
DISEÑO DE UNA APLICACIÓN
ANDROID PARA LA ENSEÑANZA DE

TROPISMOS Y ADAPTACIONES VEGETALES



Trabajo Fin de Máster
Curso 2015-2016

AUTOR: Jesús Santos Cuesta

DIRECTOR: José Antonio Herrera Cervera

Universidad
de **Granada**



**Máster Universitario en Profesorado de Enseñanza Secundaria
Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza
de Idiomas**

(Especialidad en Biología y Geología)



Universidad de Granada

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESORADO DE ENSEÑANZA
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS.**

(Especialidad en Biología y Geología)

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Curso 2015-2016

***Diseño de una aplicación Android para la enseñanza de
tropismos y adaptaciones vegetales.***

Autor: Jesús Santos Cuesta

Director: José Antonio Herrera Cervera

*La mayor señal de éxito de un profesor es poder decir:
“Ahora los niños trabajan como si yo no existiera”.*

(María Montessori)

Todas las denominaciones contenidas en este documento, se utilizarán indistintamente en género masculino o femenino, según el sexo del titular que las desempeñe.

Agradecimientos

Para comenzar esta parte de mi Trabajo Fin de Máster, me gustaría dar las gracias a mi director, José Antonio Herrera, por sus imprescindibles consejos, la confianza puesta en mí en todo momento, y su ilusión con el proyecto presentado. Desde el principio mostró entusiasmo y compromiso, dejándome libertad absoluta en imaginar, crear, para luego pulir fallos, añadir mejoras...

Por otro lado, quiero agradecer a Juan Carlos, tanto su apoyo como opiniones, mejoras, buenos ratos y paciencia a cada momento. Sobre todo, por enseñarme todo lo que sé sobre programación y diseño de aplicaciones móviles, vital para el desarrollo del material docente que se expondrá en este trabajo.

A Cristina, Elena y Ana, que, aún en la distancia, me han ayudado y opinado siempre constructivamente para ayudarme a mejorar, y por sus bromas y ánimos en los momentos de mayor agobio.

Por mis prácticas docentes en instituto, pude conocer a una gran persona: gracias Pilar por tu amabilidad y compromiso; contigo he podido conocer de primera mano la realidad de los centros docentes, de lo complejo y satisfactorio de la profesión, de cómo tanto trabajo puede ser tan gratificante. He aprendido infinidad de cosas de ti y contigo, y espero ser compañero tuyo en años venideros.

Y no puedo olvidarme de mis compañeros y compañeras de la Asociación Sectorial de Alumnos de Biología de Granada (S.A.B.-Granada), que tan buenos momentos hemos vivido en este año que ha durado el máster. E igualmente de mis compañeros del máster, tanto de la especialidad de Biología y Geología como de Procesos Sanitarios (en especial a Esther).

Finalmente, gracias a todas las personas que me han aportado su visión, consejos y mejoras (como son muchos profesores y profesoras del máster), alumnos de promociones anteriores, mis compañeros de la empresa Conecta13 (David, Azahara, Clara y Belén) ...

En conjunto, este trabajo no hubiera sido igual sin todas las aportaciones que todas estas personas (y otras muchas que seguro se me olvidan) me han brindado.

Resumen

A lo largo de este trabajo, se presenta una aplicación para sistemas Android que incluye una serie de actividades, cuya temática tratada son las adaptaciones de los vegetales a distintos ambientes y sus tropismos en distintos cursos académicos, pero centrándose en 1º Bachillerato. Esta aplicación promueve el uso de la tecnología con fines educativos, a la vez que pretende despertar el interés de los estudiantes por el estudio de las plantas y su importancia en la vida cotidiana. De esta manera, se proponen actividades básicas para la comprensión de conceptos, para luego realizar actividades más profundas de relación, identificación y creación propia que evidencien el aprendizaje de la materia; además, se añaden otras de repaso a modo de conclusión.

Finalmente, se exponen los resultados obtenidos tras utilizar esta aplicación y sus actividades en clase, revelando una aparente mejora en la adquisición de conceptos y su relación entre sí.

Palabras clave: adaptaciones en plantas, tropismos vegetales, aprendizaje por problemas, aplicación Android, fisiología vegetal, investigación-acción.

Abstract

In this project, an application for Android systems is presented, which includes different activities about adaptations of plants and tropisms. These activities are for different levels, but we will focus in 1st of Baccalaureate. Thus, this application promotes the use of technology for educational purposes, aimed to encourage students' interest on plants and their importance in daily life. Thus, other activities are proposed such as: basic activities to understand concepts, activities to make further relationship, identification and own creation to demonstrate the learning of the subject. Besides, other activities have been added in order to review contents.

Finally, the results obtained are reported after using this application and its activities with students. They reveal an apparent improvement in the acquisition of concepts and their relationship among them.

Keywords: adaptations of plants, tropisms of plants, problem-based learning, Android application, plant physiology, research-action.

Índice

1. Introducción y justificación teórica del contenido	8
1.1. Actitud del alumnado frente a temas científicos y botánicos	10
1.2. Dificultades en el aprendizaje de las adaptaciones vegetales	11
1.3. El uso de las tecnologías en el aula	12
1.4. Metodología aplicada	13
1.4.1. Aprendizaje por indagación	14
1.4.2. Aprendizaje basado en problemas	15
2. Contexto curricular	18
3. Objetivos del trabajo	22
4. Descubre y aprende el Reino Vegetal: aplicación Android	24
4.1. Descripción de la aplicación	24
4.2. Aspectos innovadores del material	29
4.3. Análisis de las actividades propuestas	30
4.3.1. Descripción de las actividades	30
4.3.2. Clasificación de las actividades	36
4.3.3. Resumen de las actividades	45
4.3.4. Evaluación de las actividades	46
4.4. Posibilidades de aplicación, adaptación y generalización a diversos contextos educativos	47
5. Implementación de la aplicación en el aula	49
5.1. Encuadre del centro de aplicación	49
5.2. Metodología aplicada	50
5.3. Resultados obtenidos	51
5.4. Análisis y discusión de los resultados	54
6. Conclusiones y trabajo futuro	56
7. Bibliografía y webgrafía	58
Anexos	66
Anexo 1: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables para 1º, 3º y 4º ESO	66
Anexo 2: Objetivos generales de Bachillerato alcanzados con el uso de la aplicación	68
Anexo 3: Autorización para uso de teléfono móvil en el aula	69
Anexo 4: Características técnicas y estructurales de la aplicación	70
Anexo 5: Relación de preguntas creadas en Kahoot!	76
Anexo 6: Rúbricas de evaluación y criterios de calificación	78
Anexo 7: Cuestionario de conocimientos sobre adaptaciones y tropismos	83

1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN TEÓRICA DEL CONTENIDO





1. Introducción y justificación teórica del contenido

Comúnmente, el estudio de temas ecológicos y fisiológicos tiende a centrar sus ejemplos sobre el reino animal, dejando en un segundo plano a los vegetales y su importante función en los ecosistemas y en nuestra vida diaria. Además, la búsqueda bibliográfica sobre problemas o dificultades de los alumnos en el aprendizaje de temas botánicos y fisiológicos de los vegetales, mostró el escaso estudio acerca de las limitaciones que encuentran ellos a la hora de estudiar las adaptaciones de las plantas y sus movimientos. Por ello, se decidió que este trabajo versaría sobre contenidos relacionados con plantas y sus características. En concreto, sobre las adaptaciones que han desarrollado los vegetales en los diferentes ambientes que habitan, y analizando más a fondo los tropismos generados por la luz y la gravedad.

Los vegetales forman parte de nuestro día a día, siendo una importante fuente recursos. Entre éstos está la producción de medicamentos. Desde tiempos antiguos, las plantas han sido una gran fuente de remedios y sustancias activas combatientes de síntomas y enfermedades. El primer registro escrito de este hecho, data de hace 5.000 años, en la época de los sumerios (Raskin et al., 2002; Swerdlow, 2000), aunque el registro fósil añade evidencias de uso medicinal de las plantas anterior. No obstante, no fue hasta 1897 que las plantas dejaron de ser usadas directamente como medicamentos de manera tan masiva. Esto se debe al auge del ácido acetil salicílico, obtenido de la corteza de sauce el principio activo que lo compone (Pierpoint, 1994; Raskin et al., 2002). A partir de esta fecha, la misión principal era la de obtener principios activos para obtener medicamentos de manera sintética en el laboratorio, convirtiéndose en un absoluto triunfo para la industria farmacéutica (Raskin et al., 2002).

Además, las plantas influyen en gran manera en la vida que existe en nuestro planeta. Son fuente de emisión de oxígeno molecular gracias al proceso esencial de la fotosíntesis, donde la luz y el agua juegan un papel esencial. Esto causó un cambio en la vida primitiva en la Tierra, puesto que se sustentaba en organismos anaeróbicos para los que el oxígeno resultó ser una sustancia tóxica (Coleman y Coleman, 1990). Nosotros, como organismos aeróbicos, necesitamos del oxígeno molecular para la obtención de energía usada en los procesos celulares y vitales que se desarrollan en nuestro organismo.

Pero los vegetales también tienen una acción directa sobre nuestra salud. Según un informe publicado por la Organización Mundial de la Salud en 2002, cada año podrían evitarse 1,7 millones de muertes por cardiopatías y cánceres gastrointestinales, si se aumentara el consumo de frutas y verduras lo suficiente. Por esta razón, el Organismo,



en 2004 [1] puso en marcha el plan de Fomento del consumo mundial de frutas y verduras.

En vista de lo mencionado, las plantas son un bienpreciado para nosotros y gran parte de los seres vivos. Sin embargo, gran parte de su diversidad está viéndose mermada. Para el periodo de años comprendido entre 2000 y 2050, el uso del suelo que hace los humanos (aumentando el terreno dedicado a la agricultura y a viviendas), generará una pérdida de biodiversidad del 7-13% (Van Vuuren et al., 2006). Pero no es el único agente causante de pérdida de diversidad vegetal; el cambio climático o calentamiento global se calcula que será responsable de una pérdida de 15-37% para el periodo de tiempo antes mencionado (Thomas et al., 2004; Van Vuuren et al., 2006).

¿Qué efectos puede tener esta pérdida de diversidad? En primer lugar, la pérdida de variabilidad genética que se produce da lugar a una menor eficiencia en el uso de nutrientes, agua, luz... y su conversión en biomasa (Cardinale et al., 2006, 2007, 2011, 2012; Quijas et al., 2010; Worm et al., 2006); en segundo lugar, disminuye la estabilidad de las funciones de un ecosistema (Cardinale et al., 2012; Ives y Carpenter, 2007); en tercer lugar, a medida que la pérdida es mayor, los impactos en las funciones de los ecosistemas son cada vez mayores (Cardinale et al., 2006, 2011, 2012); en cuarto lugar, la productividad de la comunidad disminuye, por la ausencia de especies clave de gran influencia (Cardinale et al., 2011, 2012); en quinto lugar, la red trófica de los ecosistemas se ve alterada, influyendo en la biomasa vegetal (Cardinale et al., 2012; Estes et al., 2011; Shurin et al., 2002); en sexto y último lugar, la extinción de unas especies genera impactos en el ecosistema cambiando sus funciones ecológicas (Cardinale et al., 2012; Hooper et al., 2005).

Y, también, cabe preguntarse: ¿cómo puede afectar a nosotros directamente la pérdida de diversidad vegetal, en nuestra vida cotidiana? La respuesta es sí. La baja diversidad vegetal redundará en una menor disponibilidad de productos derivados de los mismos, aumento de ciertas enfermedades... (Cardinale et al., 2012).

Ante este panorama al que nos enfrentamos, es de vital importancia conocer y estudiar a fondo las características de las plantas. Por ello, el material docente generado que se presenta en este trabajo, busca que los alumnos sean conscientes de las adaptaciones que las plantas presentan para sobrevivir a diferentes medios, que tengan una mayor motivación y que su aprendizaje sea significativo para ellos.



1.1. Actitud del alumnado frente a temas científicos y botánicos

La actitud de los jóvenes respecto a la Ciencia, ha sido ampliamente estudiada a lo largo del tiempo. Sin embargo, el interés hacia la Biología u otros campos de conocimiento más específicos no ha sido tan investigado. En general, el interés que se muestra hacia el estudio de temas científicos decae con la edad (Osborne et al., 2003; Prokop et al., 2007), sintiéndose los hombres más atraídos hacia la Ciencia que las mujeres (Francis y Greer, 1999; Prokop et al., 2007). Además, son ellas las que muestran más interés a las ciencias biológicas, ya que les resultan más sencillas que a ellos (Jones et al., 2000; Prokop et al., 2007; Prokop et al., 2007).

Según una investigación realizada con estudiantes adolescentes, durante las clases y prácticas de la asignatura de Biología, se prefiere manipular animales y plantas. En contraposición, consideran que el conocimiento biológico no es algo necesario y útil para sus vidas diarias y que carece de gran importancia (Prokop, et al., 2007).

Por otro lado, destaca lo que apuntó Strgar en 2007. Según su estudio, existe una reticencia común de interés entre los estudiantes hacia las plantas, prefiriendo saber más sobre animales. Pero después de métodos didácticos que despierten la curiosidad y actividades atractivas, se consiguió influir en el interés de los estudiantes. Apoyando esto, Randler, Osti, y Hummel (2012) señalan que a lo largo de un periodo amplio de años, las generaciones van perdiendo el interés en la Biología, con especial caída en Botánica (hasta un 12%) y bastante menos en Zoología (hasta un 3%).

Otros trabajos, apoyan la idea de Strgar, y dan una visión también negativa de la actitud del estudiantado hacia temas botánicos. Independientemente del sexo del alumno, existen predisposiciones negativas de interés hacia el conocimiento y aprendizaje sobre plantas. Esto, se cree que puede deberse a la falta de comprensión de la importancia de los vegetales por parte de los jóvenes (Fančovičová y Prokop, 2010). Y es que, desde la escuela primaria, el temario que se dedica al estudio de las plantas es escaso, lo que genera un vacío de conocimiento que imposibilita el interés por dicho contenido (Anderson et al., 2014; Lally et al., 2007).

En vista de los estudios presentados, la tendencia es a la pérdida de interés y motivación hacia la Biología y las ciencias que abarca. Esto constituye un punto de trabajo muy importante, donde el docente, debe esforzarse por despertar la curiosidad de los alumnos en los vegetales desde una edad temprana. Es por esto que, las actividades que se van a exponer en secciones sucesivas, pretenden motivar a los alumnos haciendo que su interés por la Ciencia y por las plantas sea mayor, independientemente de su género.



1.2. Dificultades en el aprendizaje de las adaptaciones vegetales

Cabe pensar, que una de las posibles razones por las que los jóvenes estudiantes no están interesados en los vegetales, es por encontrar dificultades a la hora de aprender los contenidos y entenderlos.

Trabajos realizados con anterioridad, muestran que los alumnos tienen concepciones y conocimientos limitados sobre las plantas y su crecimiento (Barman et al., 2006; Stein et al., 2000; Tunnicliffe y Reiss, 2000). Como ejemplo, en una práctica se pidió a los jóvenes que dibujaran una planta, sin ninguna especificación más. Éstos representaron en su mayoría una planta con flores y obviando los árboles. Además, muchos de ellos no concebían que una planta no tuviera características distintivas como flor o tallo. Esto es una muestra de la falta de conocimiento sobre la diversidad vegetal que les rodea y de la existente en el planeta (Barman et al., 2006; Stein et al., 2000).

Nash et al., en 2015, publicaron un estudio realizado con jóvenes alumnos, en el que pretendían que ellos conocieran y comprendieran las diferencias entre animales y plantas de climas desérticos y húmedos. Centrándonos en lo referente a los vegetales, se tomaron medidas de la epidermis en fotografías de microscopía óptica, de plantas diversas, unas adaptadas a carencia de agua y otras a climas con amplia disponibilidad de ésta. Además, ellos desconocían en todo momento de qué plantas se trataban. Tras realizar las mediciones, el alumnado debía sacar conclusiones y razonar a qué tipo de vegetal pertenecía cada fotografía. Los resultados que se desprenden de este estudio, muestran que los alumnos no tuvieron dificultades significativas en clasificar las fotografías de epidermis distintas, según el clima al que debía pertenecer la planta. No obstante, no se realizó ninguna observación ni clasificación de plantas completas *in vivo*, para analizar sus peculiaridades según el ambiente en el que viven y así poder diferenciarlas a simple vista.

Profundizando en la comprensión de las adaptaciones vegetales por parte de los estudiantes, se ha visto que la idea genérica de adaptación es inteligible de manera sencilla. De igual manera, comprenden la inevitable relación entre el clima y las plantas, generando cambios en ellas. Sin embargo, la posibilidad existente de que un clima que resulta perjudicial para algunos seres vivos, no lo sea para otros y que, además, estén adaptados a ese clima genera desconcierto. Esto se debe a que se intenta justificar lo observable mediante experiencias propias, para después generalizar a todos los casos. Pero, algo que destaca, es el posible efecto de los medios de comunicación en la concepción de la diversidad vegetal de cada ambiente. Así, los jóvenes tienden a pensar en plantas de ambientes áridos como cactus, por ejemplo, puesto que es la potenciada



por películas, series... con localizaciones en estos ambientes (Espinal Ramírez et al., 2010).

Para intentar poner solución a estos problemas, las nuevas tecnologías pueden servir como una herramienta muy interesante y potente. Veamos las implicaciones de las TIC y su importancia en el apartado que sigue.

1.3. El uso de las tecnologías en el aula

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), han llegado a ser muy conocidas y demandadas en el ámbito educativo, independientemente del nivel o curso. Las principales razones de este fenómeno es que facilitan el acceso a los contenidos, permiten disponer de una variedad amplia de recursos (como textos, animaciones, gráficos, vídeos y sonidos), y mejoran la comunicación entre alumnado y profesorado, repercutiendo en el proceso formativo (Piccoli et al., 2001).

Según lo publicado por García Álvarez et al., en 2015, el uso de los recursos TIC genera que los alumnos se organicen y orienten su aprendizaje. Además, las generaciones recientes y presentes están familiarizadas con las tecnologías en su mayoría. No obstante, se apunta que esto puede llegar a ser un problema, por una posible mezcla de su uso formativo con el uso social y de ocio.

Por todos estos beneficios en la enseñanza estudiados, se inicia en nuestro país en el año 2009 el programa *Escuela 2.0*. Su principal finalidad u objetivo es facilitar el acceso a las TIC a todos los alumnos, e incentivar al profesorado a usarlas e integrarlas en las clases y actividades (Area Moreira et al., 2014). A pesar de ello, existen aún barreras que impiden que las TIC se implementen de una manera completa, como es la falta de conocimientos por parte de los profesores, en lo que las administraciones están trabajando por mejorar (González Pérez y de Pablos Pons, 2015).

Para el estudio de temas botánicos y vegetales, estas tecnologías pueden ser de gran ayuda, haciendo que el alumnado tenga acceso a material audiovisual que le impacte y llame la atención. Es por ello que diversos autores, han generado actividades y plataformas que permiten un aprendizaje novedoso de los contenidos.

Así, Agüera Buendía y de la Haba Hermida en 2009, generaron un material multimedia para la enseñanza de la Fisiología Vegetal y sus conceptos, para que el alumno aumente su interés, actitud y espíritu crítico respecto a los temas tratados. Se



observó que los alumnos necesitaban menos tiempo para realizar las tareas prácticas, asimilaban el contenido con mayor facilidad y calidad, relacionaban mejor los diversos conceptos, y la calidad de las discusiones realizadas era de mejor calidad al poder tener el contenido digital también en casa.

Por su parte, Seiseddos et al., en 2009, analizaron las ventajas de un atlas multimedia sobre anatomía de plantas silvestres y cultivadas en la ciudad de Córdoba (Argentina) creado en 2007. Los resultados obtenidos son muy alentadores, ya que los estudiantes muestran mayor grado de participación y de rendimiento.

Explorando el campo de la tecnología móvil, cada vez son más las aplicaciones desarrolladas para móviles y tabletas, con las que se accede a bases de datos, guías... (Hansen y Purcell, 2012; LaBelle, 2011). Si enfocamos nuestro interés en el estudio de los vegetales, son varias las producciones que existen dirigidas en este sentido. Por ejemplo, Hansen y Purcell en 2012, crearon una aplicación cuya funcionalidad radica en el análisis de diversas plantas para la generación de decoraciones y otros fines comerciales. Para ello, se realizó una recogida de datos que se plasmaron en una base de datos, y mediante herramientas y preguntas la aplicación indica las mejores decisiones según las preferencias indicadas.

Incluso, en investigación sobre ecología y evolución, se prevé que las aplicaciones sustituyan a muchos aparatos y sistemas actuales de análisis (Teacher et al., 2013). Además, se pretende involucrar también a la ciudadanía. Ejemplo de ello es la aplicación "Boskoi", que recoge todos aquellos lugares urbanos y no urbanos donde existen plantas comestibles silvestres (Van der Bie et al., 2010) [2].

Sin embargo, el uso de esta tecnología móvil para la enseñanza de las peculiaridades de la fisiología y ecología de los vegetales, no ha sido utilizada de manera relevante, según la bibliografía consultada. Esto constituye una motivación más para llevar a cabo este trabajo, y poder proponer actividades, con una aplicación móvil, que trabajen las adaptaciones de las plantas, analizando, también, los resultados orientativos de su uso y práctica en el aula.

1.4. Metodología aplicada

Con las actividades que se plantean utilizando la aplicación desarrollada, las metodologías utilizadas son diversas. Con ello se persigue una integración de metodologías y, así, poder llegar a todos los alumnos.



Según la 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 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a), las metodologías que han de seguirse en el aula deben ser activas. Éstas buscan una colaboración entre los alumnos, de manera que, por la resolución de tareas, conjuntamente lleguen a resolver problemas planteados. Es por ello, que se recomienda que el aprendizaje se base en la resolución de problemas, donde el profesor sea un orientador y promotor y el alumno sea el protagonista. De esta forma, estaremos fomentando el aprendizaje de las competencias.

1.4.1. Aprendizaje por indagación

Además, se utilizará un modelo de aprendizaje por indagación o descubrimiento. Esta metodología se genera a partir de las dificultades que pueden surgir con la metodología tradicional. Se distinguen (Ruiz Ortega, 2007):

- *Indagación guiada*: donde el estudiante debe obtener respuestas a partir de los problemas planteados y el profesor le aporta orientación al respecto.
- *Indagación autónoma*: cuando el alumno es el que por sí mismo integra la información.

Este modelo resulta más cercano al estudiante, puesto que de la realidad que le rodea se obtiene el conocimiento que precisa. El estudiante es un sujeto que va aprendiendo y actuando como un científico a pequeña escala, aplicando en sus indagaciones el método científico. Por su parte, el profesor es un coordinador que enseña maneras y habilidades para investigar en los proyectos que se planteen (García Pérez, 2000; Mayorga Fernández y Madrid Vivar, 2010; Ruiz Ortega, 2007).

Concretamente, según indicaron Cortés Gracia y de la Gándara Gómez en 2007, el modelo de indagación genera que los estudiantes se involucren más por hacer ciencia con fenómenos que les rodean. A la vez, manipulan, comprueban sus hipótesis planteadas y resuelven los problemas que investigan dando explicaciones. Y, además, analizan e interpretan los datos obtenidos en sus investigaciones, amplían sus habilidades y evalúan su trabajo junto con su profesor.

Las etapas que sigue el desarrollo de esta metodología, son diversas, sucesivas y complementarias. Una manera de resumirlas es la que sigue (Cortés Gracia y de la Gándara Gómez, 2007):



1. Descripción del fenómeno de estudio: alumnos y profesor interactúan para conseguir definir y contextualizar el suceso de manera completa y correcta.
2. Análisis e identificación de problemas: con la proposición de ideas basadas en el conocimiento previo y análisis de éstas de manera crítica.
3. Planteamiento de un problema: a partir de los fenómenos observados, el profesor propicia discusión entre los alumnos.
4. Enunciado de hipótesis: el docente ayuda en la tarea y en la organización de las ideas.
5. Método experimental: diseño de los experimentos para comprobar las hipótesis. El profesor, avisa de las posibilidades que tienen, tanto materiales como temporales.
6. Discusión y análisis de la viabilidad del experimento: mientras los alumnos discuten, el docente les plantea dudas de realización e incita a la discusión.
7. Experimentación y toma de datos: puesta en práctica de la propuesta de experimentación siendo rigurosa la toma de datos y la metodología.
8. Interpretación de los datos: el profesor presta ayuda y guía en los análisis de datos que se van realizando para evitar errores.
9. Redacción de conclusiones.
10. Discusión: se debate sobre las conclusiones a las que se ha llegado y se buscan posibles nuevos problemas, acción que el docente propicia.
11. Análisis de las actividades realizadas y discriminación entre teoría y práctica.

Como veremos en las actividades que se presentan, esta metodología es muy apropiada para el estudio de los tropismos vegetales. Así, los alumnos pueden manipular y observar *in situ* los cambios que se producen en las plantas, con el control de las variables causantes de dichos cambios.

1.4.2. Aprendizaje basado en problemas

Las técnicas que se engloban dentro de la resolución de problemas, guardan gran relación con el aprendizaje por indagación. McGrath en 2002, definió el aprendizaje basado en problemas (ABP) como “método de aprendizaje en grupo que usa problemas reales como estímulo para desarrollar habilidades de solución de problemas y adquirir conocimientos específicos”. Como vemos, la característica distintiva de las actividades de este tipo de aprendizaje es la presentación de problemas, que van a promover el aprendizaje y la búsqueda de conocimiento (Restrepo Gómez, 2005).



En este caso, el estudiante vuelve a ser el protagonista del aprendizaje. Él, va a comprender y profundizar la respuesta a los problemas que se le plantean, de acuerdo a situaciones que le son familiares o que le rodean. Además, se conseguirá despertar el interés y curiosidad de los alumnos, favoreciendo una actitud de investigación por su parte (Molina Ortiz et al., 2003). Y también, el aprendizaje obtenido será duradero y útil en un futuro, puesto que la mayoría de ellos son semejantes a los que encontrará el alumno en su vida laboral futura (de Caso Fuertes et al., 2006).

Podemos sintetizar el proceso del ABP en las siguientes fases (de Caso Fuertes et al., 2006; Pérez-Urria Carril, 2010; Perrenet et al., 2000):

- Reflexión en grupo sobre el problema e identificación de las necesidades de aprendizaje.
- Estudio individual sobre los temas de aprendizaje necesarios para la resolución.
- Aplicación al problema de los nuevos conocimientos adquiridos, y síntesis de lo aprendido.

El tándem que realizan el aprendizaje por indagación con el ABP, constituyen la base metodológica de este proyecto, complementándose con el trabajo en grupo entre todos. Además, se potenciará la correcta expresión pública, algo remarcado para alumnos de bachillerato por el Real Decreto 1105/2014.

En los sucesivos puntos, se analizarán las actividades que utilizan estos métodos, así como los objetivos que se pretende conseguir con dichas actividades y las bases curriculares de los contenidos tratados.

2 CONTEXTO CURRICULAR





2. Contexto curricular

La temática tratada por las actividades integradas en la aplicación diseñada, están basadas en los contenidos dictados en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015b). Este currículo está generado de acuerdo con la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (2006), modificada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (2013). Así, cobran un mayor protagonismo los estándares de aprendizaje que va a evaluar el profesor, además de las competencias que se han de trabajar y alcanzar por parte del alumnado.

Según dicho Real Decreto 1105/2014, las adaptaciones de los vegetales es un tema recurrente en diversos cursos. De esta manera, para la asignatura de “Biología y Geología” de los cursos **1º y 3º ESO**, esta temática está contemplada en el bloque 3 “La biodiversidad en el planeta Tierra”. Además, el conocimiento del método científico y las habilidades y conocimientos que requiere, son necesarias para poder llevar a cabo otras actividades propuestas. Así, se abarcan temas reflejados en el bloque 1 “Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica”. Adicionalmente, se han de integrar todos estos conocimientos para la elaboración de una pequeña experimentación, temática reflejada en el bloque 7 “Proyecto de investigación” (véase el **Anexo 1** para conocer los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables).

Por otro lado, en la asignatura de “Biología y Geología” de **4º ESO**, las adaptaciones se ven incluidas en el bloque 3 “Ecología y medio ambiente”. Y como ocurría en 1º y 3º ESO, se han de integrar contenidos con un pequeño experimento, lo que se refleja en el bloque 4 “Proyecto de investigación” (véase el **Anexo 1**).

Finalmente, para **1º Bachillerato**, se ha programado el análisis de las adaptaciones de las plantas y, concretamente, se añaden los tropismos. Dicho contenido se encuentra recogido en el bloque 5: “Las plantas: sus funciones, y adaptaciones al medio” de la asignatura de “Biología y Geología”. Los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables para este curso se exponen a continuación:



Bloque 5 “Las plantas: sus funciones, y adaptaciones al medio”

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Funciones de relación en las plantas. Los tropismos y las nastias. Las hormonas vegetales.	7. Describir los tropismos y las nastias ilustrándolos con ejemplos.	7.1. Describe y conoce ejemplos de tropismos y nastias.
Las adaptaciones de los vegetales al medio.	16. Reconocer las adaptaciones más características de los vegetales a los diferentes medios en los que habitan.	16.1. Relaciona las adaptaciones de los vegetales con el medio en el que se desarrollan.

Debido a que el contenido que abarca 1º Bachillerato es más amplio y a que pueden profundizarse más en él, se ha decidido que las tareas que conforman la aplicación se van a centrar en este curso. No obstante, se podrían aplicar a otros como 3º y 4º ESO, ajustando los contenidos que sean más elevados para dichas etapas.

Tal como versa en el Real Decreto 1105/2014, Bachillerato tiene la siguiente finalidad:

“proporcionar al alumnado formación, madurez intelectual y humana, conocimientos y habilidades que les permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y competencia. Asimismo, capacitará al alumnado para acceder a la educación superior”

(Artículo 24, p. 187).

Además, con la temática tratada y las actividades que plantea la aplicación, se alcanzarán una serie de objetivos generales de este periodo estudiantil, analizados en el **Anexo 2** de este trabajo.

Junto con esto, se alcanzarán, con la realización de las actividades de la aplicación, una serie de competencias clave, expuestas en la 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 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015a). Se analizan a continuación:

- **Competencia lingüística:** se trabajará mediante la realización de exposiciones públicas, opiniones y redacción de materiales escritos recogidos en las diversas actividades.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:** mediante la realización del experimento de tropismos aplicando el método



científico; realizando búsquedas de datos e información sobre adaptaciones vegetales y tropismos. Además, se promueve el manejo de las tecnologías de la información con el uso de móvil y ordenador.

- Competencia digital: trabajada con el manejo de programas de edición de vídeo, junto con el uso de móvil tableta y ordenador, promocionándose el manejo de las tecnologías de la información; realización de diseños de plantas y envío digital al profesor y búsqueda de información digital para la resolución de problemas.
- Aprender a aprender: desarrollada cuando el alumno sea consciente de sus fallos, de cómo consigue adquirir conocimientos y los manifieste, de modo que el profesor pueda ayudar a que el alumno sea consciente de ello. Con las exposiciones de los resultados y discusión de las actividades, se pretende que el alumno pueda detectar estos procesos y el profesor le preste ayuda.
- Competencias sociales y cívicas: abordada mediante el respeto en las exposiciones y a la hora de expresar opiniones; al corregir a los compañeros y prestarles ayuda; al trabajar como un gran grupo.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor: su consecución se ve reflejada en la realización del vídeo que se ha de crear para el experimento sobre tropismos vegetales, donde planificarán su realización y su puesta en marcha. Todas las mejoras e innovaciones que ideen se mostrarán en sus proyectos. Además, en la corrección colectiva de actividades se potenciará esta competencia.
- Conciencia y expresiones culturales: gracias al conocimiento de las zonas geográficas donde se desarrollan las adaptaciones más importantes, según el clima. Su ecología y comprensión de las relaciones existentes en la biodiversidad vegetal de cada zona climática, conforma el patrimonio medioambiental de las diversas regiones. Esto influirá en las culturas que aparecen alrededor.

De igual manera, el material diseñado trabaja materias transversales recogidas por el Real Decreto 1105/2014 para la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, en sus páginas 173 y 174. Éstas son el uso y promoción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, expresión oral y escrita, comunicación audiovisual y el civismo y respeto.

3 OBJETIVOS DEL TRABAJO





3. Objetivos del trabajo

El planteamiento y desarrollo del presente Trabajo Fin de Máster, está en base a una serie de objetivos, entre los que se distinguen los de tipo general y los específicos.

Así, el **objetivo general** de este trabajo es el siguiente:

- Diseñar materiales didácticos que suministren a los estudiantes ayuda para entender la importancia de procesos fisiológicos de los vegetales, como son las adaptaciones a los diferentes ambientes y los tropismos, así como reconocer las manifestaciones visibles y fisiológicas de éstos.

A partir de este objetivo, se desprenden una serie de **objetivos específicos** a alcanzar por parte del alumnado, como son:

- Conocer y comprender las diferentes adaptaciones vegetales según el ambiente en el que se desarrolle la planta, así como los tropismos, prestando mayor atención al fototropismo y al geotropismo.
- Utilizar y fomentar el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, mediante la realización de actividades integradas en una aplicación Android desarrollada para tal fin.
- Promocionar la realización de experiencias científicas experimentales, para observar las consecuencias morfológicas de procesos fisiológicos, como los tropismos vegetales.
- Manejar distintas tecnologías para la creación y diseño de materiales audiovisuales.
- Trabajar la búsqueda de información y la expresión científica, oral y escrita, para una correcta exposición y justificación de ideas.
- Promover el espíritu creativo y la integración de conocimientos.

4 **DESCUBRE Y APRENDE EL REINO VEGETAL: APLICACIÓN ANDROID**





4. Descubre y aprende el Reino Vegetal: aplicación Android

Como se analizó y justificó en la introducción de este trabajo, el uso de las TIC genera gran cantidad de beneficios, como la mejora de la comunicación entre alumnado y profesorado (Piccoli et al., 2001). Es por ello que el material diseñado pone sus pilares en estos recursos.

La metodología basada en indagación y resolución de problemas que potencia, favorece una actitud activa del alumnado, haciéndolo partícipe en todo momento de su aprendizaje, usando como medio principal la aplicación móvil desarrollada. Con ello, adquirirán conocimientos sobre los distintos tipos de adaptaciones vegetales, a nivel molecular y morfológico, así como de los tropismos vegetales; además de capacidades de análisis e integración de contenidos.

Por otro lado, desde la comercialización accesible de teléfonos móviles y “smartphones”, son muchos los centros educativos que prohíben el uso de estos aparatos en clase. Esta prohibición no es general ni aplicable a la totalidad de centros, es decir, cada instituto decidirá si su uso está permitido o no, siendo reflejado en su reglamento interno.

En el caso de los centros en los que no esté permitido el manejo de móviles en horario de clase, para el uso en el aula de los mismos y eximir de responsabilidad al centro de cualquier tipo de percance que pueda ocurrir, se debe pedir autorización a padres, madres o tutores legales de los alumnos. Para ello, se necesita del reparto a los estudiantes de un modelo de autorización, que han de entregar a sus padres o tutores legales, y devolver al profesor firmado por éstos. En el [Anexo 3](#) se recoge un modelo que puede actuar como autorización mencionada.

4.1. Descripción de la aplicación

El diseño del nuevo material docente consiste en la creación de una aplicación para “smartphones” y tabletas, con sistema operativo Android exclusivamente. No se encuentra disponible, en primera instancia, para dispositivos Apple con sistema operativo iOS.

Para el desarrollo de la aplicación mencionada, se ha hecho uso de la herramienta online "MIT App Inventor 2" (2016) [3]. Este creador de aplicaciones precisa del inicio



de sesión con cuenta de Google, por lo que es requisito indispensable poseer correo electrónico Gmail. Además, las aplicaciones creadas, requieren que los móviles o tabletas que las instalen, tengan la versión del sistema operativo Android 2.3 Gingerbread o superior (MIT App Inventor, 2015) [4]. Este es el caso de la aplicación diseñada que se presenta en este trabajo, para la enseñanza de las adaptaciones y tropismos vegetales, “Descubre y aprende el Reino Vegetal”. Dado que exclusivamente se ha desarrollado para sistemas Android, aquellos alumnos que tengan dispositivos Apple con iOS (iPhone y iPad), pueden acceder a la aplicación mediante el navegador web, introduciendo el siguiente enlace (Santos Cuesta, 2016a) [5] (véase *Imagen 1*):

<https://lacienciaenelaula.wordpress.com/descubre-y-aprende-el-reino-vegetal/>



Imagen 1: Actividades de la aplicación integradas en el entorno web.

Dicha dirección web, enlaza al blog de creación propia “La ciencia en el aula” (Santos Cuesta, 2016b) [6], en el que se han implementado las actividades y funcionalidades de la aplicación. Esto permite, además del acceso a usuarios de iOS, que aquellos alumnos que no dispongan de dispositivos móviles, puedan acceder también desde el ordenador (ya sea desde casa o desde el centro de estudios, en las aulas con ordenadores disponibles).

La interfaz de diseño de la herramienta de creación de aplicaciones, sigue unas líneas muy intuitivas, donde podemos insertar diversos elementos interactivos (botones, imágenes, visualización incrustada de webs...), configurarlos, y a la vez que obtenemos una vista preliminar del resultado (véase *Imagen 2*).

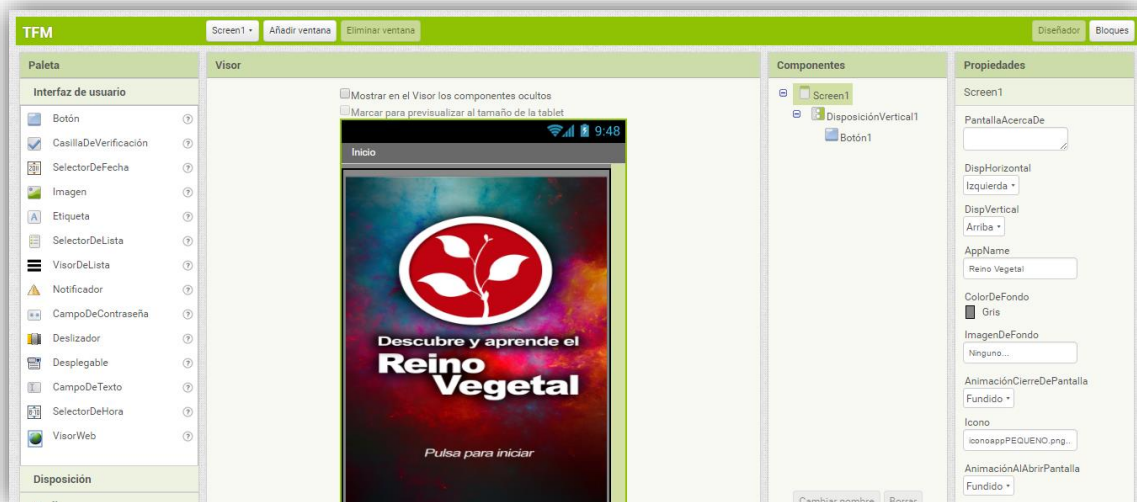


Imagen 2: Plataforma de diseño de aplicaciones Android (interfaz de usuario).

En lo que se refiere al diseño gráfico y estética de la aplicación, se ha realizado con Adobe Photoshop CS6, de creación propia.



Imagen 3: Código QR para la descarga de la aplicación.

Para obtener esta aplicación, pueden realizarse diferentes acciones. Por un lado, puede ser descargada leyéndose el código QR que muestra la *Imagen 3* y también disponible en el blog “La ciencia en el aula” (Santos Cuesta, 2016b) [6]; además mediante la introducción en el navegador web del siguiente enlace:

https://googledrive.com/host/0B_U7Zc7PoBM7Y3BfQnByb0k3ZDg/Reino%20Vegetal%20v1.8.1.apk (Santos Cuesta, 2016) [7] y descarga automática

del archivo con extensión APK. Es muy importante que, para una correcta instalación, esté habilitada la opción de seguridad “Orígenes desconocidos: permitir la instalación de aplicaciones de origen desconocido” (véase *Imagen 4*).

Una vez instalada en el dispositivo, tras pulsar el icono de la aplicación (igual que el que podemos encontrar como imagen de este trabajo), aparecerá una pantalla de bienvenida (*Imagen 5a*). Tras pulsarla, hemos de esperar dos segundos y accederemos al menú principal de la aplicación (*Imagen 5b*). En él se pueden distinguir tres apartados o secciones claramente diferenciadas:

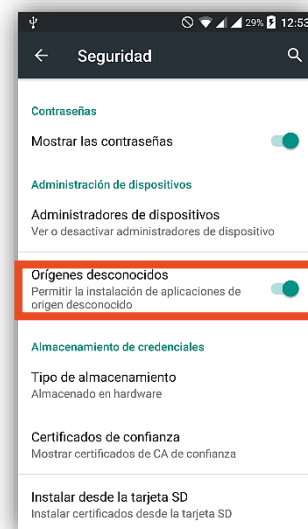


Imagen 4: Configuración de seguridad del dispositivo.




Imagen 5: a) Pantalla de bienvenida o de inicio. b) Menú principal de la aplicación.

- Adaptaciones generales: se ubican las actividades cuya temática se basa en la enseñanza y reconocimiento de las adaptaciones de los vegetales, según los distintos ambientes en los que viven.
- Tropismos: en esta sección se encuentran las herramientas necesarias para diseñar un pequeño experimento que evidencie la existencia de movimientos vegetales según estímulos luminosos o gravitatorios.

- Otras herramientas: bajo este nombre se agrupan funciones de distinto tipo. Por un lado, un crucigrama interactivo que repasa los conceptos de adaptaciones y tropismos; también una herramienta que permite el envío de correos electrónicos por parte del alumno al profesor en caso de dudas en casa; existe la posibilidad de descargar apuntes sobre los conceptos básicos de adaptaciones y tropismos en el apartado “descargar apuntes”; finalmente, en “información” se encuentran diversos datos estructurales de la aplicación.

Dado que las actividades se comentarán ampliamente en el apartado 4.3 “Análisis de las actividades propuestas”, a continuación, se describen las demás herramientas de la aplicación.

 **Cámara**
Mediante el botón **Cámara**, el alumno puede acceder a la aplicación de cámara de su teléfono. La finalidad que posee es poder tomar fotografías de los movimientos de los vegetales, durante el experimento que diseñen los estudiantes. De esta manera, tendrán todo lo necesario centralizado y las fotografías

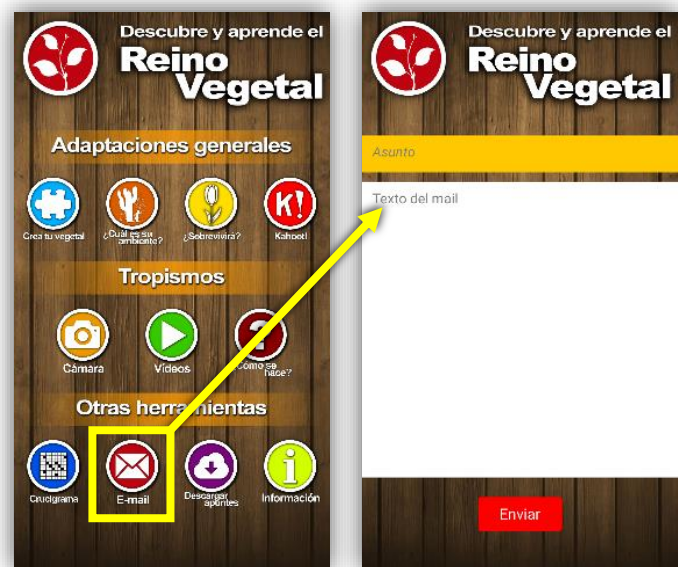


Imagen 6: Acceso y pantalla de envío de correo electrónico.

realizadas se guardarán en una carpeta distinta a la habitual, facilitando su localización una vez se quieran trabajar.



En el caso de que surjan dudas sobre cualquier actividad propuesta, el alumno, desde casa, puede contactar con el profesor mediante correo electrónico. Pulsando en **E-mail**, los estudiantes podrán redactar el correo que desean enviar, a la vez que el asunto del mismo (véase *Imagen 6*). Tras esto, se lanzará la aplicación de correo Gmail, que confirmará el envío del mail a la dirección que el profesor haya habilitado para este fin.



En **Descargar apuntes**, los alumnos van a disponer de información básica de los conceptos principales que son necesarios para el manejo de la temática tratada. Esta utilidad, les da acceso a la descarga de documentos sobre adaptaciones vegetales generales y sobre tropismos en plantas (véase *Imagen 7*) y de las rúbricas de evaluación de actividades.



En el apartado de **Información**, están disponibles los datos de la

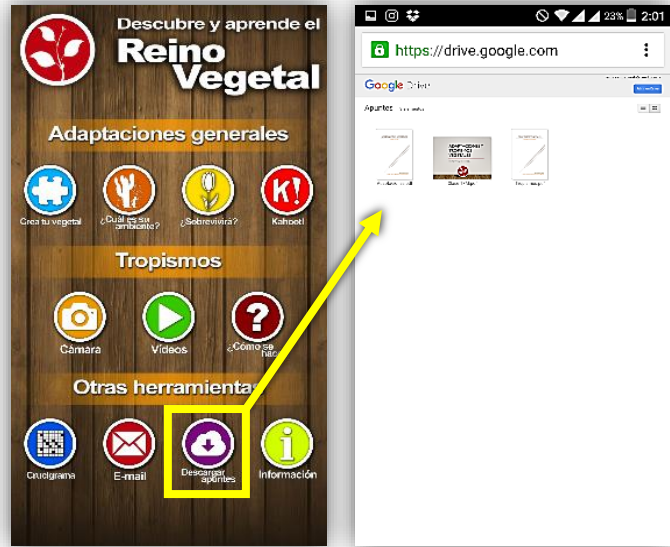


Imagen 7: Pantalla de descarga de apuntes sobre adaptaciones y tropismos vegetales.

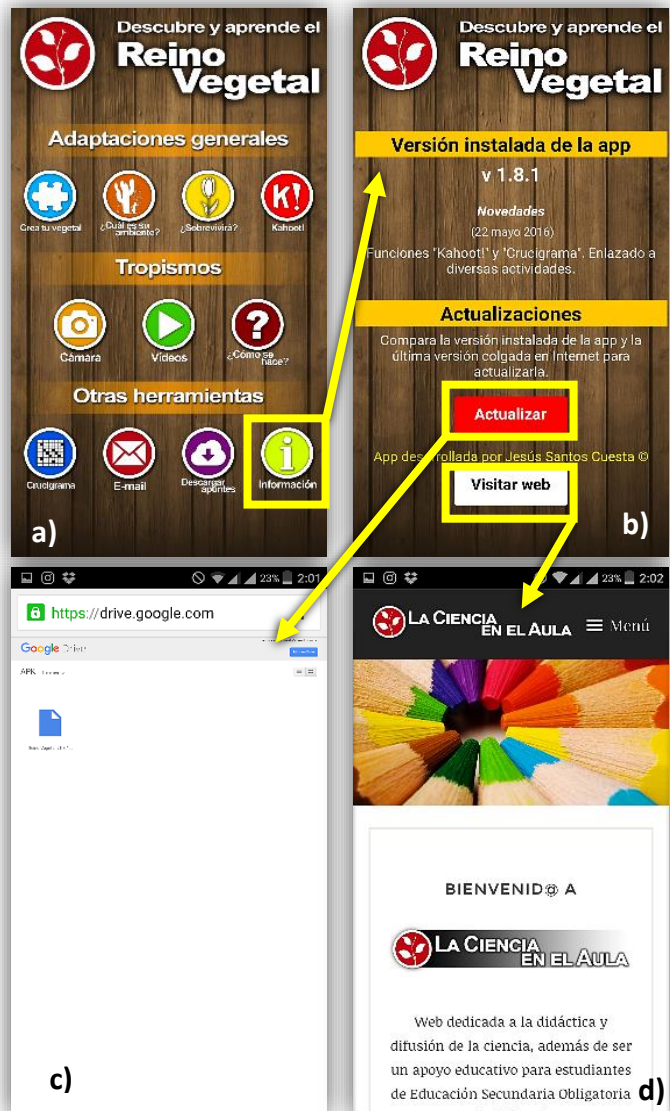


Imagen 8: Información sobre la versión instalada, actualización y acceso al blog educativo.



aplicación referentes a la versión instalada, las novedades que incluye y la posibilidad de actualizarla (*Imagen 8b*); para ello tan solo es necesario pulsar en “Actualizar” y comparar con la versión instalada con la disponible en la plataforma web (*Imagen 8c*). Además, puede accederse al blog educativo creado como apoyo para la docencia y la enseñanza de las adaptaciones y tropismos vegetales, donde se encuentra alojada la versión web de la aplicación (*Imagen 8d*).

Esta aplicación es susceptible de muchas mejoras, por lo que una manera de facilitar este proceso es hacer público todo el contenido que determina la estructura y configuración de la herramienta. Dado que la herramienta de diseño no proporciona un código fuente de texto como tal, en el **Anexo 4** se adjuntan capturas de pantalla que muestran la configuración de cada pantalla que configura la aplicación, así como los componentes de cada una de éstas. También se incluye el archivo fuente y dirección de los cuestionarios de Google.

4.2. Aspectos innovadores del material

Actualmente, la inmensa mayoría de la ciudadanía posee un “smartphone” o tableta, manteniéndose conectado a la red y con el resto del mundo. Esto genera un conocimiento cada vez mayor de la tecnología, ya sea dándole un uso básico o más avanzado por parte de otras personas.

El uso educativo del teléfono móvil es algo en pleno auge en nuestros días, donde se intenta captar la atención del alumnado con algo cercano a él, algo que le motive y a la vez genere conocimiento de calidad. Y es por ello que, esta aplicación, juega un papel importante en la enseñanza y aprendizaje de fenómenos vegetales. Hasta el momento, no existe casi ninguna, o prácticamente ninguna, aplicación que trate de enseñar estos temas y sus dificultades.

Además, frente a una dinámica de clase rutinaria, esta herramienta favorece la innovación y la salida de lo cotidiano, algo que puede despertar el interés y el compromiso en los alumnos que la utilicen.

Por otro lado, la aplicación permite la comunicación directa del alumno con el profesor, puesto que la funcionalidad de envío de correo electrónico directo favorece el enunciado de dudas y la respuesta más rápida por parte del docente.

Las actividades que integran la aplicación también son novedosas y potencian la creatividad y el uso de las tecnologías. Así, el alumnado va a aprender a manejar mejor estos recursos y a ver el móvil como una herramienta de aprendizaje también.



Además, del total de actividades, tres de ellas utilizan la tecnología de los formularios de Google. Este aspecto es novedoso y práctico, puesto que la respuesta de los estudiantes va a quedar registrada, algo muy útil para la evaluación.

Y posiblemente, algo práctico y muy positivo es la sencillez de la plataforma de desarrollo de la aplicación. Esto generará una actitud de emprendimiento por parte del profesorado, haciendo que éste intente mejorar el desarrollo de la aplicación y el uso de ella en clase. Incluso, pueden desarrollar aplicaciones nuevas de creación propia para abordar contenidos diferentes.

4.3. Análisis de las actividades propuestas

Tras el análisis general de la aplicación, a continuación, se describirán en detalle las actividades que integra. Además, se clasificarán según su complejidad de contenido de acuerdo a los conocimientos iniciales y finales, y también según conformen tareas de gran implicación. Para su diseño, los aspectos teóricos han sido basados en la información que aportaron los siguientes autores: Arbo (2013) [8], Díaz de la Guardia (2010), Durán Leirado (2012a, 2012b, 2012c, 2012d) [9-12], Escuelapedia (2012) [13], Herrera Cervera (2014), Silgado Herrero y Tardón Díaz (2010) y Tareasplus (2015) [14].

Para una mejor evaluación, y siguiendo las recomendaciones que la legislación vigente da, se adjuntarán rúbricas de los estándares de evaluación y criterios de evaluación. También, se añaden otras rúbricas sobre las actividades que su complejidad pida de estos instrumentos de evaluación.

4.3.1. Descripción de las actividades

Actividad 1: Crea tu vegetal



Crea tu vegetal

La finalidad de esta actividad es tener una primera toma de contacto con las adaptaciones vegetales y hacer que los alumnos conozcan cuáles tendrían lugar dependiendo de los distintos ambientes existentes.

Al pulsar el icono de la actividad, solicitará el nombre del alumno y la elección de un tipo de ambiente, a elegir entre ambiente desértico, acuático, frío y con escasez de luz (*Imagen 9*).

Imagen 9: Identificación y elección de ambiente.

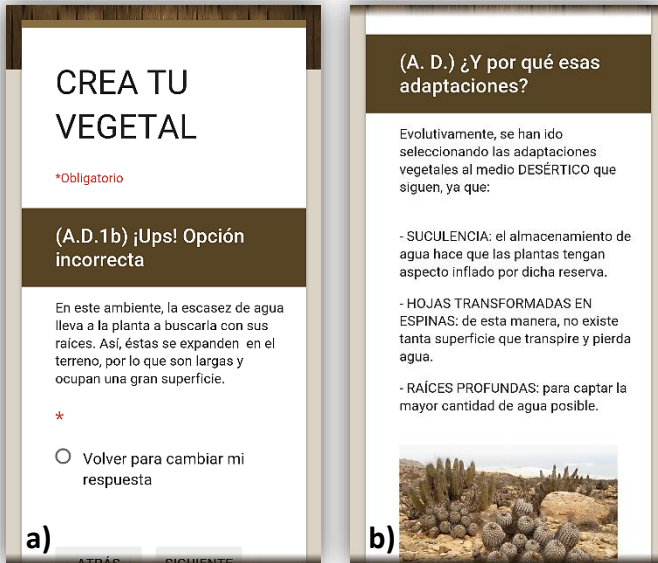


Imagen 10: a) Mensaje de error a elegir una opción incorrecta.

b) Pantalla de finalización que muestra las adaptaciones correctas y su justificación.

Una vez seleccionado el ambiente, el alumno ha de escoger una adaptación entre cuatro que se le proponen, hasta hacer un total de 3 adaptaciones para una planta por clima. Si la elección que hace es incorrecta, aparece un mensaje de error explicando por qué dicha opción es errónea y da la posibilidad de cambiar la respuesta, hasta llegar a la correcta (*Imagen 10a*). Finalmente, al llegar a seleccionar de manera correcta hasta tres adaptaciones, aparecerá un mensaje de conclusión, donde se razona por

qué las plantas tendrían las tres adaptaciones mostradas y que ha tenido que ir eligiendo el alumno, junto con una imagen de un vegetal modelo para dicho ambiente (*Imagen 10b*). Llegados a este punto, el alumno podrá enviar su respuesta al profesor para su respectiva evaluación.

Actividad 2: ¿Cuál es su ambiente?



Con esta actividad, se pretende que los alumnos sean capaces de distinguir y prever que adaptaciones puede tener un vegetal, justificando qué ambiente favorecería estas adaptaciones, presentándoles una imagen de una planta.

Al seleccionar la actividad, se solicitará el nombre del alumno que la realiza, además de la elección entre un total de 8 opciones disponibles (*Imagen 11*). Cada opción, esconde una fotografía de una planta distinta.

Se ha decidido nombrar cada posible elección como *opción*, para evitar un posible favorecimiento hacia la elección de unas opciones u otras.

Tras seleccionar una opción, aparecerá una imagen de una planta, junto con un listado de adaptaciones y el alumno debe seleccionar aquellas que



Imagen 11: Identificación y elección de un tipo de opción para descubrir el vegetal a analizar.

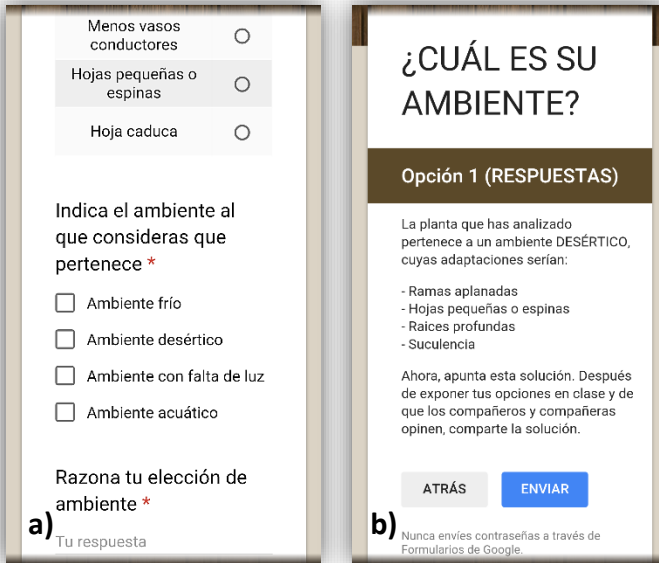


Imagen 12: a) Listado de adaptaciones, ambientes y espacio para la justificación. b) Pantalla final que muestra las soluciones.

Cada estudiante, debe haber buscado información para justificar su elección de adaptaciones y ambiente. Posteriormente, ha de investigar sobre las respuestas correctas que muestra la aplicación con el fin de afianzar su aprendizaje. Tras esto, algunos alumnos expondrán sus elecciones a la clase razonadamente, para que, entre todos, se corrijan las respuestas erróneas. Finalmente, el alumno que ha expuesto desvelará las opciones correctas para la planta que seleccionó y sobre la que se ha debatido en clase.

considera que están presentes en la planta presentada, además de tomar nota de ellas. Después, debe elegir el ambiente en el que la planta viviría mejor y exponer por escrito una justificación de éste y de las adaptaciones que marcó anteriormente (*Imagen 12a*).

Tras esto, el formulario devolverá una pantalla donde se muestran las adaptaciones correctas, así como el ambiente al que pertenece (*Imagen 12b*). En tal caso, el alumno puede enviar su respuesta al profesor.

Actividad 3: ¿Sobrevivirá?



Esta actividad tiene diversas finalidades. Por un lado, pretende que los alumnos puedan crear y dibujar un vegetal a partir de un ambiente dado, lo que implica una integración de conocimientos, tanto teóricos como prácticos o visuales. Por otra parte, permite que los estudiantes diferencien y reconozcan visualmente algunas adaptaciones importantes de los vegetales analizados. De esta manera, se pretende alcanzar una alta relación entre conceptos, así como su interiorización y comprensión.

Al acceder, como en las anteriores actividades, se solicita identificación del alumno, además de la elección entre uno de



Imagen 13: Identificación y elección de ambiente.

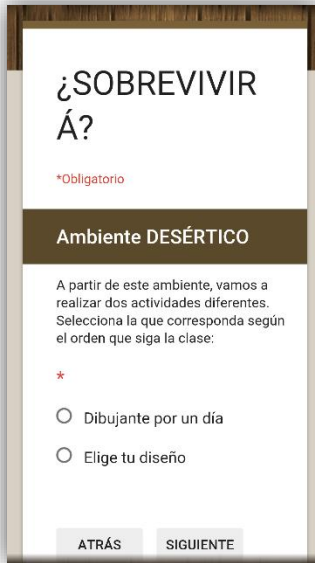


Imagen 14: Opciones para cada ambiente.

los colores que aparecen escritos. La finalidad de los colores es no influir en la elección de una opción u otra por parte del estudiante (*Imagen 13*).

Una vez elegido uno, aparecerá el ambiente que ha sido asignado a ese color y dos posibles opciones (*Imagen 14*):

- Dibujante por un día: en ella el estudiante debe dibujar una planta para el ambiente asignado, incluyendo en éste las adaptaciones que tendría este vegetal. Además, debe incluir un texto explicativo donde justifique las características de su dibujo y cómo puede influir la actividad humana en ese ambiente. Una vez realizado esto, enviará su trabajo mediante una fotografía a la dirección facilitada

(*Imagen 15*). Posteriormente en clase, se expondrán algunos de los dibujos y los demás alumnos comentarán y buscarán información, para decidir los aciertos y fallos de la creación expuesta razonadamente.

- Elige tu diseño: se presentarán dibujos sobre distintas partes de un vegetal, para que el alumno elija entre tres opciones de raíz, tallo y hoja, y genere su propia planta personalizada. Tras esto, en clase se seleccionarán algunos y se expondrán, para que entre todos y con la búsqueda de información necesaria, se corrijan y justifiquen los fallos.

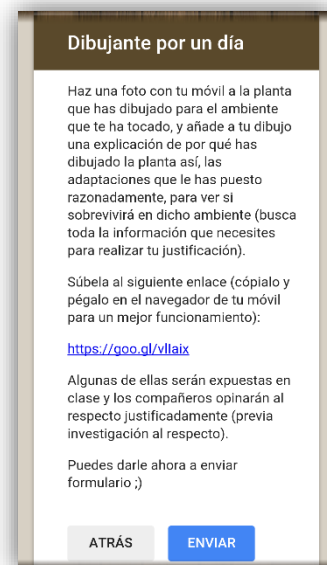


Imagen 15: Instrucciones para la actividad de dibujo.

Actividad 4: Kahoot!



El fundamento de esta actividad es la herramienta online *Kahoot!* (2016) [15]. Con ella, se realizará un repaso por todos los contenidos aprendidos por los alumnos durante el uso de la aplicación y la realización de sus actividades.

Al pulsar el icono de la actividad, se lanzará el navegador web del móvil, cargando la página de la herramienta (*Imagen 16*). En ella, se introducirá el código del juego creado que el profesor mostrará en pantalla, un nombre de jugador y se iniciará la actividad.

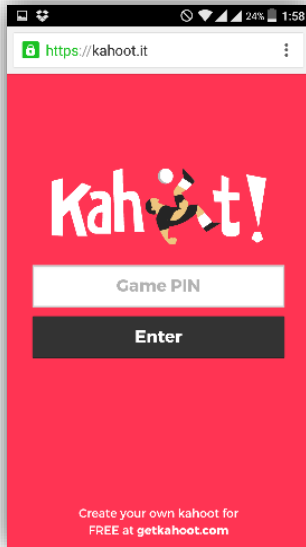


Imagen 16: Identificación y elección de ambiente.

El juego diseñado para para este tema, consiste en la presentación de 7 preguntas redactadas por el profesor, con hasta cuatro opciones posibles y una respuesta correcta como mínimo. Cada alumno debe contestar pulsando la opción que considera correcta antes de que se acabe el tiempo asignado a cada pregunta.

Tras cada pregunta, se mostrará un ranking de los 5 mejores jugadores que han contestado en menos tiempo. Al finalizar todas las preguntas, la herramienta genera un documento en el que se guardan todos los datos de cada participante. Esto puede ser de utilidad para el profesor a la hora de analizar el grado de dominio de los conceptos que manejan los alumnos. En el **Anexo 5** se muestran las preguntas creadas.

Este tipo de actividad, pretende generar interés por el conocimiento sobre adaptaciones entre los alumnos, motivándoles al estudio por el uso del juego educativo.

Actividad 5: *Experimentando con los tropismos*

La principal finalidad de este trabajo de experimentación, es que los alumnos puedan crear y aplicar el método científico, a la vez que crean material audiovisual y manejan distintas herramientas para ello.

El alumnado, debe diseñar el experimento que evidencie los movimientos de las plantas por la luz y la gravedad. Después, tiene que generar un pequeño vídeo con fotografías tomadas a lo largo del crecimiento y movimiento de la planta, para demostrar que el vegetal se mueve. Para esta segunda parte, la aplicación es de gran utilidad proporcionando material al respecto.



Entrando en el apartado **Videos** (véase **Imagen 17**), los alumnos encontrarán dos modelos de creaciones audiovisuales. Con ellas,

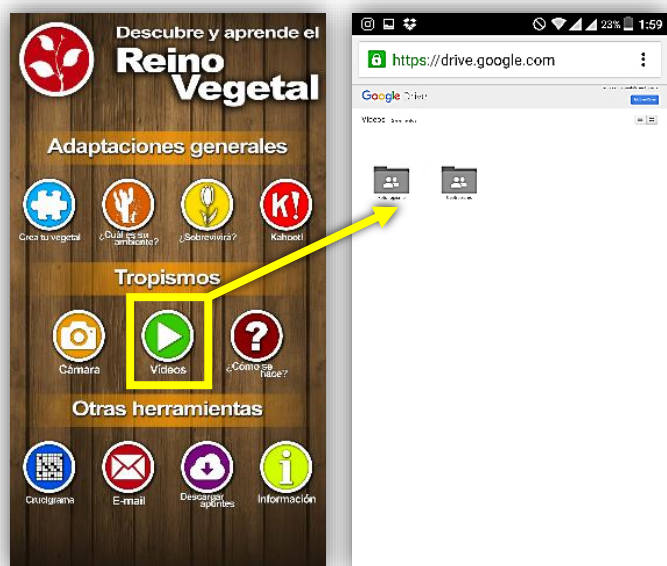


Imagen 17: Carpetas con vídeos ilustrativos sobre tropismos.



se pretende que sirvan de ejemplo de lo que deben crear con sus experimentos y las fotografías tomadas. Así, evidenciarán los tropismos vegetales por la luz y la gravedad.



En el caso de que los alumnos encuentren dificultades para diseñar el experimento, se pretende dar una pequeña guía al pulsar en la aplicación el botón **¿Cómo se hace?** Allí, encontrarán

una serie de consejos y pasos a seguir para diseñar una experiencia científica sobre el tema (véase *Imagen 18*).

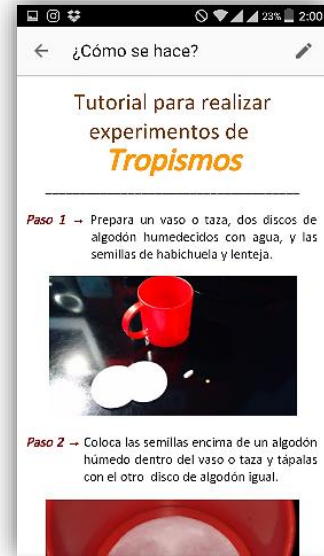


Imagen 18: Información sobre experimentos.

Actividad 6: Crucigrama



Una vez que el alumnado ha trabajado los contenidos de adaptaciones y tropismos vegetales, la actividad que se propone es realizar un crucigrama que

ayude a los estudiantes a recordar conceptos y términos.

Para su diseño, se ha utilizado el software creado en 2013 por el Centro de Humanidades y Computación de la Universidad de Victoria [16], llamado *Hot Potatoes*. Mediante este programa, se pueden crear distintas actividades y juegos, como cuestionarios, sopas de letras o crucigramas en este caso.

Al acceder al crucigrama, el estudiantado tiene que completar un total de 16 términos relacionados con las adaptaciones y los tropismos de las plantas (*Imagen 19*). Para ello, disponen de un total de 16 minutos máximo para completarlo, es decir, un minuto por término planteado.

De esta forma, mediante actividades lúdicas, están recordando todo lo aprendido para afianzar conceptos.

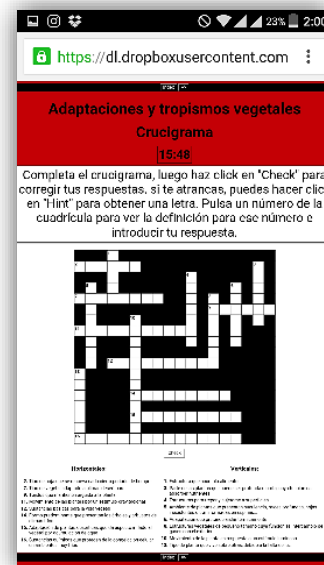


Imagen 19: Diseño y aspecto del crucigrama.



4.3.2. Clasificación de las actividades

Una vez descritas las distintas actividades que incluye y propone la aplicación móvil, es de gran utilidad clasificarlas para una mejor organización de su aplicación por parte del profesorado.

De esta manera, se harán dos tipos de clasificaciones, atendiendo a su carácter productivo como tarea, por un lado; de otra mano, las dividiremos según el trato que realizan de los contenidos, desde una manera más introductoria hasta otras que profundizan y afianzan los conocimientos.

a) Tareas

Implican la integración de conocimientos para la generación de alguna creación y que ese conocimiento se aplique en la vida cotidiana. Esto redundará en un trabajo y alcance de competencias clave.

TAREA 1 – Las plantas están en tu mente	
Creación y diseño en papel por parte de cada estudiante de una planta que pueda sobrevivir en un determinado ambiente y exposición posterior en clase.	
Actividades	Ejercicios
A.1. <i>Crea tu vegetal</i>: selección de adaptaciones vegetales para un determinado ambiente.	E.1.1. Lectura sobre características de las plantas según el ambiente en el que viven.
	E.1.2. Toma de notas de las adaptaciones elegidas entre 4 posibles de acuerdo con lo investigado sobre ellas.
A.2. <i>¿Cuál es su ambiente?</i>: detección de adaptaciones presentes en una planta dada de manera justificada. Posterior discusión en clase.	E.2.1. Recopilación de información sobre las causas ambientales de los aspectos morfológicos más característicos, de la planta que se presenta.
	E.2.2. Expresión de las adaptaciones presentes en la planta y del ambiente de la misma.
	E.2.3. Justificación escrita de por qué ha seleccionado dichas adaptaciones y ha expresado el ambiente en el que vive la planta.
	E.2.4. Corrección propia de acuerdo con las soluciones aportadas por la aplicación.
	E.2.5. Exposición y discusión en clase de las respuestas dadas.



<p>A.3. Kahoot!: participación en el juego común junto con toda la clase, para contestar a preguntas tipo trivial sobre adaptaciones vegetales.</p>	<p>E.3.1. Acceso a la herramienta mediante móvil u ordenador y contestar a las preguntas formuladas dentro del tiempo disponible.</p>
<p>A.4. Crucigrama: identificación de conceptos mediante las definiciones que se presentan, en un tiempo limitado.</p>	<p>E.4.1. Realización del pasatiempo didáctico mediante la escritura de los términos que se piden.</p>
<p>A.5. ¿Sobrevivirá?: selección de representaciones de distintas plantas adaptadas, según el ambiente asignado. Después, dibujo de una planta ideada que sobreviva en el dicho ambiente.</p>	<p>E.5.1. Lectura de material adicional que complemente lo aprendido sobre adaptaciones vegetales para diversos ambientes.</p>
	<p>E.5.2. Selección de varias adaptaciones representadas gráficamente según la parte del vegetal para un ambiente determinado.</p>
	<p>E.5.3. Justificación de los dibujos de adaptaciones seleccionados.</p>
	<p>E.5.4. Creación en papel de una planta, incluyendo sus adaptaciones para el ambiente dado y una justificación escrita.</p>
	<p>E.5.5. Toma de una fotografía de la creación y su justificación, para ser subida a la aplicación.</p>
	<p>E.5.6. Exposición y discusión en clase de los resultados obtenidos y de las creaciones realizadas.</p>
<p>Curso</p> <p>Temporalización</p> <p>Recursos</p> <p>Metodología</p> <p>Instrumentos de evaluación</p>	<p>1º Bachillerato (Biología y Geología).</p> <p>5 sesiones de 1 hora cada una.</p> <p>Ordenador, teléfono móvil, tableta, papel, bolígrafo, proyector, herramienta <i>Kahoot!</i>, aplicación <i>Descubre y aprende el Reino Vegetal</i>.</p> <p>Activa, de indagación, social.</p> <p>Respuestas a formularios, exposiciones, dibujos diseñados, observación directa en clase.</p>



Según dicta el Real Decreto 1105/2014 para la asignatura de *Biología y Geología* de 1º Bachillerato sobre las adaptaciones vegetales, la tarea 1 se basa en los **contenidos, estándares de aprendizaje evaluables y criterios de evaluación** del bloque 5 que siguen, además de cumplir los **objetivos específicos** que se detallan:

Bloque 5 “Las plantas: sus funciones, y adaptaciones al medio”		
Contenidos (RD 1105/2014)	Criterios de evaluación (RD 1105/2014)	Estándares de aprendizaje evaluables (RD 1105/2014)
Las adaptaciones de los vegetales al medio.	16. Reconocer las adaptaciones más características de los vegetales a los diferentes medios en los que habitan.	16.1. Relaciona las adaptaciones de los vegetales con el medio en el que se desarrollan.
Objetivos específicos		Estándares de aprendizaje específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Explicar los distintos tipos de adaptaciones existentes en plantas, dependiendo del ambiente en el que viven, y según las partes del vegetal. • Diferenciar y reconocer las diferentes adaptaciones, tanto morfológicas como moleculares, que presentan las plantas según su zona de desarrollo y crecimiento. • Relacionar las adaptaciones vegetales con las características del ambiente que favorecerá el desarrollo de éstas. • Conocer la influencia de las actividades humanas sobre el ambiente y sus principales consecuencias en la adaptación de las especies vegetales a los cambios producidos. 		<ul style="list-style-type: none"> • Explica los distintos tipos de adaptaciones existentes en plantas, dependiendo del ambiente en el que viven, y según las partes del vegetal. • Diferencia y reconoce las diferentes adaptaciones, tanto morfológicas como moleculares, que presentan las plantas según su zona de desarrollo y crecimiento. • Relaciona las adaptaciones vegetales con las características del ambiente que favorecerá el desarrollo de éstas. • Conoce la influencia de las actividades humanas sobre el ambiente y sus principales consecuencias en la adaptación de las especies vegetales a los cambios producidos.

Los **contenidos** que trabaja esta tarea pueden ser clasificados según su carácter conceptual, procedimental o actitudinal. Según esto, se obtiene:



Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
<ul style="list-style-type: none"> • Diferentes morfologías básicas de raíces, tallos y hojas en plantas. • Adaptación al medio. • Tipos de adaptaciones vegetales al ambiente: <ul style="list-style-type: none"> ○ Medio desértico. ○ Medio acuático. ○ Medio frío. ○ Medio con escasez de luz. • Influencia y relación del ambiente con las adaptaciones que presentan las especies vegetales en un medio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciación de adaptaciones de los vegetales según su ambiente de desarrollo. • Reconocimiento de adaptaciones presentes en un vegetal adaptado a un medio determinado. • Creación en papel y virtual de una planta que viva en un determinado medio, señalando y diferenciando sus adaptaciones según la parte del vegetal que se analice. • Exposición pública de diseños vegetales y de la justificación de las adaptaciones que presenta. • Búsqueda de información relacionada con las adaptaciones de las plantas a los distintos ambientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión y valoración de la influencia de la actividad humana en el ambiente, redundando en la adaptación de las especies vegetales a dichos cambios.

Por otro lado, se trabajan distintas **competencias clave** a lo largo de la realización de esta tarea número 1:

- **Competencia lingüística:** será abordada y trabajada mediante la expresión oral en las exposiciones, así como en la expresión escrita que deben hacer de las justificaciones de sus actividades. También, en las opiniones manifestadas en clase durante las correcciones a actividades de compañeros.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:** con la propuesta de hipótesis de adaptaciones que posee cada planta y la comprobación de si se cumplen o no con la bibliografía buscada.



- Competencia digital: mediante la búsqueda web de información, así como con el manejo de la aplicación y el uso de la herramienta web *Kahoot!* y el *Crucigrama* online.
- Aprender a aprender: con la organización de la información y la repetición de las respuestas elegidas hasta que se seleccionen las correctas. También, mediante la corrección en clase de las actividades de los compañeros. De esa manera, el alumnado va siendo consciente de sus avances y del momento en que maneja la materia.
- Competencias sociales y cívicas: trabajada con el respeto, atención y opiniones serias que dará ante las tareas expuestas de los compañeros de clase. Igualmente, aceptará críticas y correcciones de los demás.
- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor: abordada con la participación por voluntad propia en los debates y correcciones en clase a los compañeros, necesitando de la búsqueda de información previa por su cuenta. También, mediante la creación en papel del vegetal con sus adaptaciones, decidiendo el alumno las características que mejor le vendrían según el medio.
- Conciencia y expresiones culturales: desarrollada por el conocimiento de las adaptaciones que presentan plantas de ambientes que rodean al alumnado. Igualmente, se reflejará en la creación del vegetal de cada estudiante.

En otro orden de cosas, la aplicación propone actividades que podemos agrupar dentro de una segunda tarea. Se pasa a explicar a continuación.

TAREA 2 – Detective vegetal por un tiempo	
Diseño de un experimento que demuestre el movimiento de las plantas por estímulos luminosos y de la gravedad. Creación adicional de un vídeo que enseñe el movimiento y la evolución del vegetal a lo largo de un periodo de tiempo.	
Actividades	Ejercicios
A.1. Búsqueda de información sobre los tropismos vegetales y las distintas maneras de realizar experimentos sencillos en clase o en casa.	E.1.1. Lectura de los tipos de tropismos con ejemplos.
	E.1.2. Recopilación de experimentos realizados con anterioridad por otros alumnos o profesores de secundaria sobre fototropismo y geotropismo.



<p>A.2. <u>Experimentando con los tropismos:</u> diseño de un experimento para evidenciar el fototropismo y otro para el geotropismo. Creación de un vídeo con cada uno.</p>	<p>E.2.1. Lectura y adquisición de los materiales necesarios para la realización de los experimentos. Para ello, en la aplicación se ha de acceder a “¿Cómo se hace?”, se realiza una propuesta.</p>
	<p>E.2.2. Análisis de los procedimientos a seguir para realizar las experiencias sobre tropismos. Pueden encontrarse también sugerencias en la aplicación, accediendo a de “¿Cómo se hace?”.</p>
	<p>E.2.3. Siembra y germinación de semillas.</p>
	<p>E.2.4. Fotografiado del crecimiento de la plántula y de los cambios morfológicos, debidos a la luz y la gravedad, que ocurren en la planta adulta. Puede usarse el apartado “Cámara” de la aplicación móvil.</p>
	<p>E.2.5. Ordenación digital de las fotografías, para generar un vídeo sencillo que evidencie visualmente los cambios morfológicos en las plantas por la luz en un caso, y por la gravedad en otro.</p>
<p>A.3. Visualización de los vídeos sobre los experimentos de los demás compañeros y crítica constructiva sobre ellos.</p>	<p>E.3.1. Toma de notas sobre las mejoras que realizaría en base al trabajo de los compañeros.</p>
	<p>E.3.2. Manifestación oral de las correcciones que haría el alumno sobre el trabajo de los demás compañeros.</p>

Curso	1º Bachillerato (Biología y Geología).
Temporalización	4 sesiones de 1 hora cada una (y 2 horas trabajo en casa).
Recursos	Ordenador, teléfono móvil, tableta, papel, bolígrafo, proyector, aplicación <i>Descubre y aprende el Reino Vegetal</i> , tierra, vasos de plástico, cartón, semillas, palitos de madera, plástico de cocina, cámara de fotos o cámara de móvil, agua.
Metodología	Activa, de indagación y problemas, social.
Instrumentos de evaluación	Respuestas a formularios, experimentos y vídeos generados, observación directa en clase.



Los **contenidos, estándares de aprendizaje evaluables y criterios de evaluación** que menciona el Real Decreto 1105/2014 para *Biología y Geología* de 1º Bachillerato sobre tropismos vegetales, que trabaja esta segunda tarea, se encuentran en el bloque 5. Se añaden, a continuación también, los **objetivos específicos** que se alcanzan:

Bloque 5 “Las plantas: sus funciones, y adaptaciones al medio”		
Contenidos (RD 1105/2014)	Criterios de evaluación (RD 1105/2014)	Estándares de aprendizaje evaluables (RD 1105/2014)
Funciones de relación en las plantas. Los tropismos y las nastias. Las hormonas vegetales.	7. Describir los tropismos y las nastias ilustrándolos con ejemplos.	7.1. Describe y conoce ejemplos de tropismos y nastias.
Objetivos específicos		Estándares de aprendizaje específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el significado de tropismo y los distintos tipos existentes de este proceso fisiológico vegetal con ejemplos. • Diferenciar entre tropismos dependiendo del estímulo que los genera. • Describir los cambios morfológicos que se producen por los distintos estímulos que dan lugar a tropismos. 		<ul style="list-style-type: none"> • Conoce el significado de tropismo y los distintos tipos existentes de este proceso fisiológico vegetal con ejemplos. • Diferencia entre tropismos dependiendo del estímulo que los genera. • Describe los cambios morfológicos que se producen por los distintos estímulos que dan lugar a tropismos.

Seguidamente, se mencionan los **contenidos** trabajados, clasificados en conceptuales, procedimentales o actitudinales.

Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
<ul style="list-style-type: none"> • Definición de tropismo. • Distintos tipos de tropismos y ejemplos. • Características de: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fototropismo. ○ Geotropismo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de las peculiaridades de los distintos tropismos. • Experimentación para evidenciar los cambios morfológicos en plantas por estímulos. • Creación de material audiovisual sobre fototropismo y geotropismo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conciencia de tropismos presentes en plantas o vegetales del entorno, viéndolos como algo real.



Finalmente, las **competencias clave** abordadas con la ejecución de la tarea 2, cómo se tratan, son las que siguen:

- **Competencia lingüística:** trabajada con la lectura comprensiva de información, tanto sobre características de tropismos como de experimentos realizados con anterioridad. También, con la toma de notas y críticas orales constructivas sobre las creaciones digitales basadas en los experimentos sobre tropismos.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:** gracias a la aplicación del método científico en los pasos a seguir para el pequeño experimento sobre fototropismo y geotropismo. Además, con el uso de la aplicación y distintas herramientas.
- **Competencia digital:** mediante el uso de programas informáticos para la creación audiovisual. Además, el uso de la aplicación, nuevamente, y la búsqueda de información digital.
- **Aprender a aprender:** con la realización de correcciones y críticas constructivas frente a fallos de los compañeros. Eso denota un aprendizaje de la materia y una conciencia propia del conocimiento adquirido. También, mediante las variaciones y mejoras generadas sobre el modelo experimentado propuesto en la aplicación, fruto de una interiorización de los contenidos.
- **Competencias sociales y cívicas:** por las críticas respetuosas realizadas, el respeto hacia las creaciones de los compañeros y compañeras y por la ayuda entre iguales.
- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor:** mediante la creación audiovisual, generada bajo criterio propio del estudiante, existiendo una referencia posible en la aplicación. También, por la investigación sobre distintos experimentos y la actitud potenciada de mejora de las actividades.
- **Conciencia y expresiones culturales:** puede verse reflejada en las semillas utilizadas para realizar los experimentos con los vegetales, dados los cultivos comunes de la zona del estudiante. Por ejemplo: es común que, en países latinoamericanos, se usen frijoles para observar el fototropismo y el geotropismo. Sin embargo, en España se usaría con más facilidad la habichuela, lenteja o garbanzo.



b) Actividades iniciales, de desarrollo y de repaso

Si atendemos a la manera de tratar los contenidos, puede realizarse una clasificación que agrupe las tareas desde las más sencillas, hasta las que trabajen la temática en mayor profundidad.

Así, encontramos dentro de las **actividades introductorias** la propuesta bajo el nombre de Crea tu vegetal. Esto es así, ya que esta actividad pretende que, los estudiantes que la realicen, se familiaricen con las adaptaciones diferentes que pueden presentar los vegetales según el ambiente donde se desarrollen. Por ello, si se elige una opción equivocada, la actividad devuelve una pantalla de error justificando por qué no es correcta y no dejando avanzar hasta seleccionar la que sí lo es.

También, la búsqueda bibliográfica necesaria para el conocimiento de los tropismos y así dar a la planificación del experimento, puede clasificarse como una actividad previa o introductoria al conocimiento de los contenidos.

Por otro lado, existen **actividades de desarrollo**. Bajo esta denominación se encuentran las siguientes actividades:

- ¿Cuál es su ambiente?: una vez se conocen las principales adaptaciones a los distintos medios, con esta actividad los estudiantes practicarán la detección visual de caracteres morfológicos específicos. Éstos darán pistas del ambiente en el que crece la planta. Así, profundizan en el conocimiento.
- ¿Sobrevivirá?: tanto con el diseño de un vegetal propio adaptado a un ambiente, como por la selección de imágenes dadas por la aplicación de partes de la planta adaptadas a distintos medios para formar un vegetal, el alumnado va a integrar todos los conocimientos adquiridos y los va a plasmar en dichas creaciones.
- Experimentando con los tropismos: con esta actividad de investigación, han de buscar y comprender el concepto de tropismo y los distintos tipos existentes. Por ello, mediante la experimentación y visualización de los efectos que generan los estímulos, profundizan y comprenden mejor la temática.

Finalmente, existen actividades que concluyen el estudio de las adaptaciones y los tropismos, consideradas **actividades de repaso**. Dentro de esta categoría, podemos identificar las actividades Kahoot y Crucigrama. Éstas hacen un recorrido por todos los contenidos, tanto de manera conceptual como integradora y visual interrelacionando puntos. Además, al ser actividades lúdicas, el alumnado se mostrará más receptivo al aprendizaje y la participación activa.



4.3.3. Resumen de las actividades

Después de describir, clasificar y analizar las distintas actividades propuestas en la aplicación diseñada, cabe sintetizar las ideas clave de cada una de ellas en un pequeño resumen.

Actividad 1: Crea tu vegetal

Con esta actividad se pretende que los alumnos y alumnas tengan un acercamiento a los distintos tipos de adaptaciones vegetales, según el medio en el que se desarrollan. Igualmente. Para ello, se les presentan distintos tipos de ambientes y distintas adaptaciones para cada uno, debiendo que elegir tres en total. Si las elecciones no son correctas, la aplicación no le dejará avanzar explicándole por qué su respuesta es incorrecta.

Actividad 2: ¿Cuál es su ambiente?

Durante la realización de esta actividad, el alumnado profundizará y practicará los conceptos aprendidos en la familiarización con las adaptaciones vegetales. Así, cada estudiante elegirá una opción entre 8 disponibles, que le revelará una fotografía de una planta. Después, debe detectar las adaptaciones que presenta y deducir el ambiente en el que se desarrollará este vegetal. Además, todo irá debidamente justificado para mostrar que se comprende todo lo trabajado.

Actividad 3: ¿Sobrevivirá?

El alumnado, en este caso, aplicará e integrará todo lo aprendido, plasmándolo en el dibujo de una planta con sus adaptaciones para sobrevivir en un ambiente dado. Además, justificará las características de su diseño. Paralelamente, en una segunda parte de la actividad, se le mostrarán diversas partes de una planta, con adaptaciones diversas. El estudiante, en este caso, elegirá para cada parte cuál es la adaptación morfológica que mejor se ajusta a un ambiente dado, de manera justificada

Actividad 4: Kahoot!

Gracias a esta herramienta digital e interactiva, se trabajará el repaso de todos aquellos conceptos y procesos adaptativos de las plantas estudiados. A modo de trivial,



se presentan 7 cuestiones que cada alumno responderá en un determinado tiempo, con hasta 4 opciones posibles. Finalmente, se obtendrá un ranking donde se mostrará el número de aciertos de cada alumno y el tiempo utilizado. A mayor número de aciertos y menor tiempo empleado, más alto aparecerá en la clasificación general.

Actividad 5: Experimentando con los tropismos

La finalidad de esta experiencia es que el estudiantado que la realice, pueda aplicar el método científico y genere un experimento que evidencie el fototropismo y el geotropismo. Además, esto les servirá para conocer lo que son los movimientos de las plantas y los distintos tipos existentes. También, se busca que produzcan innovaciones y modificaciones sobre el modelo experimental sugerido en la aplicación, para finalmente, crear un vídeo o contenido audiovisual que muestre el avance y las modificaciones de la planta gracias a los estímulos luminoso y gravitacional.

Actividad 6: Crucigrama

Realizando este pasatiempo, los estudiantes necesitarán conocer los distintos conceptos sobre adaptaciones y tropismos, por lo que como actividad de repaso es de gran utilidad. Además, manifestará el nivel de retención y conocimiento de los contenidos abordados.

4.3.4. Evaluación de las actividades

Es necesario que los estudiantes, mediante su trabajo y clases recibidas, alcancen una serie de competencias clave. Para ello, es preciso que superen determinados estándares de aprendizaje evaluables, los cuales aparecen reflejados en el Real Decreto 1105/2014 para los contenidos de adaptaciones vegetales y tropismos, pertenecientes a la asignatura “Biología y Geología” de 1º Bachillerato.

Por ello, en el **Anexo 6**, se adjunta una rúbrica que pretende analizar el progreso alcanzado en estos estándares graduados y concretados, añadiendo los criterios de calificación aplicados.

Además, para la clasificación de las actividades en tareas, puede ser de gran utilidad disponer de una rúbrica para cada una de ellas que abarque las actividades integradas. En el citado **Anexo 6** se adjuntarán dichas rúbricas.



4.4. Posibilidades de aplicación, adaptación y generalización a diversos contextos educativos

Como ya se mencionó, desde 2009 se está llevando a cabo el programa *Escuela 2.0* para facilitar el acceso a las TIC a todos los alumnos, e incentivar al profesorado a usarlas e integrarlas en las clases y actividades (Area Moreira et al., 2014). Esto demuestra la gran importancia de las tecnologías en el aula y en el aprendizaje de los alumnos.

Por ello, el impulso del uso de herramientas digitales y tecnológicas, como es el uso del móvil con fines didácticos, responde a esta necesidad por el uso de las tecnologías.

En otro orden de cosas, la aplicación y sus actividades permiten un amplio grado de modificación. Para ello, tan solo se ha de acceder al formulario de cada actividad y cambiar en él todo aquello que se desee. Esto resulta útil para adaptar los contenidos a los distintos cursos y niveles, en el caso que la clase con la que trabajemos requiera de cierta adaptación en la complejidad y profundidad de contenidos abordados.

Además, la aplicación puede usarse en gran cantidad de contextos, ya que está muy extendido que los estudiantes tengan teléfono, por lo que difícilmente encontraremos que no lo poseen. Pero en casos de que así no sea, se dispone de la versión web para su acceso en el centro de estudios desde cualquier ordenador. Igualmente ocurre con los móviles que utilicen iOS como sistema operativo, incompatible con la instalación de la aplicación.

Dado que es una salida de la rutina de enseñanza, puede ayudar en aquellos casos en que las clases sean difíciles o con alumnos poco motivados. El hecho de hacer que con su propio teléfono o tableta puedan realizar actividades lúdicas y educativas, empujará al alumno a mostrar mayor interés y compromiso.

Incluso para alumnado con ciertas discapacidades, esta aplicación puede ser usada sin ningún tipo de problema. Quizá sea más difícil para aquellos con deficiencias visuales, pero en tal caso puede crearse la figura de *compañero mentor* que sirva de apoyo a esas personas y les ayude. Así se fomenta, también, el compañerismo entre iguales y la colaboración y cooperación.

5 IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN EN EL AULA





5. Implementación de la aplicación en el aula

Una vez diseñadas las actividades y la aplicación, cabe preguntarse si su uso en el aula dará buenos resultados o si será viable realmente su puesta en práctica. Para ello, es necesario usarla durante la práctica docente para testar su funcionamiento, la respuesta del alumnado y si genera un mejor aprendizaje de la temática tratada.

Por este motivo, a continuación, se explicará la propuesta de uso de la aplicación y sus actividades durante una sesión de clase. Además, se expondrán los resultados obtenidos y las conclusiones al respecto.

5.1. Encuadre del centro de aplicación

El centro donde se ha utilizado por primera vez la aplicación creada, es el Instituto de Enseñanza Secundaria Virgen de las Nieves, localizado en barrio granadino de La Chana, en la zona norte de la capital. Dicho barrio cuenta con una importante promoción cultural, ya que posee una biblioteca pública, un teatro (José Tamayo), centro cívico... Además, en él se alojan varios centros de estudios públicos, incluyendo facultades de la Universidad de Granada (Bellas Artes, Informática y Telecomunicaciones).

El barrio es de naturaleza obrera, por lo que el nivel económico mayoritario es medio y medio-bajo, lo que redundará en que parte del alumnado del centro sea de las mismas características. Además, contrasta la marcada diferenciación con la zona colindante, presidida por el parque Almunia, denominada barrio de los periodistas, donde el nivel socioeconómico es mucho más elevado.

En este centro de estudios, se imparten enseñanzas diversas, como E.S.O., FP Básica, Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior, y Bachillerato de ciencias sociales, humanístico y científico-tecnológico, siendo su alumnado proveniente del barrio, de pueblos del interior de la provincia de Granada y de localidades metropolitanas, como Maracena y Peligros. Muchos de ellos y ellas se alojan en la Residencia de estudiantes “Virgen de las Nieves”.

Algo singular del centro es la existencia de un número importante de alumnos con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE). En concreto, con discapacidad auditiva, a los que se atiende de manera sistemática y planificada, ya que es un centro preferente de escolarización de este tipo de alumnado.



En lo referente al alumnado que ha probado y utilizado la aplicación, se encuentran en el primer curso de Bachillerato, por lo que su meta general y principal es poder cursar una carrera universitaria. Este objetivo les motiva a dar lo mejor de sí, pero también se muestran más interesados cuando la clase y la metodología se sale de la rutina, como ocurriría con esta aplicación.

5.2. Metodología aplicada

Para el análisis de los efectos que puede tener el uso de la aplicación creada en los alumnos y su aprendizaje, se sigue una metodología basada en la investigación-acción. Ésta favorece la mejora de la práctica curricular, puesto que los docentes usan los resultados obtenidos en sus investigaciones para mejorar cada vez más. Así, al ser un proceso cíclico, cada fase afecta a las siguientes, que son: identificación de las necesidades, diagnóstico de la situación, desarrollo de un plan de acción, puesta en práctica, y reflexión o evaluación (Romera-Iruela, 2011).

Para evidenciar los conocimientos previos que tenían los estudiantes, se les pidió unas semanas antes que realizaran un cuestionario con 18 preguntas de respuesta tipo *verdadero o falso*. Posteriormente a la realización de las actividades incluidas en la aplicación, se volvió a realizar el mismo cuestionario para comprobar la variación en preguntas correctas e incorrectas, esperando que estas últimas descendieran. Dicho cuestionario se puede consultar en el [Anexo 7](#) de este trabajo.

En el aula, se puso en práctica con los doce alumnos de 1º Bachillerato de la asignatura de “Biología y Geología” durante una sesión de 60 minutos, debido al escaso tiempo disponible para el resto de contenidos pendientes por impartir.

En primer lugar, se aclararon una serie de conceptos básicos que debían recordar y manejar los alumnos y alumnas, como son las características de los distintos ambientes, definiciones básicas de tropismos y adaptaciones y las principales adaptaciones según las partes de una planta.

Seguidamente, se realizó la actividad *¿Cuál es su ambiente?*, en la que los estudiantes emplearon la mayor parte del tiempo con búsqueda de información, pequeñas exposiciones y discusiones en clase.

Finalmente, como repaso de los contenidos, se utilizó la herramienta *Kahoot!*, generando en los estudiantes gran interés y diversión, puesto que no era una actividad habitual en sus clases.



Tras esto, se pidió que volvieran a realizar el cuestionario inicial pero ahora poseyendo y recordando muchos de los conceptos aprendidos.

5.3. Resultados obtenidos

Una vez recogidos los datos arrojados por los cuestionarios, se procede a su análisis para sacar conclusiones y analizar la posible eficacia de las actividades y de la aplicación móvil.

Es importante destacar que, debido a lo reducido del número de alumnos y alumnas que componen la clase en la que se usó, los datos estadísticos obtenidos deben tomarse a título informativo. Además, por este mismo motivo, a la hora de analizar estadísticamente los resultados, se ha comprobado que se ajustan a una distribución de t de Student (Valero Mora, 2008).

En la *Tabla 1* se muestran el número de respuestas correctas e incorrectas obtenidas por los estudiantes, tanto en el test previo como en el test posterior. Además, en el *Gráfico 1* pueden verse visualmente los resultados medios de cada test en cuanto a aciertos y errores. Podemos observar, de manera general, que antes de usar la aplicación el número de aciertos era bastante bueno, pero que tras realizar las actividades aumentan las preguntas con respuestas correctas. En cuanto a los errores descenden en el test posterior respecto al previo.

Previo		Posterior	
Fallos	Aciertos	Fallos	Aciertos
9	9	1	17
3	15	0	18
2	16	0	18
5	13	2	16
1	17	0	18
8	10	0	18
6	12	3	15
3	15	5	13
6	12	3	15
2	16	4	14
6	12	4	14
6	12	4	14
Media		Media	
5	13	2	16

Tabla 1: Resultados obtenidos respecto al número de respuestas correctas e incorrectas en los dos test.

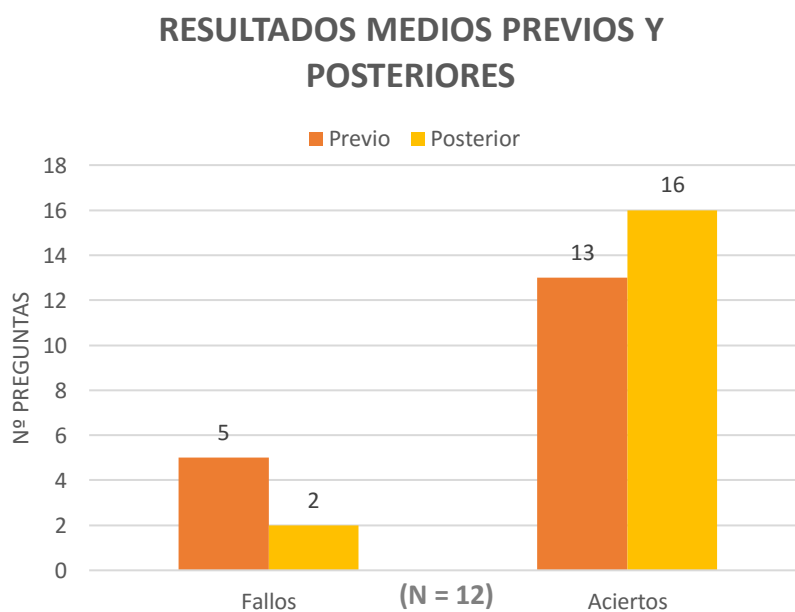


Gráfico 1: Resultados medios obtenidos de respuestas correctas e incorrectas en los dos test.



Si analizamos el porcentaje de aciertos y fallos, en el *Gráfico 2* se pueden observar los resultados para el test previo y en el *Gráfico 3* los del test posterior. Igualmente, se desprende que frente a un 28% de fallos, tras el uso de la aplicación obtenemos un 11% de errores, lo que supone un descenso del 17%. Los aciertos ascienden un 17% igualmente.

RESPUESTAS TEST PREVIO

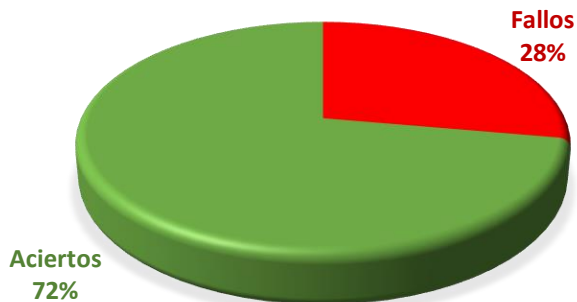


Gráfico 2: Porcentajes de aciertos y fallos en el test previo.

RESPUESTAS TEST POSTERIOR

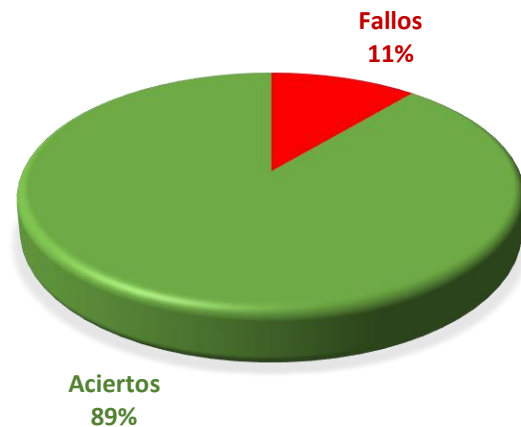


Gráfico 3: Porcentajes de aciertos y fallos en el test posterior.

Por otro lado, tras realizar análisis estadísticos con el programa Microsoft Excel 2016, mediante la prueba T para dos muestras emparejadas y con un nivel de significación α de 0,05 (Pita Fernández y Pértega Díaz, 2001), se obtienen los siguientes datos para los resultados previos y posteriores en el número de fallos:

	Fallos previos	Fallos posteriores
Media	4,750	2,167
Varianza	6,386	3,606
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,047	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	2,898	
P(T<=t) una cola	0,007	
Valor crítico de t (una cola)	1,796	
P(T<=t) dos colas	0,015	
Valor crítico de t (dos colas)	2,201	

Tabla 2: Resultados obtenidos en el análisis estadístico de la variación en el número de fallos cometidos por el alumnado.



A la vista del valor P menor que 0,05, determinamos que en los resultados tienen diferencias significativas en cuanto al número de errores en el cuestionario pasado previa y posteriormente al uso de la aplicación en el aula.

Igualmente, si analizamos la variación en el número de aciertos de la misma manera que anteriormente, observamos lo que se muestra en la *Tabla 3*:

	<i>Aciertos previos</i>	<i>Aciertos posteriores</i>
Media	13,250	15,833
Varianza	6,386	3,606
Observaciones	12	12
Coefficiente de correlación de Pearson	0,047	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	11	
Estadístico t	-2,898	
P(T<=t) una cola	0,007	
Valor crítico de t (una cola)	1,796	
P(T<=t) dos colas	0,015	
Valor crítico de t (dos colas)	2,201	

Tabla 3: Resultados obtenidos en el análisis estadístico de la variación en el número de aciertos acumulados por el alumnado.

Así, ya que P es menor de 0,05, podemos decir que los resultados tienen diferencias significativas en cuanto al número de aciertos en el cuestionario pasado previa y posteriormente al uso de la aplicación en el aula.

Por otro lado, los alumnos manifestaron su opinión sobre la dinámica de clase y sobre las actividades realizadas. Todos mostraron una respuesta muy positiva y pedían que se repitiera más a menudo esa manera de aprender, puesto que les suponía menos esfuerzo aprender y aumentaba su interés, según manifestaron.



5.4. Análisis y discusión de los resultados

A la luz de los datos arrojados por la experiencia de uso de la aplicación, podríamos decir que parece tener unos resultados muy positivos, ya que aumentan considerablemente los conocimientos de los alumnos y descienden las ideas erróneas.

No obstante, la muestra sobre la que se han recogido los datos es muy reducida. Tan solo 12 personas pudieron completar el proceso, que abarca desde la respuesta a las preguntas del test inicial, las actividades de clase y realización del test posterior. Esto puede generar resultados que no sean fiables del todo, puesto que en un grupo mayor podría pasar que los resultados fueran más extremos o moderados, es decir, mayor número de aciertos, de fallos o prácticamente igual cantidad de ambos. No obstante, el análisis estadístico revela que las diferencias son significativas y no fruto del azar, sino por efecto del uso de la aplicación.

Igualmente, para obtener datos más fiables, sería oportuno realizar durante más sesiones mayor cantidad de actividades de las propuestas por la aplicación. De esa manera, podrían sacarse conclusiones más interesantes y fiables de la utilidad y eficacia de las actividades diseñadas y la funcionalidad de la aplicación.

Así, deben tomarse los datos con prudencia y concluir que, aparentemente, la aplicación y las actividades producen buenos frutos y que los alumnos adquieren conocimientos de calidad de manera más eficiente y divertida bajo su punto de vista.

6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO





6. Conclusiones y trabajo futuro

Como cada trabajo realizado y cada diseño de actividades, surgen una serie de aspectos que pueden ser mejorables. En este caso, la aplicación creada y las actividades que incluye pueden ser modificadas a fin de adaptarse mejor al alumnado que vaya a realizarlas y a sus necesidades.

Por un lado, se necesita un mayor desarrollo de la aplicación, facilitando al docente la adaptación de la misma en función del alumnado. Dicho de otra manera, para que cada profesor pueda modificar las actividades propuestas mediante formularios de Google y recibir los resultados, necesita acceder a la herramienta de diseño e insertar las direcciones web a sus propios formularios. Esto requiere de ciertos conocimientos de programación que posiblemente les sea de alguna dificultad a varios de ellos. Así, se debería indagar más en otros métodos o soportes que permitan la edición y ajuste de las actividades sin necesidad de recurrir a la modificación de la aplicación en su código fuente.

Junto con lo anterior, debe trabajarse en el desarrollo de esta aplicación para sistemas iOS de Apple, de manera que los alumnos que no tengan Android no necesiten recurrir a su navegador web para realizar las actividades. Igualmente, para facilitar la obtención de la aplicación, sería apropiado conseguir que ésta esté disponible en *Play Store* de Android.

Finalmente, para concluir, la aplicación que se ha presentado en este trabajo ha tratado de incentivar a los alumnos para que su interés por el estudio de los vegetales aumente. Las actividades basadas en las tecnologías suponen para ellos algo cercano y cotidiano, a la vez que fomentan la creatividad, la ciencia y el uso de herramientas digitales.

Además, la experiencia de puesta en práctica en el aula muestra aparentes resultados positivos, ya que los conocimientos de los alumnos aumentaban de manera considerable. Los propios estudiantes, por otro lado, manifestaron su buena opinión con respecto a la metodología, sintiéndose más motivados e interesados por los vegetales y sus adaptaciones.

Sigamos trabajando en la búsqueda de actividades y metodologías que despierten el interés de todo el alumnado y fomenten el aprendizaje significativo.

7 BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA





7. Bibliografía

- Agüera Buendía, E., & de la Haba Hermida, P. (2009). Desarrollo de nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la docencia práctica en el área de Conocimiento de Fisiología Vegetal. *Docencia universitaria*, (44), 59-65.
- Anderson, J. L., Ellis, J. P., & Jones, A. M. (2014). Understanding early elementary children's conceptual knowledge of plant structure and function through drawings. *CBE-Life Sciences Education*, 13(3), 375-386. <http://doi.org/10.1187/cbe.13-12-0230>
- Area Moreira, M., Alonso Cano, C., Correa Gorospe, J. M. C., del Moral Pérez, M. E., de Pablos Pons, J., Paredes Labra, J., Peirats Chacón, J., Sanabria Mesa, A., San Martín Alonso, A. & Valverde-Berrocoso, J. (2014). Las políticas educativas TIC en España después del Programa Escuela 2.0: las tendencias que emergen. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*, 13(2), 11-33. <http://doi.org/10.17398/1695-288X.13.2.11>
- Barman, C. R., Stein, M., McNair, S., & Barman, N. S. (2006). Students' ideas about plants and plant growth. *American Biology Teacher*, 68(2), 73-79.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G., Tilman, D., Wardle, D., Kinzig, A., Daily, G., Grace, J., Larigauderie, A., Srivastava, D. & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59-67. <http://doi.org/10.1038/nature11148>
- Cardinale, B. J., Matulich, K. L., Hooper, D. U., Byrnes, J. E., Duffy, E., Gamfeldt, L., Balvanera, P., O'Connor, M. & Gonzalez, A. (2011). The functional role of producer diversity in ecosystems. *American Journal of Botany*, 98(3), 572-592.
- Cardinale, B. J., Srivastava, D. S., Emmett Duffy, J., Wright, J. P., Downing, A. L., Sankaran, M., & Jouseau, C. (2006). Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. *Nature*, 443(7114), 989-992. <http://doi.org/10.1038/nature05202>
- Cardinale, B. J., Wright, J. P., Cadotte, M. W., Carroll, I. T., Hector, A., Srivastava, D. S., Loreau, M. & Weis, J. J. (2007). Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(46), 18123-18128. <http://doi.org/10.1073/pnas.0709069104>
- Coleman, G. & Coleman, W. J. (1990). Cómo producen oxígeno las plantas. *Investigación y Ciencia*, 163, 50-57.



- Cortés Gracia, Á. L., & De la Gándara Gómez, M. (2007). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 25(3), 435-450.
- De Caso Fuertes, A. M., García Sánchez, J. N., Arias Gundín, O., Fidalgo Redondo, R., & Fernández Martínez, M. (2006). El aprendizaje basado en problemas: revisión de estudios empíricos internacionales. *Revista de educación*, (341), 397-418.
- Díaz de la Guardia, C. (2010). Adaptaciones de las plantas al medio.
- Espinal Ramírez, I., Cartagena Duarte, M. N., & Márquez Valderrama, V. M. (2010). *El cambio en el estatus de las ideas sobre el concepto de adaptación vegetal a partir de la implementación de una unidad didáctica que usa el museo de ciencias como herramienta de aprendizaje*. Universidad de Antioquía. Recuperado a partir de <http://200.24.17.68:8080/jspui/handle/123456789/1875>
- Estes, J. A., Terborgh, J., Brashares, J. S., Power, M. E., Berger, J., Bond, W. J., Carpenter, S., Essington, T., Holt, R. D., Jackson, J., Marquis, R. J., Oksanen, L., Paine, R. T., Pickett, E. K., Ripple, W. J., Sandin, S. A., Scheffer, M., Schoener, T., Shurin, J., Sinclair, A., Soulé, M. E., Virtanen, R. & Wardle, D. A. (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science*, 333(6040), 301-306. <http://doi.org/10.1126/science.1205106>
- Fančovičová, J., & Prokop, P. (2010). Development and initial psychometric assessment of the plant attitude questionnaire. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 415-421. <http://doi.org/10.1007/s10956-010-9207-x>
- Francis, L. J., & Greer, J. E. (1999). Attitude toward science among secondary school pupils in Northern Ireland: relationship with sex, age and religion. *Research in Science & Technological Education*, 17(1), 67-74. <http://doi.org/10.1080/0263514990170105>
- García Álvarez, S., Bleda Marco, E., Castillo García, F. J., & Cuerva Jimeno, M. (2015). La opinión de profesionales sobre la incorporación de soportes tecnológicos portátiles en las aulas. *Revista de Educación a Distancia*, 39, 1-18.
- García Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207, 18.
- González Pérez, A., & De Pablos Pons, J. (2015). Factores que dificultan la integración de las TIC en las aulas. *Revista de Investigación Educativa*, 33(2), 401-417.



- Hansen, G., & Purcell, S. (2012). A smartphone application for landscape plants: a case study and guide to developing a decision-making application. *Journal of Extension*, 50(6).
- Herrera Cervera, J. A. (2014). Movimientos de las plantas: fototropismo y gravitropismo.
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A. J., Vandermeer, J. & Wardle, D. A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3-35. <http://doi.org/10.1890/04-0922>
- Ives, A. R., & Carpenter, S. R. (2007). Stability and diversity of ecosystems. *Science*, 317(5834), 58-62. <http://doi.org/10.1126/science.1133258>
- Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science education*, 84(2), 180-192.
- LaBelle, C. (2011). Place-Based learning and mobile technology. *Journal of Extension*, 49(6). Recuperado a partir de <http://www.joe.org/joe/2011december/iw1.php>
- Lally, D., Brooks, E., Tax, F. E., & Dolan, E. L. (2007). Sowing the seeds of dialogue: public engagement through plant science. *The Plant Cell*, 19(8), 2311-2319. <http://doi.org/10.1105/tpc.107.053587>
- Mayorga Fernández, M. J., & Madrid Vivar, D. (2010). Modelos didácticos y estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias pedagógicas*, (15), 91-111.
- McGrath, D. (2002). Teaching on the front lines: using the Internet and problem-based learning to enhance classroom teaching. *Holistic Nursing Practice*, 16(2), 5-13.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, 295 § I. Disposiciones generales 97858-97921 (2013). Recuperado a partir de http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12886
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. 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., 25 § I. Disposiciones generales 6986-7003 (2015). Recuperado a partir de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-738



- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, 3 § I. Disposiciones generales 169-546 (2015). Recuperado a partir de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-37
- Ministerio de Educación y Ciencia. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, 106 § I. Disposiciones generales 17158-17207 (2006). Recuperado a partir de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-7899>
- Molina Ortiz, J. A., García González, A., Pedraz Marcos, A., & Antón Nardiz, M. V. (2003). Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional. *Revista de Docencia Universitaria*, 3(2). Recuperado a partir de <http://revistas.um.es/redu/article/view/10191>
- Nash, T. R., Yang, S., & Inman, J. C. (2015). Growing a thicker skin: an exercise for measuring organismal adaptations to terrestrial habitats. *The American Biology Teacher*, 77(6), 426-431. <http://doi.org/10.1525/abt.2015.77.6.426>
- Organización Mundial de la Salud. (2002). *Informe sobre la salud en el mundo 2002. Reducir los riesgos y promover una vida sana* (p. 165). Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Recuperado a partir de <http://www.who.int/whr/2002/es/>
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. <http://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Pérez-Urria Carril, E. (2010). Una propuesta de Aprendizaje Basado en Problemas de Fisiología Vegetal. Estudio de casos. Mapas conceptuales. Infografías. *Reduca (Biología)*, 3(2), 18-31.
- Perrenet, J. C., Bouhuijs, P. A. J., & Smits, J. G. M. M. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358. <http://doi.org/10.1080/713699144>
- Piccoli, G., Ahmad, R., & Ives, B. (2001). Web-Based virtual learning environments: a research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic IT skills training. *MIS Quarterly*, 25(4), 401-426. <http://doi.org/10.2307/3250989>
- Pierpoint, W. S. (1994). Salicylic acid and its derivatives in plants: medicines, metabolites and messenger molecules. *Advances in Botanical Research*, 20, 163-235.
- Pita Fernández S. & Pértega Díaz S. (2001). Significancia estadística y relevancia clínica. *Investigación: Significación estadística y relevancia clínica*, 1-7.



- Prokop, P., Prokop, M., & Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology boring? Student attitudes toward biology. *Journal of Biological Education*, 42(1), 36-39. <http://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656105>
- Prokop, P., Tuncer, G., & Chudá, J. (2007). Slovakian students' attitudes toward Biology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 287-295.
- Quijas, S., Schmid, B., & Balvanera, P. (2010). Plant diversity enhances provision of ecosystem services: A new synthesis. *Basic and Applied Ecology*, 11(7), 582-593. <http://doi.org/10.1016/j.baae.2010.06.009>
- Randler, C., Osti, J., & Hummel, E. (2012). Decline in interest in Biology among elementary school pupils during a generation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(3), 201-205.
- Raskin, I., Ribnicky, D. M., Komarnytsky, S., Ilic, N., Poulev, A., Borisjuk, N., Brinker, A., Moreno, D. A., Ripoll, C., Yakoby, N., O'Neal, J. M., Cornwell, T., Pastor, I. & Fridlender, B. (2002). Plants and human health in the twenty-first century. *Trends in Biotechnology*, 20(12), 522-531. [http://doi.org/10.1016/S0167-7799\(02\)02080-2](http://doi.org/10.1016/S0167-7799(02)02080-2)
- Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8(0), 9-19.
- Romera-Iruela, M. J. (2011). La investigación-acción en la formación del profesorado. *Revista española de Documentación Científica*, 34(4), 597-614. <http://doi.org/10.3989/redc.2011.4.836>
- Ruiz Ortega, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60.
- Seisdedos, L., Gil, S. P., Pascualides, A. L., & Cerana, M. M. (2009). Atlas multimedia para la enseñanza-aprendizaje de la anatomía vegetal. *Educere: Investigación Arbitrada*, (46), 701-708.
- Shurin, J. B., Borer, E. T., Seabloom, E. W., Anderson, K., Blanchette, C. A., Broitman, B., Cooper, S. D. & Halpern, B. S. (2002). A cross-ecosystem comparison of the strength of trophic cascades. *Ecology Letters*, 5(6), 785-791. <http://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2002.00381.x>
- Silgado Herrero, A., & Tardón Díaz, A. (2010). *Biología y Geología. 1º Bachillerato*. Ministerio de Educación. Recuperado a partir de <https://books.google.es/books?id=BQ8bAgAAQBAJ&pg=PA234&lpg=PA234&dq=adaptaciones+plantas+bachillerato&source=bl&ots=nX69Zff5Eq&sig=tJLf9Em5dx6W2yWyv->



Ys65YEW7k&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjg0deT0tHKAhUKVRQKHZOAC9sQ6AEIYTAM
#v=onepage&q=adaptaciones%20plantas%20bachillerato&f=false

Stein, M., McNair, S., & Butcher, J. (2000). Drawing on student understanding: using illustrations to invoke deeper thinking about animals. *ResearchGate*. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/publication/234756178_Drawing_on_Student_Understanding_Using_Illustrations_To_Invoke_Deeper_Thinking_about_Animals

Strgar, J. (2007). Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42(1), 19-23. <http://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656102>

Swerdlow, J. L. (2000). *Nature's Medicine: Plants that heal*. National Geographic Society.

Teacher, A. G. F., Griffiths, D. J., Hodgson, D. J., & Inger, R. (2013). Smartphones in ecology and evolution: a guide for the app-rehensive. *Ecology and Evolution*, 3(16), 5268-5278. <http://doi.org/10.1002/ece3.888>

Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., Erasmus, B., de Siqueira, M., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A., Midgley, G. F., Miles, L., Ortega-Huerta, M., Townsend Peterson, A., Phillips, O. L. & Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427(6970), 145-148. <http://doi.org/10.1038/nature02121>

Tunncliffe, S. D., & Reiss, M. J. (2000). Building a model of the environment: how do children see plants? *Journal of Biological Education*, 34(4), 172-177. <http://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655714>

Valero Mora, P. M. (2008). Bloque IV: Introducción a la inferencia estadística.

Van Vuuren, D. P., Sala, O. E., & Pereira, H. M. (2006). The future of vascular plant diversity under four global scenarios. *Ecology and Society*, 11(2), 1-19.

Worm, B., Barbier, E. B., Beaumont, N., Duffy, J. E., Folke, C., Halpern, B. S., Jackson, J., Lotze, H. K., Micheli, F., Palumbi, S., Sala, E., Selkoe, K., Stachowicz, J. & Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787-790. <http://doi.org/10.1126/science.1132294>



Webgrafía

- [1] Organización Mundial de la Salud. (2004). Fomento del consumo mundial de frutas y verduras. [Web]. Recuperado 28 de mayo de 2016, a partir de <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html>
- [2] Van der Bie, J., Van der Mark, M., & Vijn, V. (2010). Boskoi [Aplicación]. Recuperado 4 de junio de 2016, a partir de <http://boskoi.org/>
- [3] MIT App Inventor 2. (2016). MIT App Inventor 2 | Create apps [Herramienta de creación online]. Recuperado 9 de junio de 2016, a partir de <http://ai2.appinventor.mit.edu/>
- [4] MIT App Inventor. (2015). System Requirements | Explore MIT App Inventor [Web]. Recuperado 9 de junio de 2016, a partir de <http://appinventor.mit.edu/explore/content/system-requirements.html>
- [5] Santos Cuesta, J. (2016a). Descubre y aprende el Reino Vegetal [Blog]. Recuperado 10 de junio de 2016, a partir de <https://lacienciaenelaula.wordpress.com/descubre-y-aprende-el-reino-vegetal/>
- [6] Santos Cuesta, J. (2016b). La ciencia en el aula [Blog]. Recuperado 10 de junio de 2016, a partir de <https://lacienciaenelaula.wordpress.com/>
- [7] Santos Cuesta, J. (2016). Descubre y aprende el Reino Vegetal (Versión 1.8.1) [Android]. Granada. Recuperado 11 de junio de 2016 a partir de https://googledrive.com/host/0B_U7Zc7PoBM7Y3BfQnByb0k3ZDg/Reino%20Vegetal%20v1.8.1.apk
- [8] Arbo, M. (2013). Adaptaciones de las cormófitas [Web]. Recuperado 15 de mayo de 2016, a partir de http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema3/tema3_1adaptac.htm
- [9] Durán Leirado, J. E. (2012a). Adaptaciones de los vegetales a la falta de luz [Blog]. Recuperado 13 de abril de 2016 a partir de <http://morato1a.blogspot.com.es/2012/06/adaptaciones-de-los-vegetales-la-falta.html>
- [10] Durán Leirado, J. E. (2012b). Adaptación de los vegetales al clima árido [Blog]. Recuperado 13 de abril de 2016 a partir de <http://morato1a.blogspot.com.es/2012/06/adaptacion-de-los-vegetales-al-clima.html>
- [11] Durán Leirado, J. E. (2012c). Adaptaciones de los vegetales a climas fríos [Blog]. Recuperado 13 de abril de 2016 a partir de <http://morato1a.blogspot.com.es/2012/06/adaptaciones-de-los-vegetales-climas.html>
- [12] Durán Leirado, J. E. (2012d). Adaptaciones de los vegetales al medio acuático [Blog]. Recuperado 13 de abril de 2016 a partir de <http://morato1a.blogspot.com.es/2012/06/plantas-acuaticas-las-plantas-acuaticas.html>
- [13] Escuelapedia. (2012). Tropismos [Blog]. Recuperado 13 de abril de 2016 a partir de <http://www.escuelapedia.com/tropismo/>
- [14] Tareasplus. (2015). Mecanismos de adaptación de los seres vivos [Web]. Recuperado 13 de abril de 2016, a partir de <https://aula.tareasplus.com/Tareasplus-/Aprendizaje-y-Conducta/Mecanismos-de-adaptacion-de-los-seres-vivos>
- [15] Kahoot! (2016). Kahoot! [Juego]. Recuperado 10 de junio de 2016, a partir de <https://kahoot.it/#/>
- [16] Centro de Humanidades y Computación de la Universidad de Victoria. (2013). Hot Potatoes [Software]. Recuperado 14 de mayo de 2016, a partir de <https://hotpot.uvic.ca/>

ANEXOS





Anexos

Anexo 1: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables para 1º, 3º y 4º ESO

1º y 3º ESO		
Bloque 1 “Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica”		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
La metodología científica. Características básicas.	1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto preciso y adecuado a su nivel.	1.1. Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito.
Bloque 3 “La biodiversidad en el planeta Tierra”		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Plantas: Musgos, helechos, gimnospermas y angiospermas. Características principales, nutrición, relación y reproducción.	7. Determinar a partir de la observación las adaptaciones que permiten a los animales y a las plantas sobrevivir en determinados ecosistemas.	7.1. Identifica ejemplares de plantas y animales propios de algunos ecosistemas o de interés especial por ser especies en peligro de extinción o endémicas. 7.2. Relaciona la presencia de determinadas estructuras en los animales y plantas más comunes con su adaptación al medio.
Bloque 7 “Proyecto de investigación”		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Proyecto de investigación en equipo.	1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico. 2. Elaborar hipótesis y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y la argumentación. 3. Utilizar fuentes de información variada, discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para su obtención.	1.1. Integra y aplica las destrezas propias del método científico. 2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone. 3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.



4º ESO

Bloque 3 “Ecología y medio ambiente”

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>Estructura de los ecosistemas.</p> <p>Factores limitantes y adaptaciones. Límite de tolerancia.</p>	<p>1. Categorizar a los factores ambientales y su influencia sobre los seres vivos.</p> <p>2. Reconocer el concepto de factor limitante y límite de tolerancia.</p> <p>3. Identificar las relaciones intra e interespecíficas como factores de regulación de los ecosistemas.</p> <p>5. Comparar adaptaciones de los seres vivos a diferentes medios, mediante la utilización de ejemplos.</p>	<p>1.1. Reconoce los factores ambientales que condicionan el desarrollo de los seres vivos en un ambiente determinado, valorando su importancia en la conservación del mismo.</p> <p>2.1. Interpreta las adaptaciones de los seres vivos a un ambiente determinado, relacionando la adaptación con el factor o factores ambientales desencadenantes del mismo.</p> <p>3.1. Reconoce y describe distintas relaciones y su influencia en la regulación de los ecosistemas.</p> <p>5.1. Reconoce los diferentes niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas, valorando la importancia que tienen para la vida en general el mantenimiento de las mismas.</p>

Bloque 4 “Proyecto de investigación”

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>Proyecto de investigación.</p>	<p>1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico.</p> <p>2. Elaborar hipótesis y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y la argumentación.</p> <p>3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.</p>	<p>1.1. Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia.</p> <p>2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.</p> <p>3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.</p>



Anexo 2: *Objetivos generales de Bachillerato alcanzados con el uso de la aplicación*

Según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2015), en su artículo 25, página 188, se exponen los objetivos generales que se han de alcanzar durante la etapa de Bachillerato. De ellos, se potenciará el alcance de los siguientes, gracias a las actividades planteadas en este trabajo:

- a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española, así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.
- g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
- l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.



Anexo 3: Autorización para uso de teléfono móvil en el aula

AUTORIZACIÓN PARA USO DE TELÉFONO MÓVIL EN EL AULA

Don/Doña _____,
con DNI _____, padre/madre/tutor legal del alumno/a
_____.

AUTORIZA:

mediante el presente documento, al uso, por parte del alumno/a, del teléfono móvil con fines didácticos, durante la(s) clase(s) de la asignatura _____, impartida por el/la profesor/a Don/Doña _____, en la(s) fecha(s) siguiente(s):

<p>Día(s):</p> <p>Hora(s):</p>

A tales efectos, acepta que asume toda la responsabilidad de las consecuencias derivadas del uso del teléfono en clase por parte del alumno/a arriba indicado.

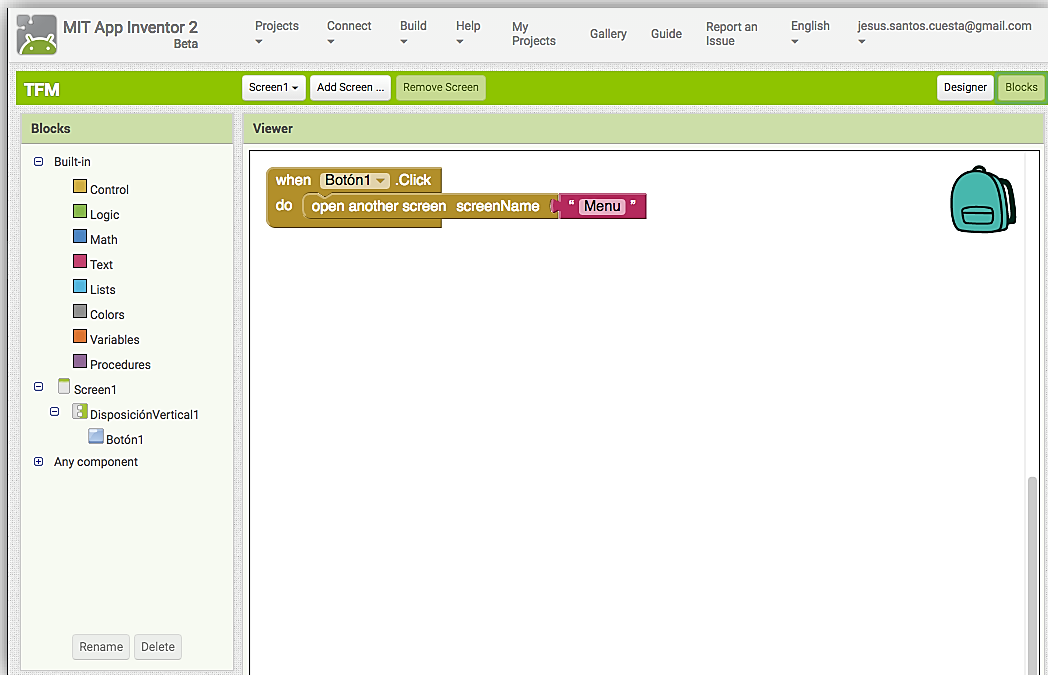
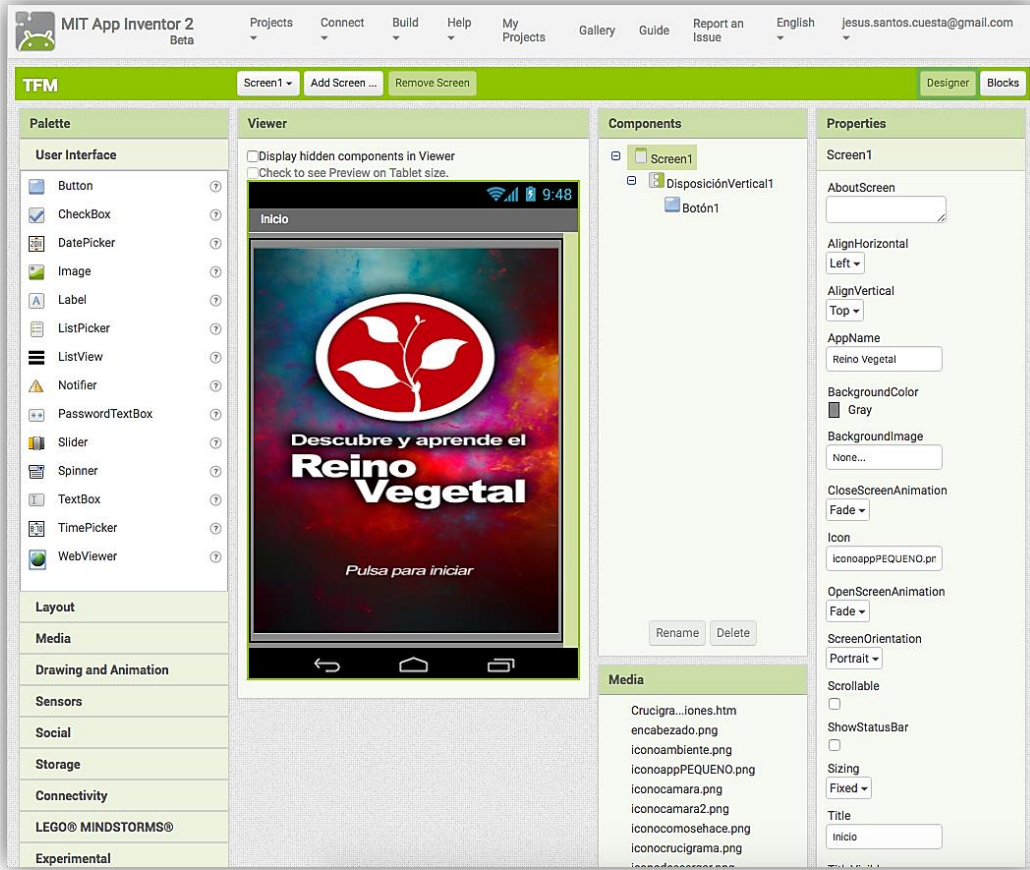
Y para que conste como tal, extiende firma:

En _____, a _____ de _____ de 20____

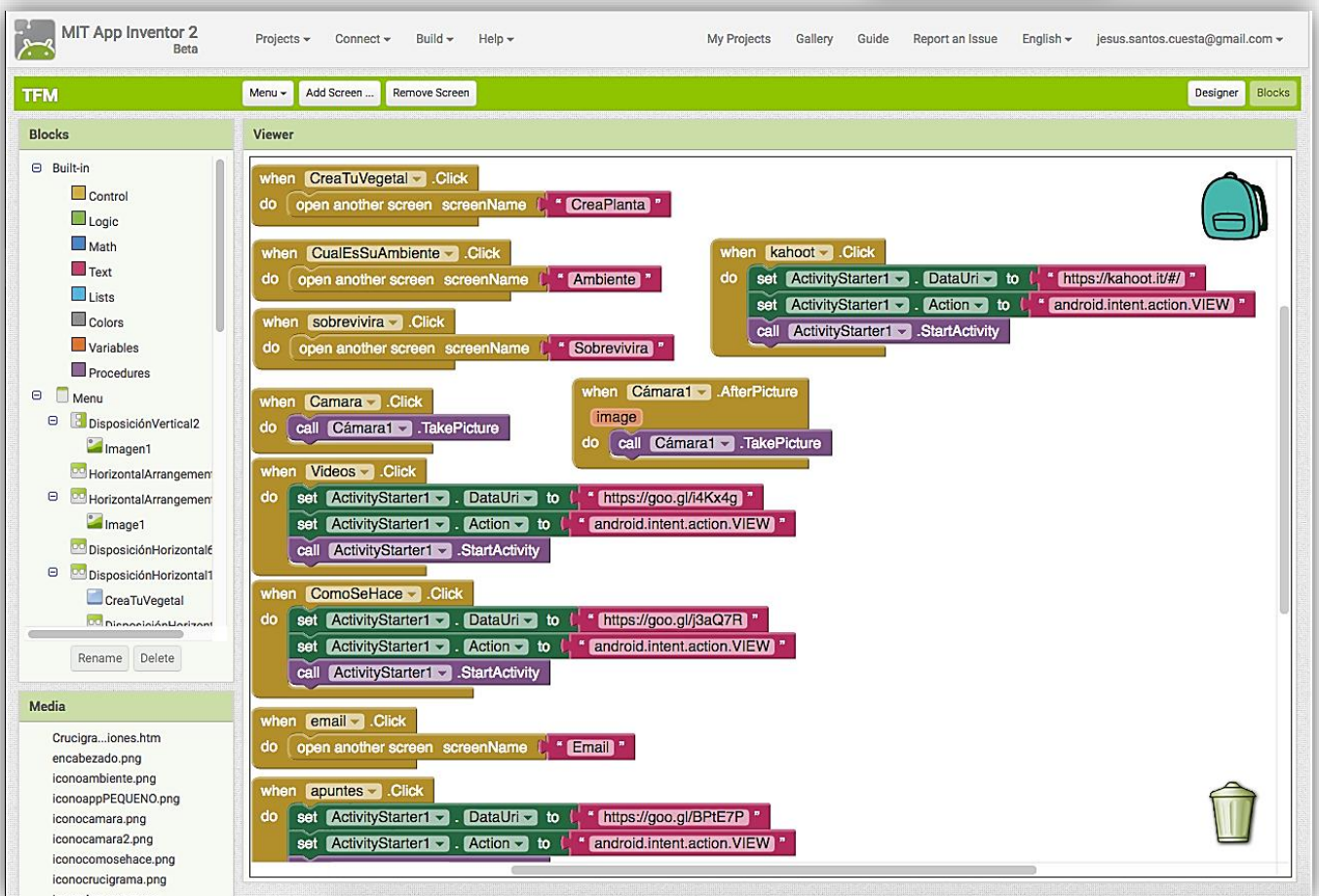
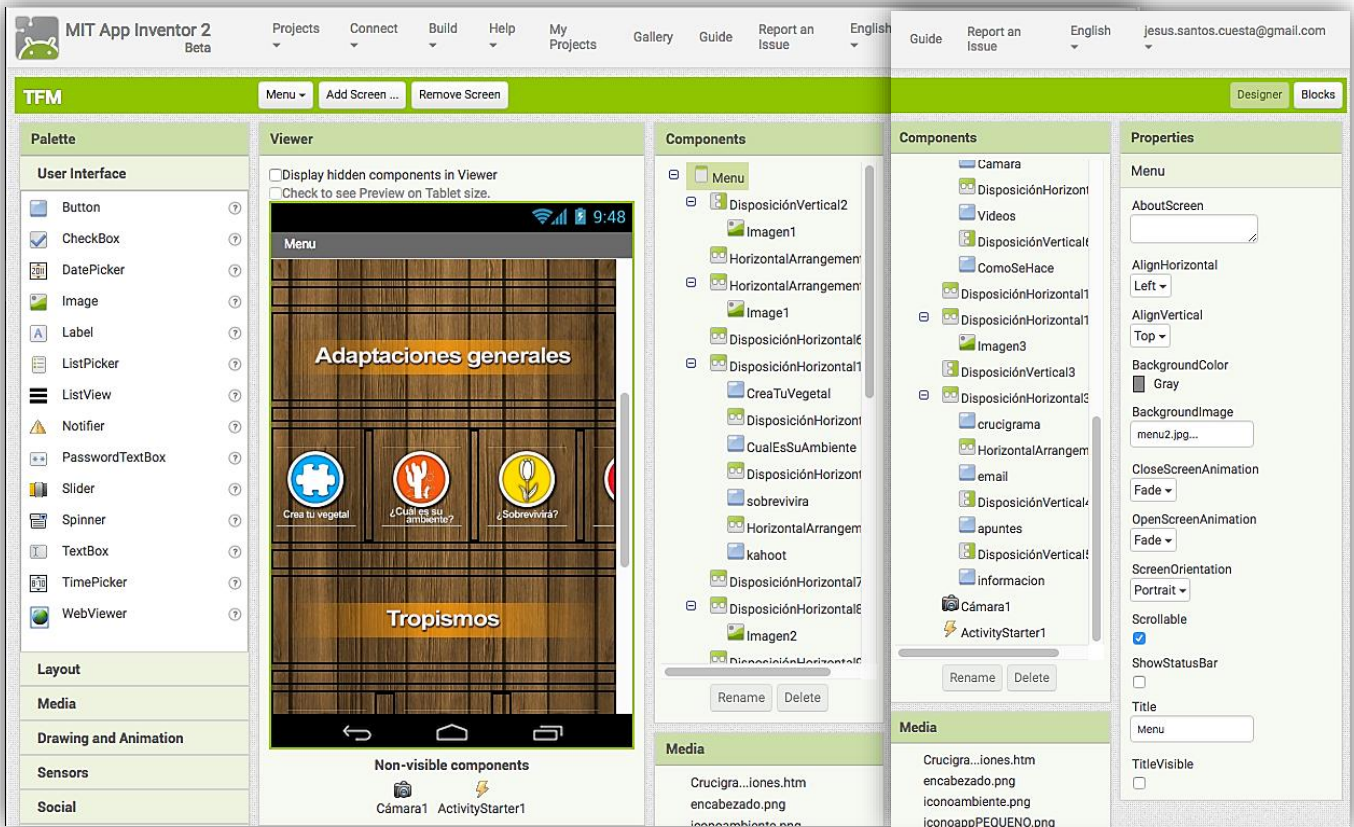
Fdo. _____

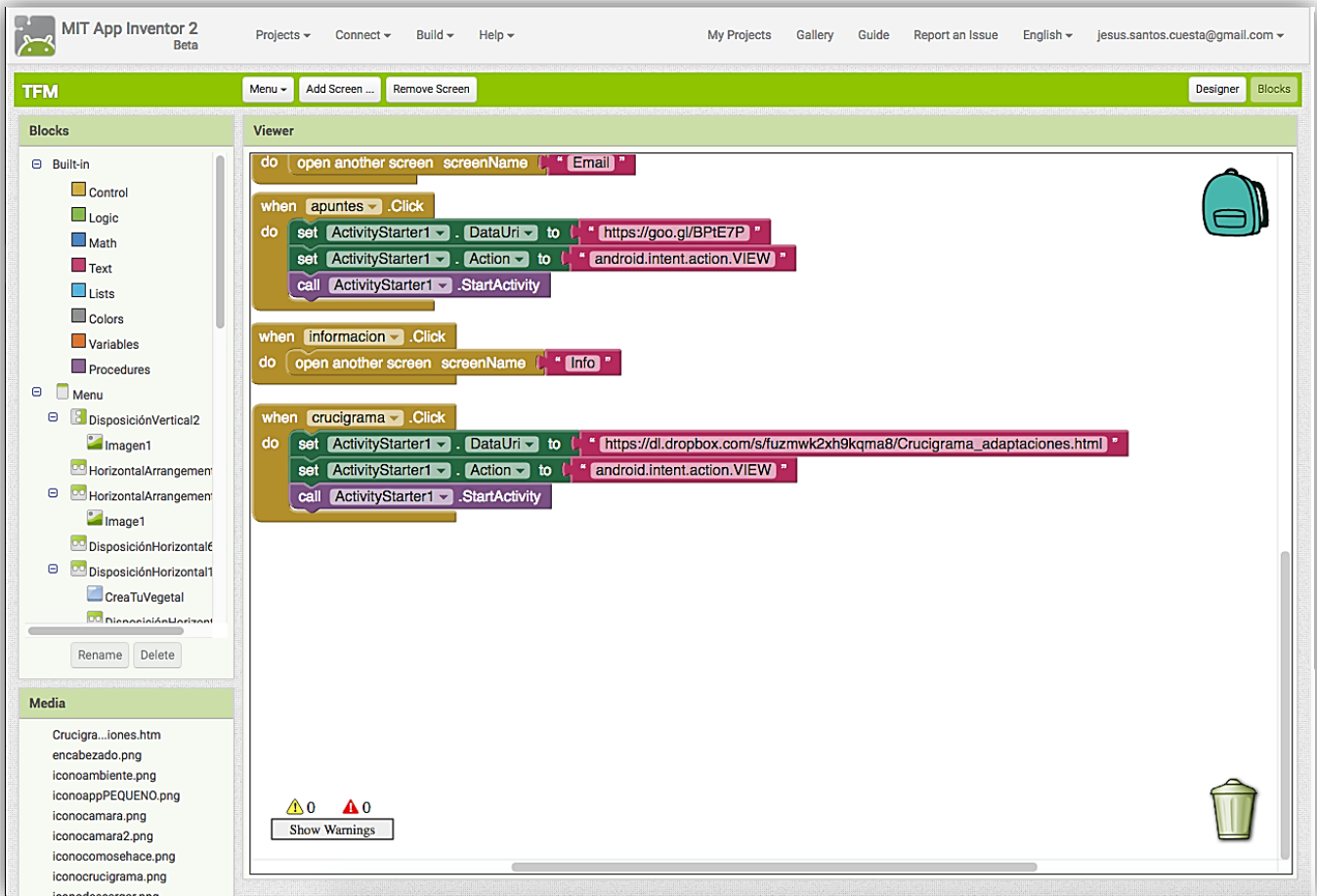
Anexo 4: Características técnicas y estructurales de la aplicación

Pantalla de bienvenida



Menú principal



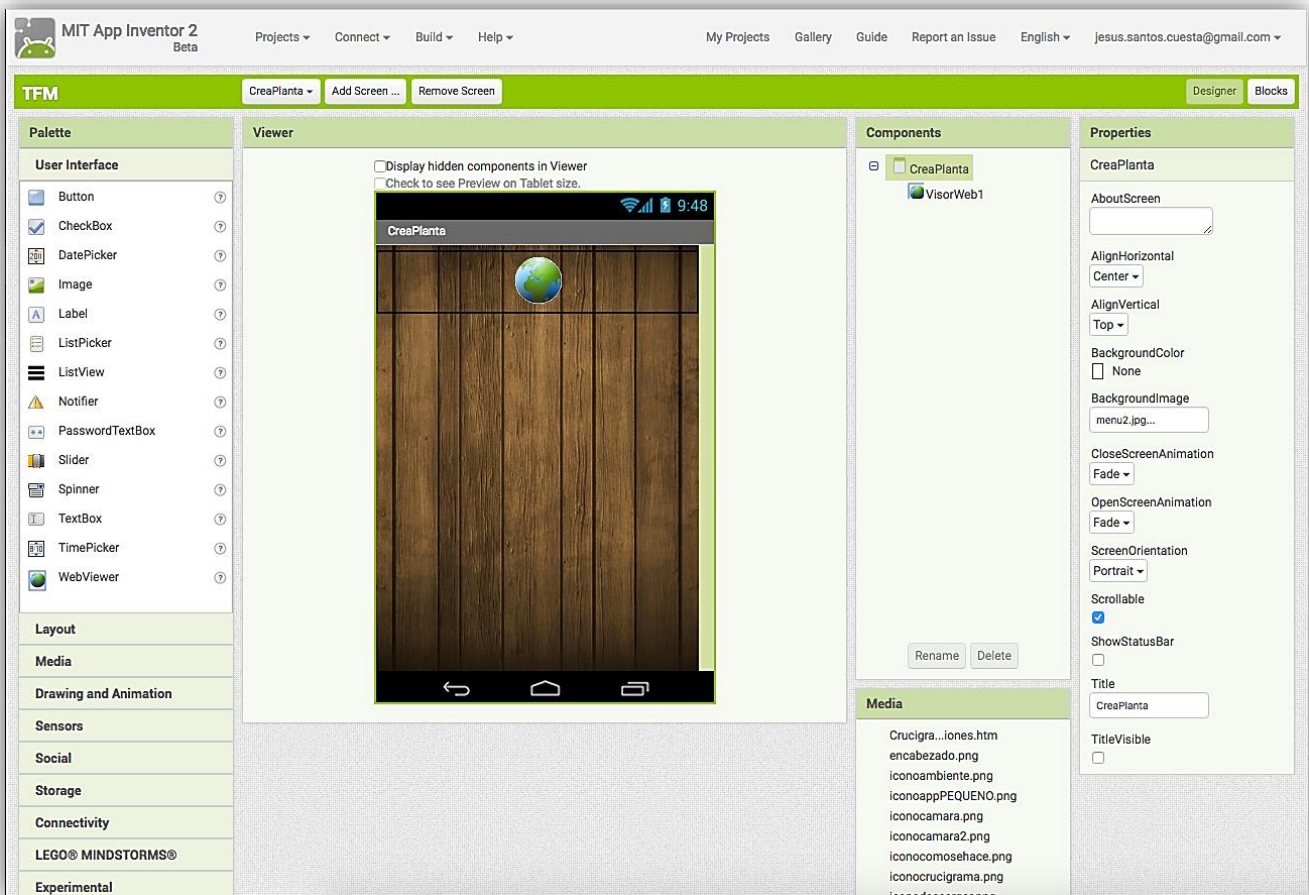


The screenshot shows the MIT App Inventor 2 Beta interface. The top navigation bar includes 'Projects', 'Connect', 'Build', and 'Help'. The main workspace is divided into a 'Blocks' palette on the left and a 'Viewer' area on the right. The 'Blocks' palette is categorized into 'Built-in' (Control, Logic, Math, Text, Lists, Colors, Variables, Procedures), 'Menu', and 'Media'. The 'Viewer' area displays three event-driven code blocks:

- When apuntes .Click:** A 'do' block containing 'set ActivityStarter1 . DataUri to "https://goo.gl/BPtE7P"', 'set ActivityStarter1 . Action to "android.intent.action.VIEW"', and 'call ActivityStarter1 .StartActivity'.
- When informacion .Click:** A 'do' block containing 'open another screen screenName "Info"'.
- When crucigrama .Click:** A 'do' block containing 'set ActivityStarter1 . DataUri to "https://dl.dropbox.com/s/fuzmwk2xh9kqma8/Crucigrama_adaptaciones.html"', 'set ActivityStarter1 . Action to "android.intent.action.VIEW"', and 'call ActivityStarter1 .StartActivity'.

At the bottom of the Viewer area, there are warning icons (0 yellow and 0 red) and a 'Show Warnings' button. A trash can icon is also visible in the bottom right corner of the Viewer area.

Actividad "Crea tu vegetal" (igual para "¿Cuál es su ambiente?" y "¿Sobrevivirá?")

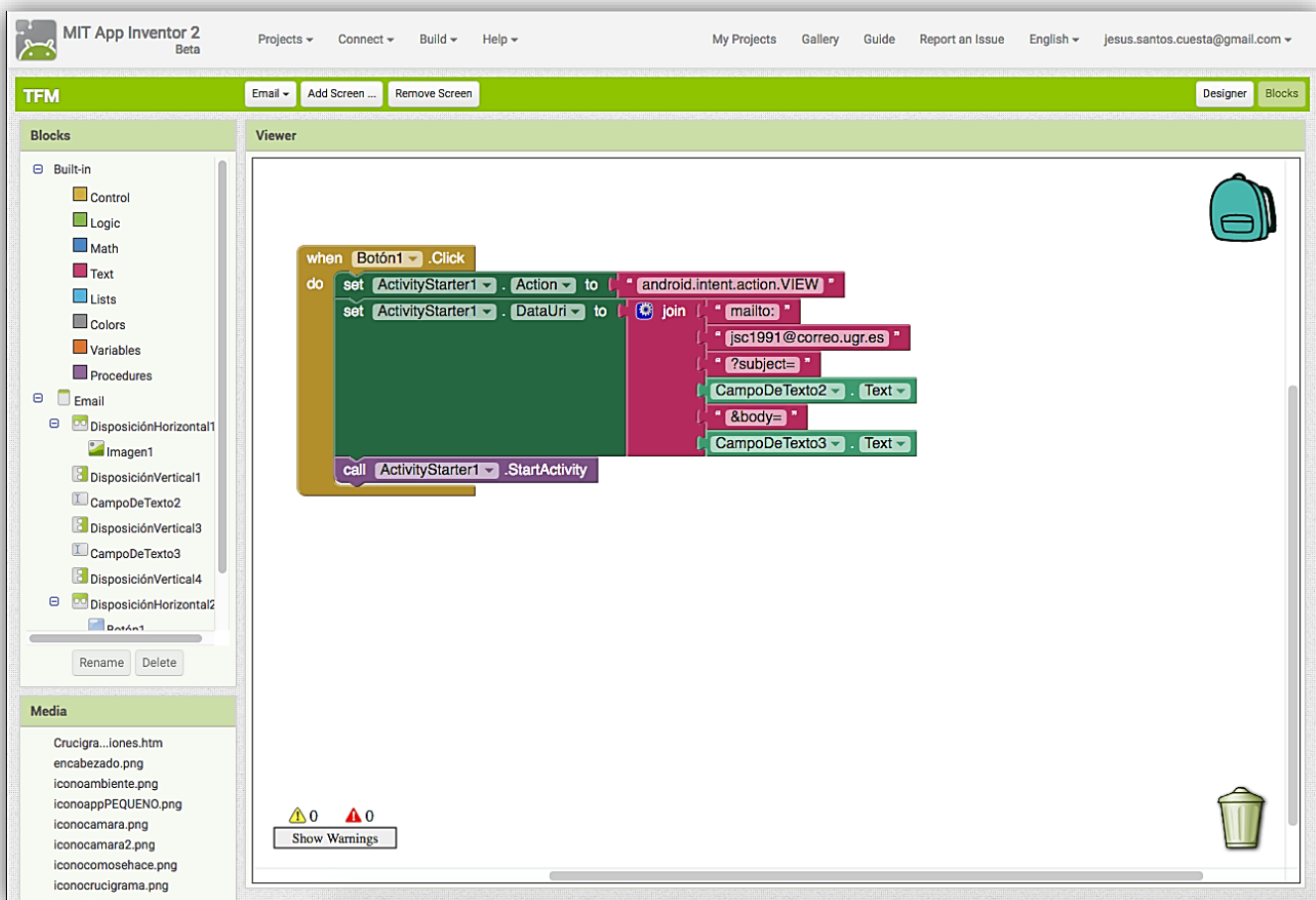
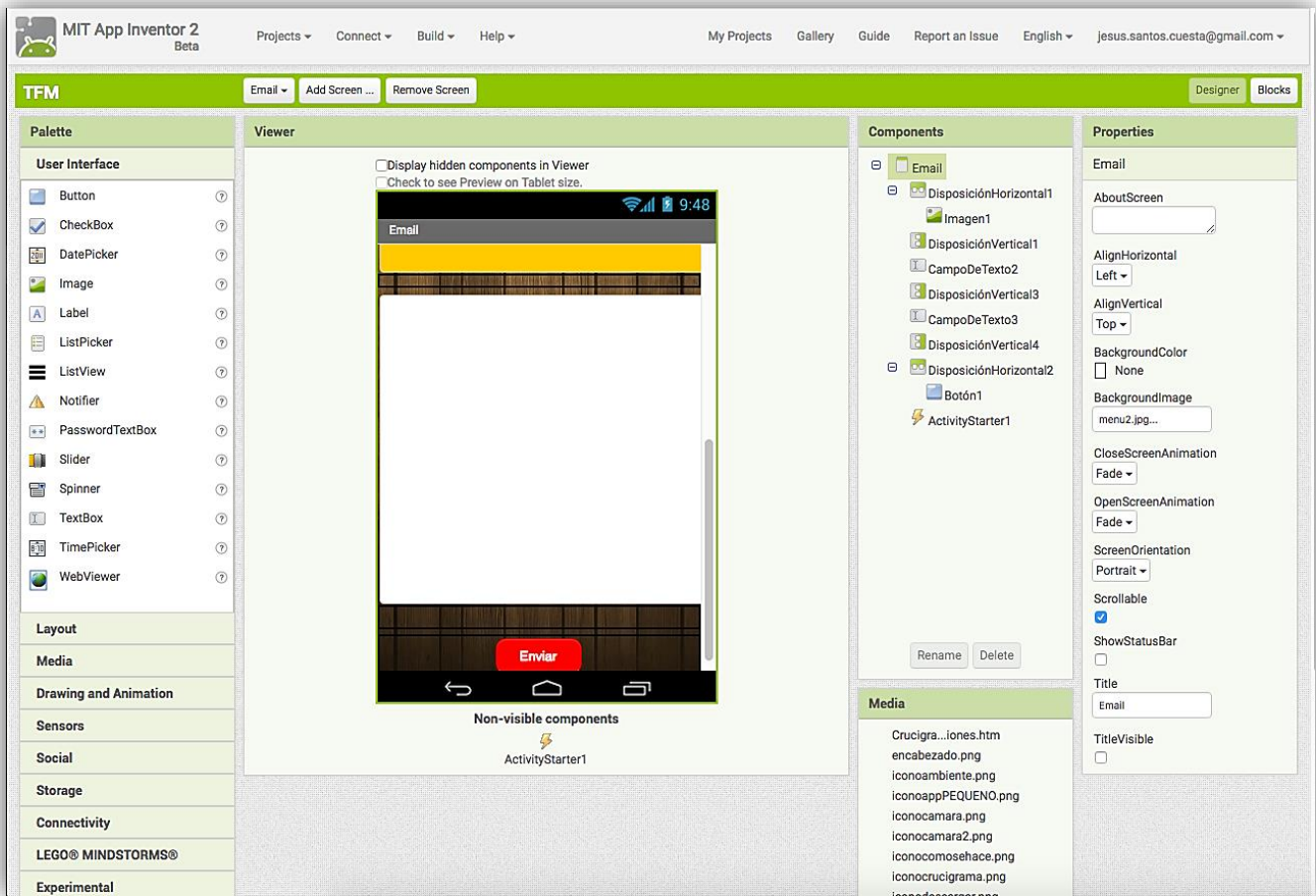


The screenshot shows the MIT App Inventor 2 Beta interface in Designer mode. The top navigation bar is the same as in the previous screenshot. The main workspace is divided into four panels:

- Palette:** A list of UI components categorized into 'User Interface' (Button, CheckBox, DatePicker, Image, Label, ListPicker, ListView, Notifier, PasswordTextBox, Slider, Spinner, TextBox, TimePicker, WebViewer), 'Layout', 'Media', 'Drawing and Animation', 'Sensors', 'Social', 'Storage', 'Connectivity', 'LEGO® MINDSTORMS®', and 'Experimental'.
- Viewer:** A central preview window showing a mobile app interface with a dark wood background and a globe icon. Above the preview, there are checkboxes for 'Display hidden components in Viewer' and 'Check to see Preview on Tablet size'. The status bar at the top of the preview shows 'CreaPlanta', signal strength, Wi-Fi, battery, and the time '9:48'.
- Components:** A list of components currently on the screen, including 'CreaPlanta' and 'VisorWeb1'. Below the list are 'Rename' and 'Delete' buttons.
- Properties:** A panel for configuring the selected component, 'CreaPlanta'. It includes fields for 'AboutScreen', 'AlignHorizontal' (Center), 'AlignVertical' (Top), 'BackgroundColor' (None), 'BackgroundImage' (menu2.jpg...), 'CloseScreenAnimation' (Fade), 'OpenScreenAnimation' (Fade), 'ScreenOrientation' (Portrait), 'Scrollable' (checked), 'ShowStatusBar' (unchecked), 'Title' (CreaPlanta), and 'TitleVisible' (unchecked).

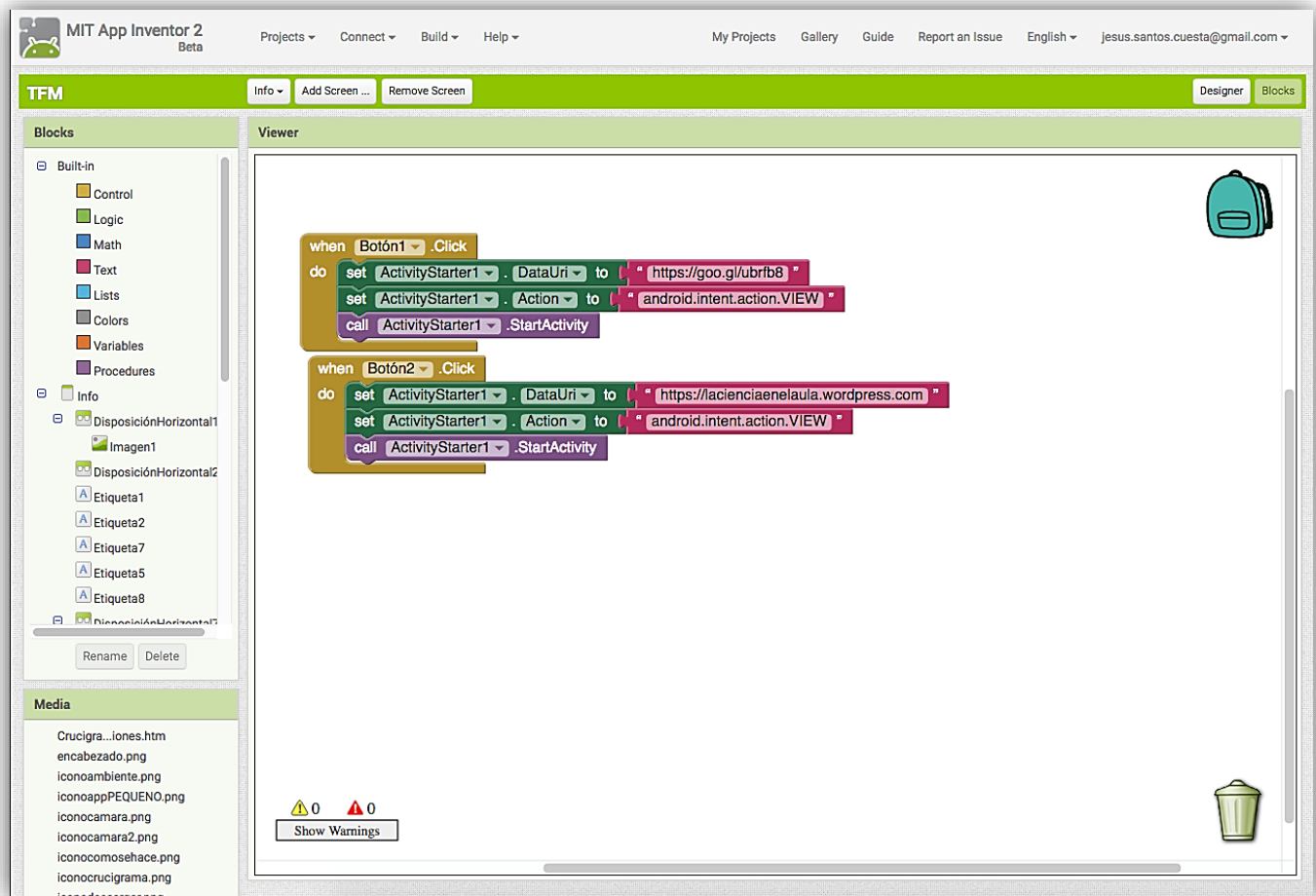
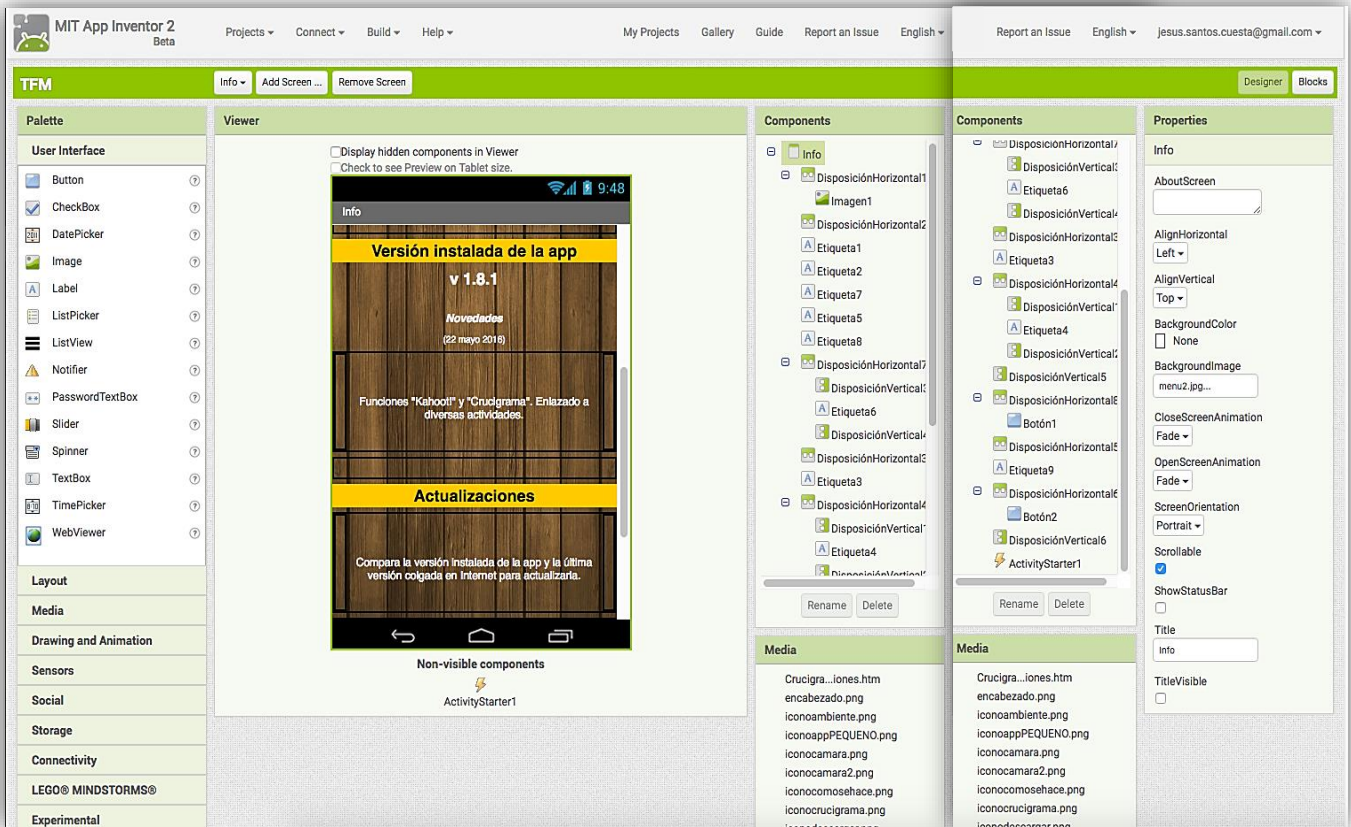
The 'Media' panel at the bottom of the Components section lists various image assets, including 'Crucigra...iones.htm', 'encabezado.png', 'iconoambiente.png', 'iconoappPEQUENO.png', 'iconocamara.png', 'iconocamara2.png', 'iconocomosehace.png', 'iconocrucigrama.png', and 'iconodescarcar.png'.

E-mail





Información





La herramienta web, permite la descarga de un archivo con extensión .aia que puede ser importado a la cuenta personal en la herramienta. Esto permite que pueda modificarse cualquier aspecto de la aplicación por todo aquel usuario que posea este archivo.

Por ello, en la siguiente dirección web, puede descargarse este archivo para que cualquier docente que quiera utilizar la aplicación y modificarla, pueda hacerlo en su totalidad. La dirección web de descarga es:

https://drive.google.com/file/d/0B_U7Zc7PoBM7ZmVZa1Y4bzRSSWc/view?usp=sharing

Por otro lado, para que cada docente pueda tener su propia hoja de resultados de sus alumnos y modificar cada actividad según considere oportuno para las necesidades de su alumnado, se adjuntan a continuación, los enlaces a los distintos cuestionarios de las actividades. Cada profesor, debe adjuntarlo en su cuenta de Google Drive, realizar una copia y modificar dicha copia. Después, debe cambiar la url enlazada en la pantalla de las actividades *Crea tu vegetal*, *¿Cuál es su ambiente?* y *¿Sobrevivirá?*, por la url de cada formulario copiado y editado por cada docente. De esta manera, obtendrá cada uno una hoja propia de respuestas de sus alumnos.

Crea tu vegetal:

<https://drive.google.com/open?id=1zMGVfrZBujwH0c4ElQ8AP93xKdiUPH5tomYxegyeW-M>

¿Cuál es su ambiente?:

<https://drive.google.com/open?id=1Cu9HkaJ9Lx4Buf-x6GW9ZRYsli43jw5ikWnCiftp2E>

¿Sobrevivirá?:

https://drive.google.com/open?id=1BCb7IRIE8scsT4iSr_LMPuihomROC8eA45pANVXimCc



Anexo 5: Relación de preguntas creadas en Kahoot!

A continuación, se muestran capturas de pantalla con las preguntas que componen el juego. Han sido redactadas por el autor de este trabajo. Sin embargo, uno de los aspectos positivos de esta actividad es que cada profesor puede redactar las suyas propias sin necesidad de programar la aplicación.





Las resinas aíslan del calor

Full Screen

Skip

Verdadero

Falso

¿En qué ambiente vivirá una planta que presenta cámaras de aire?

Full Screen

Skip



Desértico

Falta de luz

Frío

Acuático

Las plantas que viven sobre otras son...

Full Screen

Skip



Trepadoras

Hidrófitas

Epífitas

Xerófitas

Hojas transformadas en espinas es típico de vegetales de ambiente...

Full Screen

Skip



Falta de luz

Frío

Acuático

Desértico

Anexo 6: Rúbricas de evaluación y criterios de calificación

a) Rúbrica de los estándares de aprendizaje evaluables específicos

Indicadores o estándares de aprendizaje específicos a evaluar	Niveles de logro				Criterio de calificación
	Nivel D (1 punto) INSUFICIENTE	Nivel C (2 puntos) SUFICIENTE	Nivel B (3 puntos) BIEN NOTABLE BAJO	Nivel A (4 puntos) NOTABLE ALTO SOBRESALIENTE	
1. Explica los distintos tipos de adaptaciones existentes en plantas, dependiendo del ambiente en el que viven, y según las partes del vegetal. (CL, CMCT).	Exposición	X			10 %
	Creación planta	X			
	Diseño experimental y presentación de resultados				
	Prueba escrita	X			
	Observación	X			
2. Diferencia y reconoce las diferentes adaptaciones, tanto morfológicas como moleculares, que presentan las plantas según su zona de desarrollo y crecimiento. (CMCT).	Exposición				15 %
	Creación planta				
	Diseño experimental y presentación de resultados				
	Prueba escrita	X			
	Observación	X			
3. Relaciona las adaptaciones vegetales con las características del ambiente que favorecerá el desarrollo de éstas. (CMCT, CAA).	Exposición				25 %
	Creación planta				
	Diseño experimental y presentación de resultados				
	Prueba escrita	X			
	Observación	X			



4. Conoce la influencia de las actividades humanas sobre el ambiente y sus principales consecuencias en la adaptación de las especies vegetales a los cambios producidos. (CMCT, CEC, CSYC).		X			No conoce ninguna adaptación en los vegetales de la zona que le rodea, causada por la actividad humana.	Conoce alguna adaptación en los vegetales de la zona que le rodea, causada por la actividad humana.	Conoce la mayoría de las adaptaciones en los vegetales de la zona que le rodea, causadas por la actividad humana.	Conoce todas las adaptaciones en los vegetales de la zona que le rodea, causadas por la actividad humana.	10 %
5. Conoce el significado de tropismo y los distintos tipos existentes de este proceso fisiológico vegetal con ejemplos. (CMCT).		X	X		No sabe definir correctamente tropismo ni ningún tipo de los existentes.	Define tropismo de manera correcta y conoce 1 tipo de los existentes.	Sabe definir correctamente tropismo y conoce de 2 a 4 tipos de tropismos.	Define tropismo de manera correcta y sabe más de 4 tipos de tropismos.	10 %
6. Diferencia entre tropismos dependiendo del estímulo que los genera. (CMCT).	X	X	X		No diferencia ningún tropismo según su estímulo.	Diferencia de 1 a 2 tropismos por sus estímulos.	Distingue de 3 a 4 tropismos por sus estímulos.	Diferencia 5 o más tropismos por sus estímulos.	15 %
7. Describe los cambios morfológicos que se producen por los distintos estímulos que dan lugar a tropismos. (CL, CMCT).	X	X	X		No describe de manera correcta los cambios morfológicos por los tropismos, o no los describe.	Describe solo algunos cambios morfológicos generados por los tropismos correctamente.	Explica correctamente la mayoría de cambios morfológicos que han sido causados por los tropismos.	Detalla todos los cambios morfológicos que generan los tropismos en una planta de manera correcta.	15 %
Competencias clave									
CL (Competencia lingüística), CMCT (Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología), CD (Competencia digital), CSYC (Competencias sociales y cívicas), CAA (Aprender a Aprender), CSIEE (Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor), CEC (Conciencia y expresiones culturales).									



b) Rúbrica para la evaluación de experimentos y vídeos sobre tropismos

Aspectos	Niveles de logro			
	Nivel D (0 puntos)	Nivel C (1 punto)	Nivel B (2 puntos)	Nivel A (3 puntos)
Aspecto a experimentar	No define sobre lo que se va a experimentar.	Define con muchas dificultades sobre lo que se va a experimentar.	Expresa lo que se va a experimentar de manera no del todo clara.	Define clara y detalladamente sobre lo que se va a experimentar.
Materiales	No realiza una lista de materiales.	Crea una lista de materiales, aunque hay ausencia de la mayoría de los utilizados.	Crea un listado de materiales con la mayoría de los usados.	Realiza un listado riguroso de los materiales necesarios.
Hipótesis	No expresa la hipótesis.	Expresa la hipótesis, aunque cometiendo errores y omitiendo muchos factores.	Expresa la hipótesis con leves fallos y/u omite algunos factores.	Expresa perfectamente la hipótesis de trabajo y los factores influyentes.
Pasos a seguir	No redacta una lista de pasos a seguir y omite estos pasos.	Redacta una lista de procedimientos omitiendo muchos de los pasos a seguir.	Enumera la mayoría de los pasos a seguir para realizar el experimento.	Redacta minuciosamente el procedimiento a seguir para el experimento.
Variables	No describe ninguna variable.	Se mencionan algunas variables influyentes.	Se enuncian la mayoría de las variables.	Se describen todas las variables que influyen en el experimento detalladamente.
Resultados	No presenta los resultados.	Presenta por escrito y no del todo claros los resultados, o en un vídeo.	Presenta por escrito de forma clara los resultados o en un vídeo de fotos de manera correcta.	Presenta todos los resultados por escrito y en un vídeo de fotos de manera correcta y adecuadamente expresada.
Conclusiones	No enuncia conclusiones o no son válidas.	Llega a conclusiones no del todo correctas, aunque las enuncia claramente.	Alcanza conclusiones válidas, pero las expresa de forma poco clara.	Llega a conclusiones correctas y las enuncia adecuadamente.
Innovación experimental	No presenta innovaciones.	Realiza el experimento incluyendo algunas innovaciones.	Realiza el experimento con variaciones adecuadas, aunque no todas afectan a las conclusiones.	Realiza el experimento con elementos innovadores adecuados y relevantes para las conclusiones.
Expresión escrita	Expresión poco clara y con errores ortográficos y gramaticales.	Expresión clara y con errores ortográficos y gramaticales leves.	Expresión clara y sin fallos ortográficos ni gramaticales.	Expresión clara, sin fallos ortográficos ni gramaticales y lenguaje rico.
Diseño de vídeo y contenido	El vídeo no muestra evidencias del experimento y de los resultados.	Muestra parcialmente el desarrollo del experimento y las conclusiones.	El vídeo muestra los resultados y el proceso.	El vídeo muestra claramente los resultados y el proceso de manera creativa.
Elementos técnicos	El vídeo de resultados tiene mala calidad audiovisual.	El vídeo tiene una calidad audiovisual deficiente, pero se comprende el contenido.	El vídeo de resultados tiene una calidad audiovisual buena.	El vídeo tiene excelente calidad audiovisual e incorpora elementos creativos o innovadores.



c) Rúbrica para la evaluación de creaciones vegetales en papel

Aspectos	Niveles de logro			
	Nivel D (0 puntos)	Nivel C (1 punto)	Nivel B (2 puntos)	Nivel A (3 puntos)
Detalles visuales	No se distingue ninguna adaptación en el dibujo.	Muchas de las adaptaciones representadas no se distinguen.	Las adaptaciones dibujadas se distinguen en la mayoría de los casos.	Se distinguen de manera evidente las adaptaciones representadas y con detalles.
Justificación	Se explican incorrectamente o no se justifican las adaptaciones dibujadas.	Se justifican de manera parcial las adaptaciones dibujadas.	Se exponen con pequeños fallos las adaptaciones dibujadas.	Se explican claramente y con detalles las adaptaciones dibujadas.
Influencia humana en el ambiente	No se exponen consecuencias de manera correcta.	Se exponen de 1 a 2 consecuencias de manera correcta.	Se exponen de 3 a 4 consecuencias de manera correcta.	Se detallan más de 4 consecuencias de manera correcta.
Adaptaciones	No aparecen adaptaciones correctas en el dibujo.	De las adaptaciones que aparecen en el dibujo, al menos la mitad son incorrectas.	De las adaptaciones representadas más de la mitad o casi todas son correctas.	Todas las adaptaciones representadas son correctas.

d) Rúbrica para la evaluación de exposiciones

Aspectos	Niveles de logro			
	Nivel D (1 punto)	Nivel C (2 puntos)	Nivel B (3 puntos)	Nivel A (4 punto)
Volumen	Usa un volumen muy alto o muy bajo siempre.	Generalmente usa un volumen muy alto muy bajo.	Usa un volumen adecuado normalmente, pero en ocasiones eleva la voz o baja la voz en exceso.	Usa un volumen adecuado en toda la exposición.
Postura	Adopta una postura poco relajada, o dinámica ni respetuosa.	A veces adopta una postura correcta, relajada y dinámica.	Ocasionalmente presenta una postura poco correcta.	Postura relajada, respetuosa y dinámica siempre.
Contacto visual	No tiene contacto visual con el auditorio y presta demasiada atención a la presentación.	Generalmente mantiene la vista en la presentación y/o en pocos oyentes.	A menudo visualiza al auditorio, pero con menos frecuencia.	Está pendiente del auditorio con gran frecuencia.



Seguimiento del tema	Constantemente se descentra del tema.	A menudo trata temas distintos al de la presentación.	Divaga con otros temas no relacionados a veces.	Se centra siempre en el tema a desarrollar.
Vocalización	Vocalización muy deficiente casi siempre.	No se entiende gran parte de lo expresado a menudo.	En ocasiones puntuales tiene deficiencias en la vocalización.	Vocaliza y se entiende todo lo expresado verbalmente.
Límite de tiempo	Brevedad extrema o extensión excesiva (más de 5 minutos).	Se excede o acaba de 3 a 5 minutos.	Se excede o acaba antes en hasta 2 minutos.	Se ajusta perfectamente al tiempo disponible.
Contenido	Mayoritariamente el contenido no es el esperado.	Con frecuencia los temas no son los esperados.	Ocasionalmente trata temas no programados o no trata lo esperado.	Se ajusta al contenido programado.
Contestaciones a preguntas	Constantemente las respuestas son inadecuadas.	A menudo las respuestas no son adecuadas.	Puntualmente las respuestas no son adecuadas.	Contesta adecuadamente a las preguntas que se le formulan.
Entusiasmo	Expone monótonamente y sin interés.	Con frecuencia, muestra ausencia de entusiasmo.	A veces, expone de manera monótona.	Muestra energía e interés constantemente.
Pausas	No realiza pausas o de las que hace la mayoría son inapropiadas.	Muchas de las pausas dificultan la comprensión de la exposición.	Realiza pausas, pero algunas empeoran el entendimiento del contenido.	Realiza pausas para mejorar el entendimiento del contenido.
Vocabulario	Vocabulario poco apropiado casi siempre.	Uso de un vocabulario inapropiado a menudo.	Vocabulario poco correcto puntualmente.	Vocabulario correcto siempre.



Anexo 7: Cuestionario de conocimientos sobre adaptaciones y tropismos

Descubre y aprende el Reino Vegetal

Fecha: _____ Nombre: _____

Contesta si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones, de acuerdo con tus conocimientos sobre el tema tratado por las mismas:

	V	F
Las plantas no se mueven.		
Un individuo vegetal cualquiera que vive en un determinado sitio, puede sobrevivir en todos los ambientes.		
En lugares de temperaturas elevadas, las plantas suelen presentar succulencia, raíces profundas y tallos circulares.		
Si dejamos crecer una planta y luego la invertimos, su tallo y raíz mantienen iguales posiciones y no varían.		
Las espinas en cactus son adaptaciones para vivir en un clima árido.		
El tallo de un vegetal crece en contra de la dirección de la gravedad. Ocurre lo contrario con las raíces.		
En casa se puede experimentar con plantas.		
Los vegetales alteran la forma de su tallo para buscar luz.		
En lugares de escasa luz solar, las plantas son más bajas.		
Las plantas de lugares fríos son iguales que las que viven en zonas salinas.		
En zonas muy lluviosas, las plantas presentan hojas muy grandes y con perforaciones.		
Las plantas acuáticas apenas tienen raíces y toman los gases y nutrientes directamente del agua.		
Los cambios de las plantas según la gravedad se producen en períodos superiores a 1 año en todas las plantas.		
Si una planta se deforma según cambios en la dirección de la gravedad, al volver a la situación de partida, retoma su posición original.		
Sólo los animales son capaces de adaptarse de manera eficiente al medio en el que viven y las condiciones del momento.		
Las plantas pueden crecer sin suelo.		
En los vegetales existe función de relación, como en los animales.		
En los desiertos no hay apenas variedad de especies vegetales.		

