actuar de los seres humanos en muchos aspectos importantes. Conseguir que los docentes de otras especialidades valores y apoyen iniciativas educativas como la presentada aquí forma parte del cambio en la educación que es necesario y deseable.

Una limitación con la que se pueden encontrar los centros educativos para su implantación es, sencillamente, el desconocimiento de su existencia. La divulgación del Proyecto NomenPlantor, sus características y posibilidades para la realización de actividades es muy escasa. A pesar de la utilización de la Web y las redes sociales, el conocimiento de lo que puede aportar el proyecto al aumento de vocaciones botánicas es casi nulo. Las referencias en la Web por parte de terceros, con sus comentarios y experiencias, son prácticamente inexistentes. Las experiencias de unos siempre suponen un aliciente y un fomento para que otros se decidan a poner en marcha iniciativas de este tipo. Entre los sitios Web en los que se incita a los docentes a usar las nuevas tecnologías, explicando sus cualidades y las mejores prácticas para su uso, no ha sido posible encontrar una sola referencia al proyecto. Una mejor divulgación sería de interés, no sólo para el propio desarrollo del Proyecto, sino para ampliar la red de usuarios que aporten experiencias para la mejora de sus cualidades y la adaptación a las condiciones particulares de los centros educativos.

Aunque la brecha digital en España existe, su reducción es un camino que se está recorriendo con paso firme y decidido. Quizá el problema no sea tanto a nivel particular, sino institucional. No todos los centros ni sus equipos directivos reciben con el mismo interés ni con los mismos recursos, iniciativas donde las TIC sirvan de puerta abierta a nuevos métodos de enseñanza/aprendizaje. Encontrar equipos directivos y docentes dispuestos a apoyar estas iniciativas siempre es un aliciente para que, los más rezagados, den el paso con sensación de mayor seguridad y de que inician un camino con futuro.

## **8. PROSPECTIVA**

El principal problema para poder realizar actividades con los alumnos que les permitan adquirir conocimientos y competencias en relación con las especies de plantas de su entorno, está resuelto gracias a herramientas como NomenPlantor. Su adaptación a los requisitos de cada centro lubrica las

asperezas que la disponibilidad de recursos adecuados para la educación requiere. La extensión de su utilización, además, proporciona un *feedback* necesario para la mejora de cualquier desarrollo informático con lo que, es de suponer que, con el tiempo, cada vez la herramienta funcione mejor, con mejores ayudas al aprendizaje, más elementos que faciliten la tarea al docente y al alumno y mayor fiabilidad en su uso.

Es recomendable para futuras propuestas conseguir una mayor concienciación del profesorado del centro. Sería un acierto poder ofrecer una pequeña presentación en la que se muestren las implicaciones del conocimiento de las especies vegetales en áreas que trascienden el puro conocimiento científico.

Respecto a la puesta a disposición de las herramientas de identificación para los alumnos, independientemente de la solución que se aporte para su publicación en el sitio Web elegido, es recomendable disponer de códigos QR o etiquetas RFID dispersos por el centro -los primeros son en la actualidad más recomendables al ser más universales, ya que todos los smartphones pueden leerlos- no para relacionar los ejemplares con información dispuesta en Internet, como se está haciendo en otras iniciativas educativas, sino para llevar al usuario de forma fácil a la página donde la clave esté publicada.

En lo referente a la mayor limitación expresada en el epígrafe anterior, la falta de tiempo para realizar este tipo de iniciativas, a continuación se propone una solución que puede ser interesante y, además, resuelve otro problema surgido en los últimos años.

En muchas CCAA, entre ellas la Comunidad de Castilla-La Mancha y la Comunidad de Madrid, los exámenes extraordinarios de septiembre (antiguamente exámenes de recuperación) han sido trasladados a finales de junio. Los calendarios de evaluaciones finalizan con la tercera evaluación (evaluación final ordinaria), entre finales de mayo y principios de junio, según los casos (Resolución de 28/08/2019, de la Viceconsejería de Educación, por la que se dictan instrucciones referidas al calendario de aplicación para las evaluaciones del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria, 2019). Desde la evaluación final ordinaria hasta la extraordinaria se dispone de entre 15 y 20 días en los que se ha creado un conflicto de funcionamiento dentro de los centros educativos, ya que los alumnos que aprobaron todas sus asignaturas en la evaluación final ordinaria se encuentran con que, en teoría, deben seguir asistiendo al centro, mientras que los docentes están ocupados en atender a los alumnos que necesitan clases de refuerzo para superar la convocatoria extraordinaria. Los alumnos que ya terminaron se encuentran mayoritariamente desatendidos y, a menudo, sin tareas que les motiven. Durante dicho espacio de tiempo, los centros se afanan por encontrar actividades que atraigan a los alumnos que tuvieron más éxito académico, actividades que puedan realizar preferiblemente de forma autónoma. Habitualmente, muchos buenos alumnos acaban por dejar de acudir a su centro educativo.

Una posibilidad muy interesante para resolver el doble problema es la de implantar actividades de ampliación, que les permita seguir desarrollándose como alumnos brillantes. Actividades que, además, sean atractivas y transversales, que ofrezcan desarrollo de habilidades múltiples, que interrelacionen con diferentes asignaturas y que sirvan para el desarrollo integral del alumno: actividades como la identificación de plantas cercanas con herramientas como NomenPlantor.

Bien es cierto que la presencia de un docente durante la actividad podría ser necesaria sobre todo si sólo se cuenta con alumnos de menor edad. Pero la posibilidad de organizar grupos de trabajo, donde los alumnos de mayor edad sean los guías de los demás, podría resultar operativo e interesante para todos los participantes.

Una sugerencia que se hace al equipo de desarrollo del Proyecto NomenPlantor es que la tecnología que han desarrollado podría aplicarse a otros ámbitos de la identificación y del reconocimiento diferentes a la botánica, no ya dentro de la biología (ornitología, micología, entomología...) sino de fuera de ella (geología, mineralogía, tipos de nubes...).

Un elemento que sería de gran interés para la puesta en marcha de la iniciativa propuesta es la disponibilidad de vídeos explicativos, por parte del Proyecto NomenPlantor, que permitan la consulta

directa de los grupos de trabajo. El sector educativo, además, necesita desarrollar mucho mejor las herramientas on-line, acuciado por la crisis global generada por la pandemia del COVID-19. Sería un gran apoyo al desarrollo prácticamente autónomo la disponibilidad de video-guías que expliquen no sólo aspectos del funcionamiento de la herramienta, complementarias a los contenidos que ya ofrece el Proyecto NomenPlantor, sino que, mediante imágenes en vivo, expliquen los caracteres botánicos más necesarios para aprender a manejarse en el proceloso, pero a la vez, fascinante mundo de la botánica.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alibaba.com. (s. f.). *Microscopio USB*. Recuperado el 10 de julio de 2020. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/500x-scanning-electron-microscope-usb-microscope-with-usb-digital-microscope-driver-60749634934.html>
- Alonso Castell, P., Moreno Galdó, A., Sospedra Martínez, E., Roqueta Mas, J., Hidalgo Albert, E., & Iglesias Berengué, J. (1997). Intoxicación grave por *Coriaria myrtifolia*: A propósito de un caso. *Anales Españoles de Pediatría*, 46(1), 81-82.
- Alonso Morales, D. K. y González Padilla, N. (2017). *Arbolapp en las aulas*.
- Amprazis, A. y Papadopoulou, P. (2020). Plant blindness: a faddish research interest or a substantive impediment to achieve sustainable development goals? *Environmental Education Research*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1768225>
- Anderson, J. R., Reder, L. M. y Simon, H. A. (2014). *Educación : El Constructivismo radical y la psicología cognitiva*. 81(May).
- Athuraliya, A. (2020). *The Easy Guide to Making a Dichotomous Key with Editable Examples*. Creately.com. Recuperado el 10 de julio de 2020. <https://creately.com/blog/diagrams/what-is-a-dichotomous-key/>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Bacchetta, G., Ballesteros, D., Belletti, P., Brullo, S., Bueno, Á., Cagelli, L., Castillo, M. C., Carasso, V., Carrió, E., Casas, J. L., Castells, J. C., Cervelli, C., Draper, D., Baeza, M. C. E., Fenu, G., Gómez-Campo, C., Gorian, F., Grillo, Ó., Güemes, J., ... Virevaire, M. (2008). *Consevación ex situ de plantas silvestres*.
- Belando-Montoro, M. R. (2017). Aprendizaje a lo largo de la vida. Concepto y componentes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 75, 219-234. <https://doi.org/10.35362/rie7501255>
- Bentué Escalona, D., Balaguer Bruguera, J., Martín Navarro, M., Martínez Nebot, I. y Padrós Rodríguez, J. (2015). *Biología y Geología 1º ESO*. Edebé.
- Bonnier, G. y Layens, G. de. (2002). *Claves para la determinación de plantas vasculares*. Omega.
- Cabero Almenara, J. (2004). Reflexiones sobre la brecha digital y la educación. En *Tecnología, educación y diversidad: retos y realidades de la inclusión digital*.
- Cámaras de Comercio y Ministerio de Educación y Ciencia. (2007). *Fomento del espíritu emprendedor en la escuela*.
- Castroviejo Bolibar, S. (2004). *De familias, géneros y especies*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Ck12.org. (s. f.). *Evolución de las plantas terrestres*. Recuperado el 10 de julio de 2020. <https://www.ck12.org/book/ck-12-conceptos-biología/section/9.4/>
- Clarke, A. C. (1977). *Perfiles del futuro*. Luis de Caralt.

- Collantes, F. y Pinilla, V. (2020). La Verdadera Historia De La Despoblación De La España Rural Y Cómo Puede Ayudarnos a Mejorar Nuestras Políticas. *Asociación Española de Historia Económica, Enero*.
- Crisci, J. V. (2001). La biodiversidad como recurso vital de la Humanidad. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, LV(Enero)*, 256-268.
- Crisci, J. V. (2006). Espejos de nuestra época: biodiversidad, sistemática y educación. *Gayana - Botanica, 63(1)*, 106-114. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432006000100006>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (2014). *ArbolApp*. <http://www.arbolapp.es/>
- Decreto 40/2015 de 15/06/2015 por el que se establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, Diario Oficial de Castilla-La Mancha núm. 120, de 22 de junio de 2015, pp. 18872-20324 [consultado el 12 de julio de 2020] Disponible en [http://www.educa.jccm.es/es/sistema-educativo/decretos-curriculo/normativa-vigente-educacion-secundaria-obligatoria.ficheros/194289-DECRETO 40-2015.pdf](http://www.educa.jccm.es/es/sistema-educativo/decretos-curriculo/normativa-vigente-educacion-secundaria-obligatoria.ficheros/194289-DECRETO%2040-2015.pdf).
- Delgado Calvo-Flores, M., Fajardo Contreras, W., Gibaja Galindo, E. L. y Pérez-Pérez, R. (2006). XKey: A tool for the generation of identification keys. *Expert Systems with Applications, 30(2)*, 337-351. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.07.034>
- Departamento de educación, universidades e investigación. (2011). Competencia en cultura científica, tecnológica y de la salud. *Gobierno Vasco*.
- Departamento de Educación Plástica y Visual IES Alto Conquero. (s. f.). *Conciencia y expresiones culturales*.
- Dirección General de Empresa y Actividad Emprendedora. (2015). *Guía de habilidades emprendedoras*.
- Durán Rodríguez, R. (2009). Aportes de Piaget a la educación: hacia una didáctica socio-constructivista. *Dimensión empresarial, 7(2)*, 8-11.
- Elósegui Martínez, L. (2012). *Diseño de diferentes actividades fuera del aula para conocer el entorno medioambiental de La Rioja, aplicado al currículo de 4º ESO*.
- Escamilla, A. (1993). *Unidades didácticas: una propuesta de trabajo en el aula*. Editorial Edelvives.
- Fernández Weigand, G. (2016). *Tipología de sitios Web para identificar plantas*. 04 de enero de 2016. <https://www.nomenplantor.com/tipologia-de-sitios-web-para-identificar-plantas/>
- Font Quer, P. (2001). *Diccionario de botánica* (2ª edición). Ediciones Península.
- García Rollán, M. (1985). *Claves de la Flora de España. Vol. I y II* (2ª edición). Ediciones Mundi-Prensa.
- García Gómez, J. y Martínez Bernat, F. J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias, 28(2)*, 175-184.
- García Pérez de Lema, D., Moreno Candel, I., Rosique Blasco, M. y Madrid Guijarro, A. (2012). Aptitudes emprendedoras de los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en la Región de Murcia. U. P. de Cartagena.
- Gibaja Galindo, E. L. (2004). *Modelos de representación del conocimiento para la identificación taxonómica y aplicaciones*. Universidad de Granada.
- Gil-Albert Velarde, F. (2011). *Operaciones para la instalación de jardines y zonas verdes*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Goëau, H., Bonnet, P., Joly, A., Bakić, V., Barbe, J., Yahiaoui, I., Selmi, S., Carré, J., Barthélémy, D., Boujemaa, N., Molino, J. F., Duché, G. y Péronnet, A. (2013). Pl@ntnet mobile app. *MM 2013 - Proceedings of the 2013 ACM Multimedia Conference, October*, 423-424. <https://doi.org/10.1145/2502081.2502251>

- González González, I., Nuevo Corisco, M. Á., Piñango Nuñez, R. y Tejero Encinas, L. (2011). *Guía del jardín sostenible. Mucho más que un jardín*.
- Guido Williamson, L. (2012). *Aprender a aprender* (Red Tercer Milenio (Ed.); 1º edición). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Guillot Ortiz, D. (s. f.). *Varieties of plants cultivated in Spain*.
- Guillot Ortiz, D., Mateo Sanz, G. y Rosselló Picornell, J. A. (2009). *Claves para la flora ornamental de la provincia de Valencia*. Jolube.
- Harris, M. (1983). *Caníbales y reyes*. Salvat.
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E. (1998). *Propagación de plantas*. CECSA. 6ª edición.
- IES Alejo Vera. (2019). *Proyecto Educativo del Centro*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2017). Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. En *Notes and Queries*. <https://doi.org/10.1093/nq/s1-III.82.409-f>
- Ley 14/1970, de 4 de agosto de 1970, General de Educación (LGE), Boletín Oficial del Estado núm. 187, de 6 de agosto de 1970, pp. 12525-12546 [consultado el 13 de julio de 2020] Disponible en <https://boe.es/boe/dias/1970/08/06/pdfs/A12525-12546.pdf>.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), Boletín Oficial del Estado núm. 238, del 04 de octubre de 1990, pp. 28927-28942 [consultado el 8 de julio de 2020] Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/1990/10/04/pdfs/A28927-28942.pdf>.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 mayo, de Educación (LOE), Boletín Oficial del Estado núm. 106, de 4 de mayo de 2006, pp. 17158-17207 [consultado el 10 de julio de 2020] Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>.
- Ley Orgánica 8/1985, de 3 de julio, del Derecho a la Educación (LODE), Boletín Oficial del Estado núm. 159, de 4 de julio de 1985, pp. 21015-21022 [consultado el 10 de julio de 2020] Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/1985/07/04/pdfs/A21015-21022.pdf>.
- Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), Boletín Oficial del Estado. Nº 295, 10 de diciembre de 2013, pp. 97858-97921 [consultado el 8 de julio de 2020] Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>.
- López González, G. (2007). *Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica (I y II)*. Ediciones Mundi-Prensa.
- López Carrillo, M. D. y De la Cruz Vicente, O. (2016). Colecciones y claves dicotómicas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 84, 55-60.
- Mayoral García-Berlanga, O. (2019). Las plantas como recursos didáctico. *La Botánica en la enseñanza de las Ciencias. Flora Montiberica*, 73, 93-99.
- Medrano Samaniego, M. (1995). La interacción entre compañeros: el conflicto sociocognitivo, el aprendizaje cooperativo y la tutoría entre iguales. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado* (23).
- NomenPlantor.com. (2015a). *El Interfaz de NomenPlantor*. Recuperado el 10 de julio de 2020. <https://www.nomenplantor.com/la-herramienta/que-es-nomenplantor2/que-es-nomenplantor/>
- NomenPlantor.com. (2015b). *Personalización de las claves NomenPlantor*. Recuperado el 10 de julio de 2020. <https://www.nomenplantor.com/la-herramienta/que-es-nomenplantor2/personalizacion-de-las-claves/>
- Nubiola, J. y Espot, M. R. (2016). ¿Dos culturas: ciencias o letras? *Vanguardia Educativa*, 6(25), 18-20.

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2005). *La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo.*
- Orden de 15/04/2016, de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes, por la que se regula la evaluación del alumnado en la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha., Diario Oficial de Castilla-La Mancha núm. 80, de 27 de abril de 2016, pp. 9208-9220 [consultado el 15 de julio de 2020] Disponible en [http://www.educa.jccm.es/es/sistema-educativo/decretos-curriculo/normativa-vigente-educacion-secundaria-obligatoria.ficheros/194270-Orden evaluación ESO 2016\\_4479.pdf](http://www.educa.jccm.es/es/sistema-educativo/decretos-curriculo/normativa-vigente-educacion-secundaria-obligatoria.ficheros/194270-Orden%20evaluaci3n%20ESO%202016_4479.pdf).
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, Boletín Oficial del Estado núm. 25, de 29 de enero de 2015, pp. 6986-7003 [consultado el 08 de julio de 2020] Disponible en <http://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>.
- Resolución de 28/08/2019, de la Viceconsejería de Educación, por la que se dictan instrucciones referidas al calendario de aplicación para las evaluaciones del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria, primer curso de Bachillerato, Formación Profesion, Diario Oficial de Castilla-La Mancha núm. 177, de 6 de septiembre de 2019, pp. 38440-38443 [consultado el 15 de julio de 2020] Disponible en [http://www.educa.jccm.es/es/normativa/resolucion-28-08-2019-viceconsejeria-educacion.ficheros/316680-2019\\_8158.pdf](http://www.educa.jccm.es/es/normativa/resolucion-28-08-2019-viceconsejeria-educacion.ficheros/316680-2019_8158.pdf)
- Pardo de Santayana, M., Morales Valverde, R., Tardío Pato, J. y Molina Simón, M. (2018). *Conocimientos tradicionadles relativos a la biodiversidad. Tomo I. Introducción, actualización de las metodología y fichas.*
- Pérez-Acosta, A. M., Guerrero, F. y López López, W. (2002). Siete conductismos contemporáneos: una síntesis verbal y gráfica. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 2(1), 103-113.
- Pérez Gómez, Á. (2007). La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas. *Cuadernos de Educación de Cantabria*, 1-31.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, Boletín Oficial del Estado núm. 3, de 3 de enero de 2015, pp. 169-546 [consultado el 10 de julio de 2020] Disponible en <https://boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>.
- Ripoll, S., Mayoral, O. y Azkárraga, J. M. (2017). Proyecto Quick Natura. Tecnologías móviles aplicadas a rutas botánicas urbanas. *Modelling in Science Education and Learning*, 10(1), 185. <https://doi.org/10.4995/msel.2017.6661>
- Rodríguez Martínez, Y. del S., Gómez Vílchez, L. E. y Álvarez Gunera, E. A. (2015). *Las Claves de Identificación de los Seres Vivos como Medio Didáctico en Biología Taxonómica del II Año Sabatino de Ciencias Naturales I Semestre del 2005. Presentado.* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades.
- Rugman-Jones, P. F., Hoddle, M. S., Mound, L. A. y Stouthamer, R. (2006). Molecular Identification Key for Pest Species of Scirtothrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 99(5), 1813-1819. <https://doi.org/10.1093/jee/99.5.1813>
- Ruíz de la Torre, J. (2006). *Flora mayor.* Organismo Autónomo de Parques Naturales.
- Sánchez de Lorenzo Cáceres, J. M. (2009). *El nombre latino de las plantas. Los colores* (p. 5).
- Sanchez de Lorenzo Caceres, J., López Lillo, A., Trigo, M. del M. y Argimon de Vilardaga, X. (2000). *Flora Ornamental Española. Volúmen I. Magnoliaceae-Casuarinaceae.*

- Squeo, F. y León, M. (2007). Capítulo III. Transpiración. En *Fisiología Vegetal* (pp. 67-84). <https://doi.org/10.1364/OFC.2018.M2J.7>
- Tikam, M. V. (2014). Impact of ICT on Education. *International Journal of Information Communication Technologies and Human Development*, 5(4), 1-9. <https://doi.org/10.4018/ijicthd.2013100101>
- Tiposde.com. (s. f.). *Tipos de plantas terrestres*. Recuperado el 10 de julio de 2020. [https://www.tiposde.com/plantas\\_terrestres.html](https://www.tiposde.com/plantas_terrestres.html)
- Vazquez-Briseno, M., Hirata, F. I., Sanchez-Lopez, J. de D., Jimenez-Garcia, E., Navarro-Cota, C. e Ivan Nieto-Hipolito, J. (2012). Using RFID/NFC and QR-Code in Mobile Phones to Link the Physical and the Digital World. En D. I. Deliyannis (Ed.), *Interactive Multimedia*. InTech. <https://doi.org/10.5772/37447>
- Velasco, A., García, E. y Linares, T. (2012). Estilo docente en profesores universitarios venezolanos, según los enfoques conductista, cognitivista y constructivista. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 14(1), 141-167.
- Verde López, A. y Fajardo Rodríguez, J. (2003). La Etnobotánica en el currículo de Secundaria. *Enducar en el 2000*, 7(septiembre), 52-55.
- Vilches, A., Legarralde, T. y Berasain, G. (2012). Elaboración y uso de claves dicotómicas en las clases de biología. En *Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata*.
- Vilches Arenas, J. y Rendón Vega, J. L. (2002). *Unidad didáctica: Las Plantas y las Personas*. C. de M. A. J. de Andalucía.
- Young, R. E. (1989). La crisis de la educación actual. *Revista de Educación*, 291(1), 7-31.

## 10. ANEXOS

### 10.1 ANEXO I. Encuesta sobre relación entre conocimiento de las especies del entorno y la valoración de la biodiversidad

Durante la realización del TFM se realizó una encuesta entre profesorado de Educación Secundaria en donde se le solicitó opinión acerca de la relación entre el conocimiento de las especies y la valoración de la protección de la biodiversidad. Su intención, como se menciona en la introducción y justificación de este TFM, es apoyar la idea de que con la formación de los estudiantes en el conocimiento de las especies de su entorno se fortalece una actitud proactiva hacia uno de los mayores y más importantes retos de la humanidad actual: la protección de la biodiversidad.

## La cultura de la biodiversidad y el conocimiento de las especies

\*Obligatorio

<p>Especialidad docente *</p> <p>Elige ▼</p>
<p>¿Consideras importante que la biodiversidad en el planeta sea un asunto de interés universal? *</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>¿Estimas que mejora la valoración de la importancia de la biodiversidad en el planeta cuando las personas tienen mejores conocimientos de las especies de seres vivos que lo habitan? *</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>¿Consideras que la cultura de conocimiento de especies debe ser algo transversal, de cultura general, independientemente de la especialidad profesional a la que derive el alumno? *</p> <p><input type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No</p>

¿Crees que los alumnos acaban sus estudios obligatorios con un conocimiento básico de las especies de plantas y animales más comunes a su alrededor? \*

- Sí  
 No

¿Consideras que los programas educativos están diseñados para que los alumnos terminen sus estudios obligatorios con una cultura de conocimiento básico de las especies más habituales? \*

- Sí  
 No

¿Cuántas horas estimas que sería necesario utilizar, a lo largo de su formación obligatoria, para que los alumnos obtuvieran una cultura básica de conocimiento de las especies de su entorno? \*

- 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10  
           (10 o más)

¿Qué problemas consideras que son los causantes de que los alumnos no obtengan unos conocimientos mínimos de las especies de su entorno? \*

- Ninguno, no creo que haya ningún problema en ello  
 Falta de interés por parte de los alumnos  
 Falta de interés por parte de los docentes  
 Falta de herramientas adecuadas  
 Falta de tiempo para poder impartir el conocimiento  
 Falta de medios de otro tipo

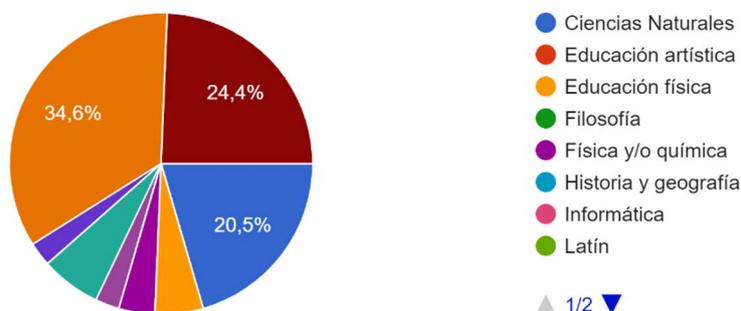
Si en la cuestión anterior contestaste "Falta de medios de otro tipo", describe que problema o problemas consideras que son los causantes de la situación

Tu respuesta

## RESULTADOS DE LA ENCUESTA

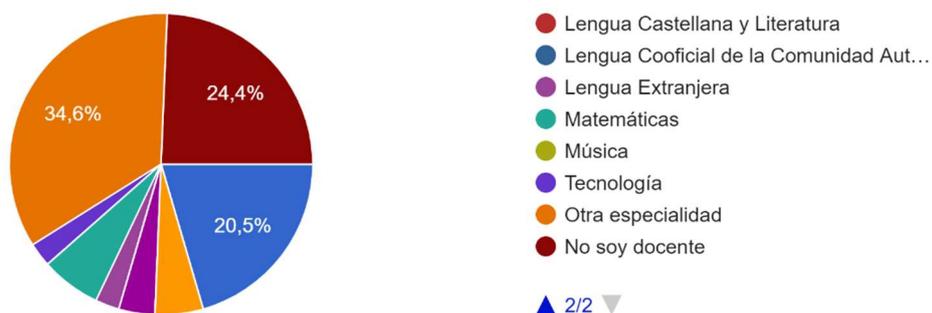
### Especialidad docente

78 respuestas



### Especialidad docente

78 respuestas

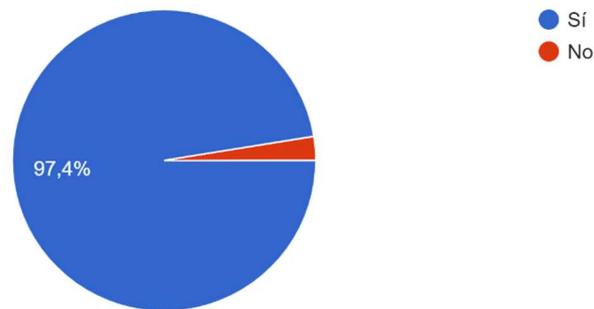


### Especialidad docente. Principales grupos participantes:

Ciencias Naturales	20,5%
No soy docente	24,4%
Otra especialidad	34,6 %

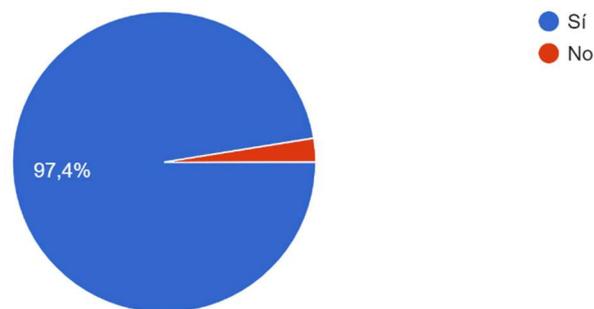
¿Consideras importante que la biodiversidad en el planeta sea un asunto de interés universal?

78 respuestas



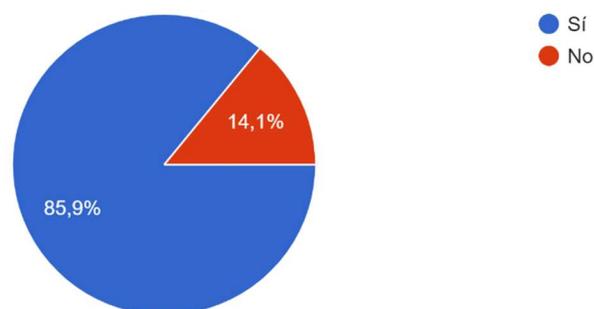
¿Estimas que mejora la valoración de la importancia de la biodiversidad en el planeta cuando las personas tienen mejores conocimientos de las especies de seres vivos que lo habitan?

78 respuestas



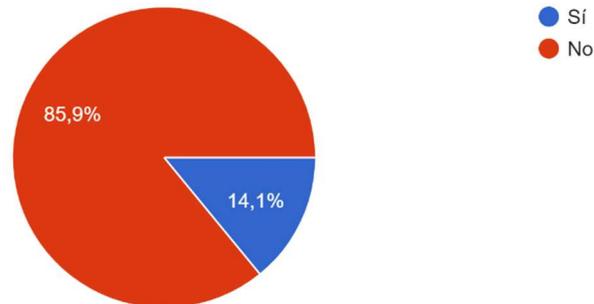
¿Consideras que la cultura de conocimiento de especies debe ser algo transversal, de cultura general, independientemente de la especialidad profesional a la que derive el alumno?

78 respuestas



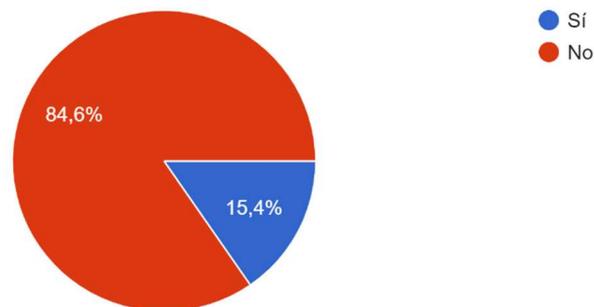
¿Crees que los alumnos acaban sus estudios obligatorios con un conocimiento básico de las especies de plantas y animales más comunes a su alrededor?

78 respuestas



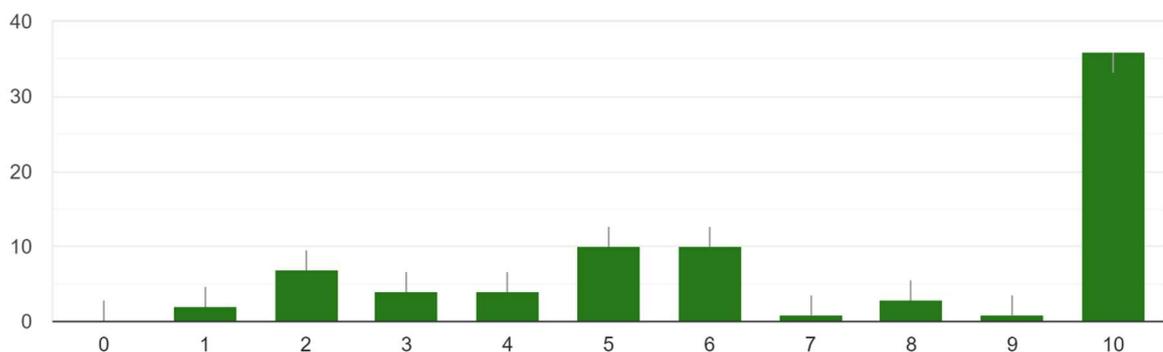
¿Consideras que los programas educativos están diseñados para que los alumnos terminen sus estudios obligatorios con una cultura de conocimiento básico de las especies más habituales?

78 respuestas



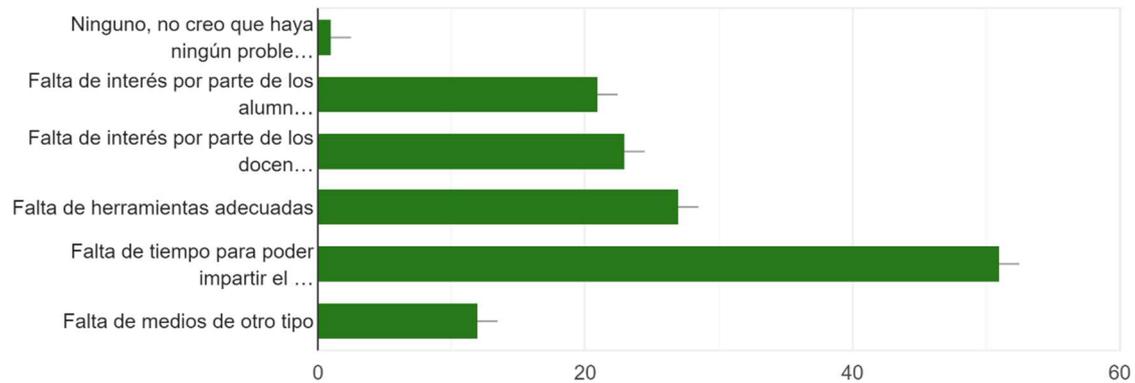
¿Cuántas horas estimas que sería necesario utilizar, a lo largo de su formación obligatoria, para que los alumnos obtuvieran una cultura básica de conocimiento de las especies de su entorno?

78 respuestas



¿Qué problemas consideras que son los causantes de que los alumnos no obtengan unos conocimientos mínimos de las especies de su entorno?

78 respuestas



Si en la cuestión anterior contestaste "Falta de medios de otro tipo", describe que problema o problemas consideras que son los causantes de la situación

9 respuestas.

- Económico y de tiempo
- Los planes de estudios actuales consideran más importantes otros conocimientos por tanto el conocimiento del planeta y su biodiversidad no tiene ningún interés social, de ahí su maltrato
- Desde mi punto de vista, falta de recursos ambientales, necesidad de más práctica y menos teoría.
- Salidas de campo, como excursiones
- Creo que sería necesario salir al medio y promover más excursiones de las obligatorias, facilitar a los docentes de otro tipo de espacios para poder impartir esta materia. Y ampliar currículo oficial.
- No hay salidas, excursiones al campo, bosques reservas, playas, acuarios...
- Limitación por las especies que habitan en una zona determinada, por lo que para mí sería más sencillo conocer las especies autóctonas y desconocer el resto
- Este tipo de conocimiento no se contempla específicamente en las competencias.
- Falta de excursiones a la naturaleza.

Figura 14. Encuesta de relación entre conocimiento de especies y cultura de la biodiversidad. Fuente: elaboración propia

## 10.2 ANEXO II. Organigrama del centro

El organigrama representado en la imagen inferior muestra la estructura organizativa del IES de Guadalajara. Esta información ha sido recopilada para ampliar el conocimiento del contexto en el que se ha desarrollado la innovación educativa del presente TFM.

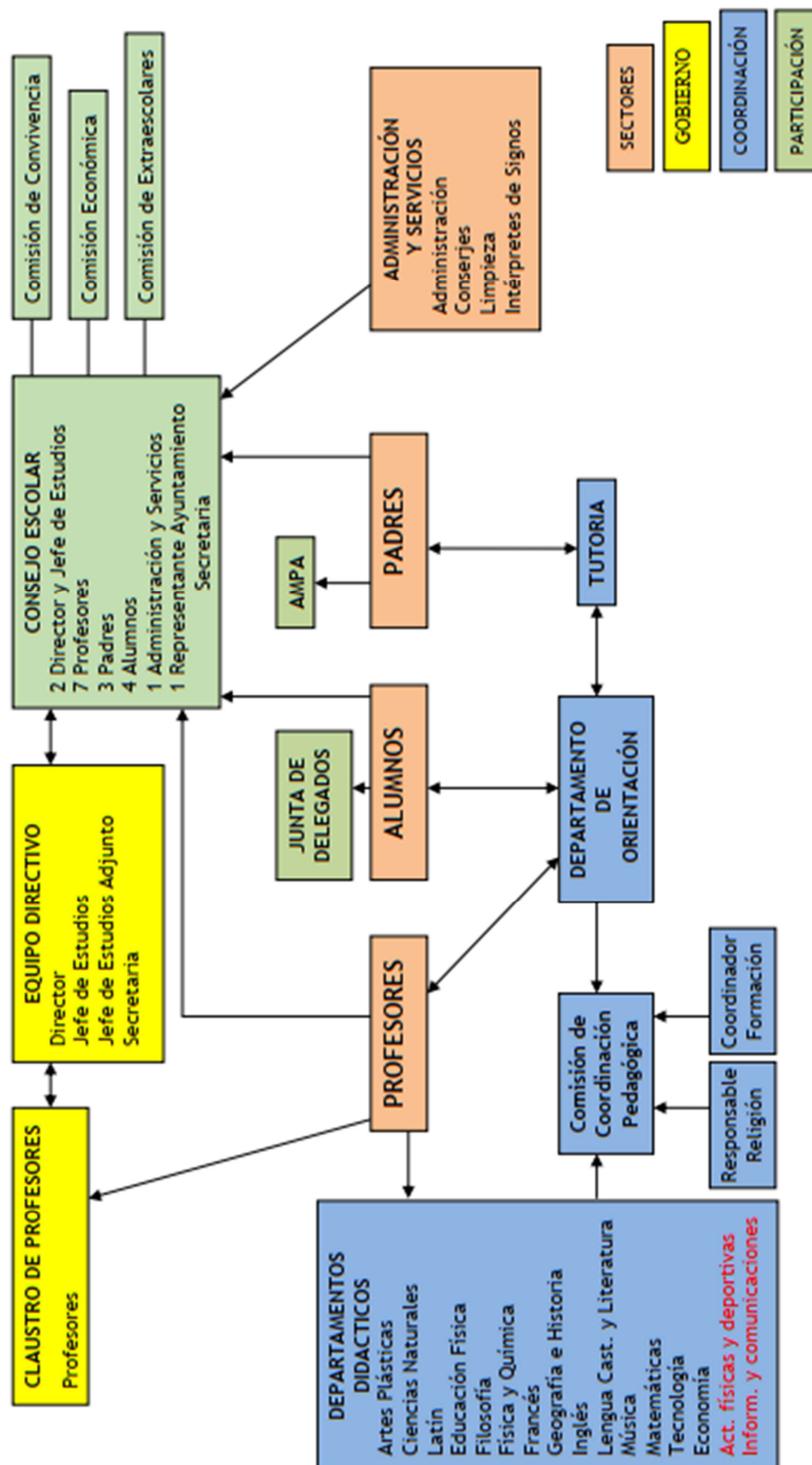


Figura 15. Organigrama del IES. Fuente: IES Alejo Vera (2019)

### 10.3 ANEXO III. Desarrollo de la actividad con aportación detallada de información botánica

Los detalles sobre las explicaciones que el docente realiza aprovechando las diferentes identificaciones son de interés, a modo de guía, para aquellos docentes que deseen aprovechar la experiencia en sus propias clases. Como puede verse, con cada especie identificada se da pie a múltiples detalles botánicos, tanto de estrategias desarrolladas por las plantas para su supervivencia como para la comprensión de la utilidad de los propios caracteres botánicos que muestran, así como para una mejor comprensión de su situación dentro de la taxonomía vegetal.

#### Ejemplos utilizando plantas Gimnospermas

Para las gimnospermas el docente puede escoger prácticamente la lista completa de especies de la clave ya que se trata de un grupo con un número reducido de elementos:

*Especies: Abies pinsapo, Cupressus sempervirens, Pinus pinea y Juniperus horizontalis*

*Híbrido intergenérico: x Cupressocyparis leylandii*

Todas las especies del listado anterior son muy habituales en los parques y zonas verdes de las ciudades. Son especies de hoja perenne, lo que *a priori* podría ser perjudicial ya que la contaminación atmosférica les perjudicaría más. Sin embargo, son especies que suelen estar recubiertas de sustancias cerosas que actúan como capa protectora. En lo que respecta al híbrido intergenérico (el *x Cupressocyparis leylandii*, híbrido entre *Cupressus sp.* y *Chamaecyparis sp.*), característica que en biología se expresa con una “x” delante del nombre binomial, se trata de una ocasión muy adecuada para exponer a los alumnos que, además del rango de “especie”, existen otras categorías taxonómicas para clasificar los ejemplares. Este aspecto es importante para que los estudiantes entiendan que el nivel de especie, a pesar de ser un concepto fundamental en biología y, por tanto, en botánica, es insuficiente para describir la compleja y rica biodiversidad vegetal existente en la naturaleza y en el vasto grupo de las especies cultivadas (Castroviejo, 2004).

En un primer acercamiento a la identificación de especies, se va a utilizar el pino piñonero (*Pinus pinea*), especie que pertenece a un género, el género *Pinus*, que está presente en prácticamente todos los parques y jardines de toda España. Además, es un grupo de especies muy representativa de las plantas gimnospermas. La realización práctica del proceso de identificación se puede seguir observando el siguiente “camino”, denominado *traza*, que se obtiene en la última página del proceso de identificación, donde se muestra el resultado final del proceso de la identificación, en la sección “¿Cómo llegué hasta aquí?” como se muestra en la siguiente figura:

1. Planta leñosa
2. La planta conserva las hojas o los elementos que hacen de hojas
3. Hojas simples
4. Planta arbórea (árbol, arbolillo o palmera)
5. Longitud de las hojas: 101 mm
6. Anchura de las hojas: 1 mm

Figura 16. Traza de la identificación del *Pinus pinea*. Fuente: elaboración propia

Es necesario hacer, en este punto, un inciso sobre la cuestión dicotómica 2 del listado anterior: “La planta conserva las hojas o los elementos que hacen de hojas”. Esta cuestión es planteada por la clave según la época del año en la que se utilice la clave. Esto se debe, como se explica en las características de las claves NomenPlantor, a que se comportan de forma diferente en función de la fenología y, en febrero y marzo (momento en el que están programadas las sesiones) numerosas especies de hoja caduca no han concluido la fase de brotación, por lo que no dispondrán de hojas para utilizar en el proceso de identificación. Si la identificación se realiza con la estación más avanzada, el algoritmo de

generación de las claves está diseñado para considerar que todas las especies caducas están en posesión de sus hojas, habiendo concluido su fase de brotación. En el caso que nos ocupa, la mayoría de las gimnospermas (y en concreto todas las que pertenecen a la clave del IES) son de hoja perenne, por lo que en todos los casos se debe contestar que sí las conservan.

En la figura siguiente, en lugar de hacer una transcripción del listado de la traza, se ha realizado una captura de la pantalla final tras el proceso de identificación del pino. Dado que la fecha de la captura mostrada ha sido el mes de julio, la dicotomía 2 del listado anterior “La planta conserva las hojas o los elementos que hacen de hojas” ya no es planteada porque el algoritmo considera que en julio todas las especies están en posesión de sus hojas:



Figura 17. Pantalla final del proceso mostrando la traza seguida por el alumno. Fuente: elaboración propia

Obsérvese que las cuestiones planteadas sobre la longitud y anchura de las hojas (las últimas del listado) necesitarán que los alumnos dispongan de algún instrumento para realizar sus mediciones. Se aconseja también que dispongan, entre su instrumental de campo, de una lupa de mano, no demasiado grande. Son especialmente útiles las de tipo cuentahílos, que permiten ser plegadas y guardadas en espacios pequeños y protegidas de ralladuras y otros daños. Es un instrumental muy valioso para observar detalles anatómicos de las plantas.

NomenPlantor ofrece caminos alternativos en la identificación, gracias a que el árbol de decisiones no está prediseñado y se va generando de forma dinámica. Ello permite, por ejemplo, descartar las cuestiones de tipo numérico (por no disponer a mano de un instrumento de medida, por ejemplo), haciendo clic sobre el botón de [=> Seguir], con lo que se obtiene la traza mostrada en la siguiente figura:

5. (?) ~~Longitud de las hojas~~
6. (?) ~~Anchura de las hojas~~
7. (NO) Planta con porte de palmera
8. (?) ~~Hojas caducas~~
9. La planta tiene fructificaciones utilizables para la identificación
10. Fructificación no carnosa (seca) en la madurez
11. Hojas sin forma lobulada
12. Hojas sin forma acorazonada
13. Hojas sin forma escamosa
14. Hojas con forma acicular

Figura 18. Variación de la traza al dejar de contestar las cuestiones numéricas. Fuente: elaboración propia

Obsérvese que las cuestiones que se dejan sin contestar, en el listado de la traza, aparecen con un signo de interrogación (?) a la izquierda del texto y, además, con el texto tachado, lo que indica que NomenPlantor no ha obtenido información alguna sobre dichas cuestiones (de ahí el signo de interrogación) y el usuario ha descartado contestar la cuestión (de ahí que se muestre tachada). Se puede ver también que se ha saltado la cuestión de si la planta posee “Hojas caducas”. Normalmente se trata de una característica del ejemplar fácil de conocer, pero que, hay que explicar, no siempre es así. A menudo, es necesario realizar un seguimiento del ejemplar a lo largo del año para saber si en algún momento se queda sin hojas, algo que, en nuestras latitudes suele suceder entre otoño y primavera.

Otra cuestión interesante en la que merece la pena extenderse, es la 9, en la que se pregunta si la planta posee fructificaciones disponibles para la identificación. Si el ejemplar no dispone de ellas en el momento de la identificación, NomenPlantor descarta las posibles cuestiones al respecto, demostrando de nuevo el comportamiento adaptado en función de la fenología. Es una ocasión muy apropiada para explicar una cuestión de conocimientos de botánica que favorece la comprensión de las diferencias entre gimnospermas y angiospermas. En el caso de las primeras, las “piñas” de los pinos, botánicamente, son denominadas *estróbilos* y poseen características notablemente diferentes a los verdaderos frutos, que siempre se desarrollan a partir de auténticas flores, por lo que son producidos siempre por plantas angiospermas (López, 2007). Tanto los estróbilos como los frutos auténticos acompañan a las semillas, por lo que en NomenPlantor se denominan genéricamente *fructificaciones* y, de esa manera, se analizan en conjunto. Los tipos de frutos de las angiospermas se verán con mayor detalle más adelante, cuando se identifiquen especies pertenecientes a dicho grupo.

En este elemento tan importante de la morfología de las plantas es de vital importancia que comprendan el avance evolutivo que supuso la “invención” de la flor y del fruto. Los gametos femeninos (los óvulos) son fecundados por los gametos masculinos (el polen) y ambos están presentes en las plantas con semillas, tanto en gimnospermas como en angiospermas. Sin embargo, la fecundación presenta importantes diferencias en ambos grupos. En las gimnospermas los óvulos están situados sobre una escama (llamada “hoja carpelar”) y están en contacto directo con el aire exterior. Tal circunstancia permite que el polen contacte directamente con el óvulo arrastrado por el aire como medio de transporte. En el caso de las angiospermas, los óvulos están protegidos en el interior de un pequeño recipiente cerrado, el ovario, sin contacto con el exterior. Ello obliga a que el polen emita un tubo polínico al llegar a la flor, para atravesar los tejidos desde el estigma (el extremo superior del “carpelo”) hasta llegar al lugar donde están los óvulos. Una vez fecundados los óvulos, el propio carpelo (o carpelos en flores *pluricárpicas*), en ocasiones junto a los tejidos circundantes, son el origen posterior del fruto. Como las gimnospermas no tienen carpelos, no pueden desarrollar auténticos frutos (López, 2007).

Es un momento muy adecuado para que el docente muestre en la pantalla el siguiente vídeo de YouTube, una animación muy bien realizada donde se muestra el proceso de fecundación de producción de óvulos, del polen y de la fecundación mediante el tubo polínico y la posterior formación de las semillas y frutos:

<https://www.youtube.com/watch?v=LGjr4OvVMJ0>

El resto de las cuestiones contestadas y mostradas en la traza son dicotomías sencillas en las que se van descartando diferentes formas de hojas hasta que se llega a la forma acicular, la propia de los pinos. El docente aprovecha para explicar que la mayoría de las gimnospermas tienen hojas estrechas y a veces también muy cortas, como en las gimnospermas de hojas escamosas, que suelen ser recias y recubiertas de sustancias protectoras que les ayudan a pasar los meses duros del año, evitando la sequedad y las temperaturas extremas de climas extremos como los de zonas montañosas o del norte de Europa (López, 2007). De ahí que sean los principales representantes de los bosques septentrionales (los situados más al norte en el hemisferio norte o más al sur en el hemisferio sur).

En función del avance durante la clase se puede realizar una segunda identificación con especies de hoja escamosa, como el Ciprés de Arizona (*Cupressus arizonica*) o del Ciprés de Leyland (*x Cupressocyparis leylandii*). A pesar de que tienen un aspecto similar, ambos son fáciles de identificar mediante la clave y se puede invitar a los alumnos a que realicen las identificaciones por sí mismos.

### Ejemplos utilizando plantas Angiospermas

En las zonas verdes de las ciudades, es un grupo que ofrece una mayor diversidad botánica que las gimnospermas. Al inicio de las identificaciones el docente evaluará en el alumnado el nivel de comprensión de las diferencias que existen entre las plantas gimnospermas y angiospermas. Los alumnos deben asimilar que fue el hito evolutivo de la flor el que marcó un salto importante que ha hecho que la mayor biodiversidad vegetal se halle, actualmente, entre las plantas angiospermas. Los carpelos cerrados al exterior, conteniendo los óvulos, suponen una ventaja evolutiva de protección de los gametos femeninos y, además, se acompañan con elementos como los pétalos y el néctar que favorecen la atracción de los insectos. Esta atracción tiene el fin de que los insectos y otros pequeños animales sean portadores del polen de otras flores de la misma especie ya que pasan mucho tiempo yendo de flor en flor por suponer su fuente prioritaria de alimento. En el caso de los insectos polinizadores los alumnos deben saber que se denomina *polinización entomófila*, si bien deben saber también que existen otros tipos de polinizaciones. Los tipos de polinizaciones es una información que ya deben conocer de los contenidos impartidos en clase y que el docente evaluará durante el transcurso de la clase (Bentué et al., 2015).

También se hará énfasis en la comprensión de la relación entre los frutos de las angiospermas y su relación con la alimentación animal y humana. Durante su recordatorio, dado que serán conceptos que los estudiantes deberán de conocer de sus clases teóricas, se realizará una evaluación del nivel de conocimientos y se reforzará este, haciendo especial énfasis en las implicaciones con la ecología y la vida humana.

En la identificación de las angiospermas, se han elegido como muestra para la identificación especies representativas de grupos importantes como son, las plantas de hoja caducifolia y perennifolia (apuntando la existencia de formas intermedias), la variedad de formas de hojas, márgenes, ápices y disposiciones en el tallo, las diferencias entre hojas simples, divididas y compuestas, la diversidad en el porte como son árboles, arbustos, sufrútices, palmeras... y otros portes no presentes en la clave como herbáceas y cañas. A continuación, se muestra el listado seleccionado de la clave del IES:

Hoja caduca: *Acer negundo*, *Berberis julianae*, *Catalpa bignonioides*, *Morus kagayamae* cv. "Fruitless" y *Prunus cerasifera* var. *atropurpurea*

Hoja perenne: *Cistus ladanifer*, *Lavandula latifolia*, *Olea europaea* var. *europaea* y *Trachycarpus fortunei*.

En el listado precedente han sido seleccionadas ejemplos de especies de cada tipo dentro de las descritas en el párrafo precedente.

Con objeto de que la extensión del texto en la caracterización de la sesión no sea excesiva, no va a ser detallada la traza de cada identificación. La información botánica contenida en los siguientes párrafos puede ser consultada en la obra de G. López (2007).

La identificación del Arce (*Acer negundo*) ofrece la oportunidad de explicar la existencia de las especies *dioicas*, en las que se pueden encontrar ejemplares exclusivamente de sexo masculino, con todas las flores sin carpelos, sólo con estambres, y ejemplares exclusivamente de sexo femenino. Es una buena ocasión para describir las diferencias entre las hojas simples y las compuestas, dentro de las cuales se encuentran las hojas del arce negundo. Será muy útil utilizar la imagen de ayuda de la clave NomenPlantor, realizada como imagen en movimiento GIF, que permite visualizar la evolución de una hoja simple que va perdiendo parte de su lámina, hasta mostrar una hoja formada por fragmentos independientes que aparentan ser hojas individuales, fragmentos denominados *foliolos*.

El Agracejo chino (*Berberis julianae*) ofrece la oportunidad de explicar cómo las plantas desarrollan sus propios sistemas de defensa contra el ataque de animales herbívoros, mediante elementos como espinas o aguijones.

La Catalpa (*Catalpa bignonioides*) ofrece la posibilidad de que los alumnos vean un ejemplo de una especie de árbol de hoja caduca y grandes hojas simples con forma acorazonada, hojas que no podrán verse en la realidad durante la identificación (en febrero/marzo) por ser de brotación tardía. Los frutos en forma de vaina seca y alargada son elementos llamativos que se pueden ver cuando la planta aún no ha brotado, por lo que servirán para su identificación. Es el momento adecuado para mostrar la producción de sus semillas aladas, que son dispersadas por acción del viento, dispersión que se denomina *anemócora*.

Otra especie interesante para la identificación es la Jara pringosa (*Cistus ladanifer*), especie muy habitual en zonas silvestres de La Alcarria, en la provincia de Guadalajara. Es de porte arbustivo y hojas simples y perennes. Esta especie ofrece la oportunidad de aprender que un buen número de especies silvestres han sido seleccionadas para ser cultivadas en los jardines. Su utilización en jardinería se debe a que están mejor adaptadas al clima local, en general, que las especies de orígenes lejanos y, aunque hay que tener en cuenta que todas ellas requieren riego de implantación durante los veranos de los primeros años de cultivo, lo normal es que a partir del tercer año tengan suficiente con el agua que deja la lluvia de forma natural. Forman parte de un nuevo concepto de jardinería llamada *jardinería sostenible*, denominado así por el bajo consumo de agua.

En el caso de la Lavanda (*Lavandula latifolia*), es una especie labiada aromática que se puede encontrar de forma silvestre en La Alcarria, región en la que la población del centro se encuentra limítrofe, y que ofrece un caso práctico perfecto para explicar las diferencias entre las plantas de porte arbustivo y las plantas de porte sufruticoso, un tipo de porte muy poco conocido. Está muy indicado, en este caso, apoyarse en el artículo de Botanipedia que está asociado a las ayudas de las dicotomías relacionadas con el porte de la planta. La URL del artículo se muestra a continuación:

[https://www.botanipedia.org/index.php?title=PORTE\\_DE\\_LA\\_PLANTA](https://www.botanipedia.org/index.php?title=PORTE_DE_LA_PLANTA)

La Morera japonesa “Fruitless” (*Morus kagayamae* cv. “Fruitless”) ofrece la ocasión para comentar un caso muy interesante desde el punto de vista botánico. Se trata de un *cultivar* (una variedad obtenida para cultivo que se expresa en su nombre con “cv.”) que ha sido obtenido por mutación y posterior selección humana. Esta forma de obtenerla es fundamentalmente diferente a los ejemplares que pertenecen a variedades botánicas, en cuyo nombre aparecería el término “var.”. La explicación de por qué el ser humano puede seleccionar una variedad y cultivarla cuando no produce frutos es porque una morera así, al no producir frutos, no mancha el suelo de las aceras cuando maduran y caen, como sí hace la especie de la que proviene. Esta cualidad es muy interesante para su cultivo en las ciudades, proporcionando cobijo y sombra a las aves y los seres humanos, evitando muchos problemas de mantenimiento. Será el momento de preguntar a los alumnos cómo creen que se puede reproducir una

planta que no es capaz de producir semillas, puesto que no produce frutos. Ante las respuestas ofrecidas por los estudiantes, el docente explicará que existen otras formas de multiplicar plantas, además de la reproducción por semillas, utilizando fragmentos que se ponen a enraizar para producir plantas independientes o mediante el uso del injerto, donde en una planta con raíces se inserta un fragmento de otra planta que, genéticamente, tiene que ser muy similar, para que se produzca una unión entre ambos tejidos (Hartmann y Kester, 1998). El docente también aprovechará la ocasión para comentar que el cultivar no sería viable en ambientes silvestres y que, de producirse la mutación de forma espontánea en la naturaleza, la variedad no podría sobrevivir. Puesto que no es posible disponer de frutos en ningún momento del año, el docente invitará a los estudiantes a buscar información en Internet de cómo son los frutos de la morera normal. De las imágenes que obtengan los alumnos, el docente proyectará en la pantalla alguna en la que se vea con nitidez su estructura. Con la proyección, el docente explicará que se trata de un fruto carnoso, muy apreciado por las aves y el ser humano, que se desarrolla a partir de varias flores agrupadas que comparten el mismo tallo floral, una *inflorescencia*, por lo que es un fruto denominado *complejo*. En particular, el tipo de fruto de la morera botánicamente es denominado *sorosís*. Como se puede comprobar, el caso de la morera invita a explorar caminos botánicos muy interesantes, que requieren tiempo para ser transitados. Es necesario remarcar en este caso que, al hacer la identificación en febrero/marzo, será imposible disponer de hojas para su identificación (por supuesto, ni flores ni frutos tampoco), por lo que, para el caso que nos ocupa, será necesaria una ayuda extra por parte del docente y utilizar imágenes que los alumnos buscarán en Internet. Puesto que la actividad, en el caso del IES, está relacionada con la realización de un herbario, la identificación completa por parte de los alumnos puede ser realizada de forma autónoma más adelante.

En el caso del conocido Olivo (*Olea europaea* var. *europaea*) es una oportunidad para comentar que el olivo que se cultiva es una variedad botánica del acebuche (*Olea europaea*), con frutos mucho más pequeños, menor porte y espinoso. El ser humano seleccionó una variedad de acebuche hace muchos siglos, que fue encontrado con unas características mucho mejores para su explotación, con frutos más gruesos, con más pulpa y sin espinas (López, 2007). Posteriormente, los agricultores han ido seleccionando diferentes variaciones surgidas al principio de forma espontánea pero que se han ido cultivando por sus cualidades, lo que las han convertido en cultivares a partir de la variedad botánica. Actualmente se hacen mejoras seleccionando aquellos que son más productivos, más resistentes a sequía, más resistentes a plagas y enfermedades... creando un catálogo de variedades cultivadas muy extenso. Es la ocasión adecuada también para explicar otro tipo de fruto carnoso con una sola semilla protegida por una cubierta dura, muy conocido por ser representado por frutas como la ciruela, la cereza, el melocotón... y que se denomina *drupa*. Este tipo de fruto debería ser ya conocido por el alumnado, por lo que será objeto de evaluación de conocimientos. El olivo también va a permitir mostrar un ejemplo de planta que, a diferencia de la mayoría de las plantas angiospermas, es polinizada como las gimnospermas, es decir, con la ayuda del viento (polinización *anemófila*). Será una buena ocasión para comentar los problemas que la presencia de polen en el aire tiene en relación con las alergias que desarrollan algunas personas.

Al identificar el Ciruelo rojo (*Prunus cerasifera* var. *atropurpurea*), un árbol abundantísimo en la jardinería española, se pondrá como un nuevo ejemplo de variedad botánica, al igual que el olivo. Para explicar su procedencia, originada en la naturaleza como no puede ser de otra manera al tratarse de una variedad botánica, se explicará que la especie originaria es el *ciruelo mirabolano* (*Prunus cerasifera*) que en el caso de la variedad *atropurpurea* ha desarrollado una pigmentación de color granate -es precisamente lo que significa la combinación de palabras latinas *ater* "negro" y *purpureus* "púrpureo" (Sánchez de Lorenzo, 2009), es decir púrpura muy oscuro- gracias a la presencia de pigmentos carotenoides muy potentes que se visualizan por encima de otros pigmentos como las clorofilas y xantofilas, pigmentos estos últimos que proporcionan a las hojas de las plantas diferentes intensidades de color verde y amarillo. Sobre los pigmentos, es interesante apoyar las explicaciones en el siguiente vídeo extraído de la plataforma YouTube, en donde el autor explica en forma de experimento de

laboratorio fácil de realizar, cómo se separan los distintos pigmentos que encontramos en las hojas de las plantas:

[https://www.youtube.com/watch?v=VHGfCCX\\_rFA](https://www.youtube.com/watch?v=VHGfCCX_rFA)

El caso del Palmito gigante (*Trachycarpus fortunei*) ofrece la ocasión de aprender la diferencia del porte de árbol y el de palmera. El primero de ellos, con crecimiento en grosor gracias al *cambium*, origen de los anillos de crecimiento que presentan los troncos y ramas de los árboles, no está presente en los “troncos” de las palmeras. Su origen es muy diferente ya que se van generando por la acumulación de las grandes hojas que presentan todas las palmeras, cuya base está compuesta por una gran cantidad de tejido vascular reforzado con fibras leñosas. Es por ello por lo que, en botánica, el tronco de la palmera se denomina *estipe*, y su grosor es característico de la especie, permaneciendo con el mismo diámetro a lo largo de la vida de la planta, aunque ésta alcance muchos metros de altura. Es momento oportuno de reforzar los conceptos de los diferentes portes de las plantas volviendo al artículo que, sobre el tema, hay enlazado en las ayudas a Botanipedia, como se vio en el caso de la Lavanda. Otro aspecto que el docente debe aprovechar durante la sesión, es la introducción a los alumnos en uno de los grupos en los que se dividen las angiospermas, las monocotiledóneas. El docente explicará que las plantas vistas en las identificaciones anteriores se clasifican dentro de uno de los grupos en los que se dividen las angiospermas, las dicotiledóneas, las cuales tienen un carácter común que es el de que sus semillas poseen dos cotiledones. Por el contrario, con el Palmito gigante disponemos de un ejemplo de planta del grupo de las monocotiledóneas, cuyo carácter común es el de que sus semillas poseen un solo cotiledón. También pertenecen a este grupo especies muy importantes para el ser humano y para la naturaleza, como las gramíneas (trigo, cebada, maíz...) o el césped de las zonas verdes, además de grupos muy evolucionados y famosos como las orquídeas (Ruíz, 2006).

La sesión debe contar con un tiempo asignado a la explicación de aspectos relacionados con las plantas en peligro de extinción y con las plantas endémicas, al ser ambas objeto de estudio entre los contenidos del bloque en el que se enmarca la actividad.

Salvo muy raras excepciones, las especies en peligro de extinción no suelen ser objeto de cultivo en jardinería urbana, aunque no siempre es así. Por poner un ejemplo que puede ser utilizado en clase, hay una especie endémica de Australia de la que sólo se ha descubierto un pequeño reducto silvestre hace poco más de 25 años, la *Wollemia nobilis*, llamada cariñosamente “árbol dinosaurio”, que ha sido reproducida y extendida en jardines botánicos de todo el mundo y que también, desde hace unos años comienza a verse en viveros para su uso ornamental, ya que posee un gran valor estético. Se estima que, gracias a esta política de distribución *ex situ*, se salvaguardan especies extraordinarias de la extinción en lugar de mantenerlas exclusivamente en sus lugares de origen (Bacchetta et al., 2008). El descubrimiento de esta circunstancia proporciona un valor adicional del cultivo de especies ornamentales para los alumnos.

Respecto a las plantas endémicas, las que son originarias de la zona y que no se encuentran o se encuentran difícilmente en otros lugares, o, sencillamente, las plantas que se encuentran de forma silvestre en la Península Ibérica, son un subgrupo importante dentro de las plantas ornamentales que los alumnos deben conocer y valorar. Originarias de la Península Ibérica hay un buen número de especies, entre las cuales podemos citar los pinsapos, plátanos de paseo, jaras, madroños, cipreses... la lista es muy larga. Este tipo de especies suponen un valor añadido en relación a la ecología ya que son consideradas especies adecuadas para la realización de un jardín sostenible (González, Nuevo, Piñango y Tejero, 2011).

Por último, cabe resaltar para completar la formación en torno a las especies de uso ornamental, que existe una infinidad de árboles y arbustos de orígenes foráneos a la Península Ibérica utilizadas en jardinería. Exceptuando las especies consideradas invasoras, catalogadas y prohibidas por las diferentes CCAA (especies que se adaptan al terreno y a la pluviometría y con una elevada tasa de reproducción) las especies (principalmente leñosas) que requieren riego durante los primeros años de implantación y

que más tarde, en años posteriores, sólo requieren riego esporádico en situaciones meteorológicas muy adversas, deben ser consideradas igualmente respetuosas con la flora local, descartando el adjetivo de “invasor” sólo por el hecho de ser foráneas ya que, gracias a la necesidad del riego de apoyo, son especies con limitaciones hídricas que les impiden multiplicarse de forma silvestre sin control (Gil-Albert, 2011). El gasto extra en agua es devuelto al medio ambiente en forma de elevación de la humedad puesto que “la cantidad de agua usada en el crecimiento de una planta es menos del 1% del peso seco final de ésta” (Squeo & León, 2007), por lo que se deduce que expulsan al ambiente el 99% del agua que absorben por las raíces y, con ello, producen una reducción de la temperatura en las zonas verdes donde se cultivan al absorber el calor latente con el cambio de fase de agua a vapor.

Con la utilización de la herramienta de identificación para las especies que los alumnos pueden ver de forma habitual, se está aprovechando un excelente material didáctico para el refuerzo de los contenidos explicados durante las clases teóricas. Es una buena forma de despertar su curiosidad, abre un camino sencillo al descubrimiento y a obtener una visión enriquecida de la biodiversidad, con la inestimable ventaja de que al trabajar con especies que los alumnos ven de forma cotidiana, la repetición y el refuerzo del aprendizaje se produce de forma automática.