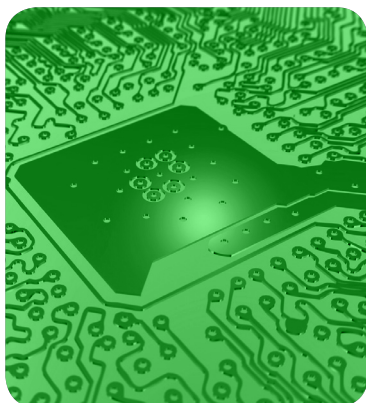
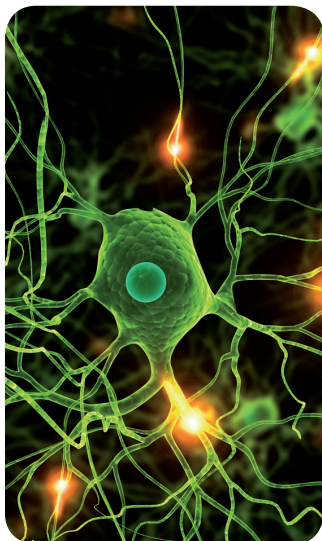


# MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación  
de Profesorado  
y Educación / 15-16

(MESOB)

Especialidad  
de Biología y Geología



**La metodología  
de resolución  
de problemas como  
investigación:  
propuesta realizada  
con alumnos  
de 1º E.S.O. para  
el tema de las plantas**  
*Beatriz Sanz Dehesa*

FACULTAD DE FORMACIÓN DE PROFESORADO Y EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID



Facultad de Formación  
de Profesorado y Educación



# La metodología de resolución de problemas como investigación: propuesta realizada con alumnos de 1ºESO para el tema de las plantas

---

Trabajo fin de máster 2015/16  
Máster en formación de profesorado de Educación  
Secundaria Obligatoria y Bachillerato  
(Biología y Geología)

Autora: Beatriz Sanz Dehesa

Tutora: Carmen Domínguez Díaz

Junio 2016

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 La educación científica .....	3
2.2 El aprendizaje basado en problemas .....	6
2.3 La metodología de resolución de problemas como investigación .....	8
<b>3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>9</b>
3.1 Planteamiento inicial .....	9
3.2 Objetivos .....	9
3.3 Muestra de la investigación .....	10
3.4 Metodología .....	11
3.5 Actividades realizadas .....	14
3.6 Tratamiento de los datos .....	18
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
4.1 Cuestionario inicial .....	20
4.2 Problemas y prácticas de laboratorio .....	26
4.3 Examen final .....	31
4.4 Cuestionario de opinión .....	33
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>6. PROPUESTAS DE MEJORA .....</b>	<b>44</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>46</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>49</b>
Anexo 1. Problema 1 .....	49

Anexo 2. Problema 2.....	50
Anexo 3. Hoja explicativa del trabajo .....	51
Anexo 4. Notas desglosadas GEXPE .....	52
Anexo 5. Práctica de laboratorio 1 .....	53
Anexo 6. Práctica de laboratorio 2 .....	54
Anexo 7. Notas desglosadas GCONT .....	56
Anexo 8. Cuestionario inicial.....	57
Anexo 9. Criterios de calificación del cuestionario inicial .....	60
Anexo 10. Examen final .....	61
Anexo 11. Examen final ACNEAE .....	63
Anexo 12. Cuestionario opinión MRPI .....	65
Anexo 13. Rúbrica problemas .....	67
Anexo 14. Rúbrica prácticas de laboratorio .....	68
Anexo 15. Resultados de las valoraciones de los alumnos en el cuestionario de opinión sobre la MRPI.....	69

## **1. INTRODUCCIÓN**

Con los avances en tecnología y el gran desarrollo actual de las redes sociales, los profesionales y responsables de la educación se están viendo obligados a buscar nuevas metodologías que lidien con los problemas relacionados con el rendimiento académico, la motivación o la convivencia del alumnado en los centros de enseñanza.

El nuevo reto del docente ante estos cambios es desarrollar la enseñanza de manera en que el alumno sea capaz de ser reflexivo, consciente y autorregular su propio aprendizaje.

Por otro lado, la educación científica en los centros escolares es un hecho que se considera fundamental para la posterior integración de los estudiantes en la sociedad actual. Ya no solo porque esté contemplado en el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria (MECD, 2014), sino porque la sociedad exige individuos cada vez más competentes y mejor adaptados, que conozcan y sepan desenvolverse en el mundo que les rodea.

Varias investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias han concluido que uno de los aspectos fundamentales para lograr una educación científica en la población es la inclusión de metodologías de tipo indagativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En vista del éxito resultante de la aplicación de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) en la enseñanza de las ciencias, el presente trabajo pretende comprobar si la aplicación de esta metodología da buenos resultados en la unidad didáctica de las plantas con alumnos de 1º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 La educación científica**

Educar en ciencias hoy en día es una necesidad que la sociedad y la vida cotidiana exige, no solo para comprender el mundo físico que nos rodea sino para desarrollar una actitud responsable y crítica ante acciones o hechos científicos (Mandujano, 2015).

Para ello, el sistema educativo español promueve el desarrollo del conocimiento científico, la metodología científica y el interés hacia la ciencia, a través de la competencia científica que se concreta en la orden ECD/65/2015, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación secundaria obligatoria de la siguiente manera (MECD, 2015):

*[...] Las competencias básicas en ciencia y tecnología son aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de los pueblos. Estas competencias contribuyen al desarrollo del pensamiento científico, pues incluyen la aplicación de los métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, que conducen a la adquisición de conocimientos, la contrastación de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social. [...] Para el adecuado desarrollo de las competencias en ciencia y tecnología resulta necesario abordar los saberes o conocimientos científicos relativos a la física, la química, la biología, la geología, las matemáticas y la tecnología, los cuales se derivan de conceptos, procesos y situaciones interconectadas. Se requiere igualmente el fomento de destrezas que permitan utilizar y manipular herramientas y máquinas tecnológicas, así como utilizar datos y procesos científicos para alcanzar un objetivo; es decir, identificar preguntas, resolver problemas, llegar a una conclusión o tomar decisiones basadas en pruebas y argumentos. Asimismo, estas competencias incluyen actitudes y valores relacionados con la asunción de criterios éticos asociados a la ciencia y a la tecnología, el interés por la ciencia, el apoyo a la investigación científica y la valoración del conocimiento científico [...].*

Para el apoyo y desarrollo de esta competencia científica ya desde los primeros cursos de educación secundaria, la LOMCE (Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa, 2013) incorporó al currículo de 1º de ESO para Biología y Geología un nuevo bloque de contenidos titulado "Proyecto de investigación". Con este bloque se espera que los alumnos sean capaces de:

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.
4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo.
5. Exponer, y defender en público el proyecto de investigación realizado.

Para evaluar internacionalmente la competencia científica en educación secundaria, la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) comenzó en el año 2000 el programa PISA (*Programme for International Student Assessment*) con el objetivo de analizar la situación de los alumnos de 15 años en diferentes competencias (lectora, matemáticas y ciencias) que se consideran esenciales en la educación. Tras las pruebas, que se realizan cada tres años, se elaboran unos informes detallando la situación entre los países evaluados.

Haciendo una revisión de los informes PISA hasta ahora publicados, se observa que la situación de la competencia científica en el sistema educativo español no obtiene buenos resultados en estas pruebas, situándose en todos estos estudios por debajo de la media de los 34 países de la OCDE y de los de la Unión Europea en conocimientos científicos.

De la puntuación media de 500 puntos, España ha obtenido 491 (PISA 2000), 487 (PISA 2003), 488 (PISA 2006), 488 (PISA 2009) y 496 en PISA 2012 para un valor medio de 501 puntos. En esta última prueba se observa cierta mejoría respecto a las anteriores, pero no deja de encontrarse por debajo de la media del resto de países. Por tanto, se pone de manifiesto la necesidad de poner medidas para mejorar la educación científica.

Las instituciones europeas, en materia educativa, y para abordar el bajo resultado e interés de los estudiantes por las ciencias, recomiendan enseñarlas de una manera indagativa (*Inquiry Based Science Education*, IBSE) como cambio metodológico necesario para mejorar la calidad e interés hacia la ciencia (Rocard *et al.*, 2007).

Ya en 2003, Handelsman y Wood definieron la enseñanza científica como una manera de enseñar en las aulas que utiliza los mismos principios que la investigación científica. Pero, no fue hasta 2006 cuando Handelsman, Miller y Pfund propusieron trasladar a la enseñanza los principios que definen la investigación y hacerla más rigurosa, reflexiva y evaluativa (Handelsman *et al.*, 2007).

La enseñanza científica emplea métodos que promueven la implicación de los estudiantes en su propio aprendizaje, lo que se conoce como aprendizaje activo. Michael (2006), define el aprendizaje activo como el proceso en el que los alumnos son responsables de su aprendizaje, no sólo mental sino también físicamente, por medio de actividades que conllevan recabar información, pensar y resolver problemas.

Existen diversos estudios en los cuales se comprueba que el uso de metodologías como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje basado de casos (ABC), la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) o el aprendizaje basado en proyectos, son estrategias de enseñanza que favorecen el aprendizaje activo de los estudiantes y el desarrollo de competencias específicas en ciencias (Pérez *et al.*, 2015; Maldonado *et al.*, 2010; Martínez *et al.*, 2005; Benjumeda *et al.*, 2015).

Estas metodologías se sitúan dentro de la perspectiva pedagógica constructivista, que defiende que el conocimiento es un proceso mental del individuo, que se desarrolla de manera interna conforme el individuo obtiene información e interactúa con su entorno (Pérez *et al.*, 2015).

## **2.2 El aprendizaje basado en problemas**

Barrows (1986) define ABP como "un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos". Esta metodología surgió hace más de 30 años en la Escuela de Medicina de la Universidad McMaster, en Canadá, como una propuesta alternativa a la educación tradicional centrada en el maestro (Morales *et al.*, 2004).

Alguna de las características principales que presenta el aprendizaje basado en problemas son (ITESM, 2010; Morales *et al.*, 2004):

1. El aprendizaje está centrado en el alumno. Los alumnos deben desarrollar una actitud participativa y abierta ya que la elaboración y construcción de conceptos requiere un cierto nivel de esfuerzo, por lo que tienen una gran responsabilidad en su propio aprendizaje.
2. Los profesores son facilitadores o guías de este proceso. El profesor ayuda a los alumnos a reflexionar, identificar necesidades de información y les motiva



a continuar con el trabajo, es decir, los guía a alcanzar las metas de aprendizaje propuestas. Además, debe elaborar y lanzar preguntas a los alumnos para mantener el interés del grupo.

3. El aprendizaje se produce en pequeños grupos cooperativos. Los alumnos formarán equipos reducidos, de cuatro a seis integrantes. A lo largo del proceso, los alumnos deben adquirir responsabilidad y confianza en el trabajo realizado en el grupo, desarrollando la capacidad de dar y recibir críticas enfocadas a la mejora del proceso de trabajo del grupo. El trabajo en grupos cooperativos estimula la interacción social y la cooperación que promueven el aprendizaje (Jiménez, 2003; Hmelo-Silver *et al.*, 2006).

Por otro lado, estos mismos autores señalan que alguna de las ventajas acerca de esta metodología son:

- Desarrolla habilidades de pensamiento.
- Promueve el aprendizaje significativo.
- Integra un modelo de trabajo cooperativo.
- Potencia habilidades interpersonales.

Este tipo de metodología se ha usado en muchas universidades como estrategia curricular en diferentes áreas. Por ejemplo, Wood (2004) realizó un estudio comparativo de los resultados de aprendizaje obtenidos entre una metodología basada en problemas y otra tradicional. Sus resultados evidenciaban mejoras en la retención a largo plazo, en la comprensión de los conceptos y en la capacidad de aplicar lo aprendido a nuevas situaciones.

En Educación Secundaria también se ha utilizado esta metodología aunque se han publicado menos estudios. Un ejemplo son Wong y Day (2009) que realizaron un estudio comparativo entre una metodología basada en problemas y otra tradicional sobre contenidos de densidad y reproducción humana con alumnos de secundaria (12-13 años). Concluyeron que el aprendizaje de los contenidos curriculares era similar, sin embargo, los que trabajaron con la resolución de problemas obtuvieron mejores resultados en la comprensión y aplicación de los conocimientos a largo plazo.

Todos estos autores sugieren que la metodología de resolución de problemas tiene un efecto positivo en la retención del conocimiento, por tanto podemos decir ABP

garantiza tanto la adquisición de conocimientos como el resultado de habilidades y actitudes ante el aprendizaje.

### **2.3 La metodología de resolución de problemas como investigación**

De las diferentes formas de enseñanza basada en problemas, una de ellas es la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI). Esta metodología elaborada y puesta en marcha desde hace ya más de 30 años se incluye dentro de los métodos indagativos, es decir, el alumnado trabaja en grupos cooperativos, se enfrenta a situaciones contextualizadas o problemas que debe reformular y definir con precisión, tiene que identificar lo que sabe y lo que necesita conocer, enuncia y contrasta soluciones alternativas (hipótesis) y decide cómo proceder para llegar a una posible solución (Gil et al., 1983).

La MRPI presenta 5 etapas o fases, pero no se deben entender como un conjunto de fases consecutivas e inflexibles sino, más bien, como una secuencia orientadora del proceso (Martínez *et al.*, 2005):

- Fase 1: Análisis cualitativo del problema. Se debe reflexionar sobre los contenidos conceptuales relacionados con el problema y los que se necesitan para la resolución. El problema se debe delimitar reformulándolo para que sea más manejable.
- Fase 2: Emisión de hipótesis. En base al análisis realizado, se generan suposiciones o conjeturas que permiten finalmente analizar las posibles soluciones en función de dichas hipótesis.
- Fase 3. Diseño de estrategias de resolución. La organización y planificación de estrategias trata de comprobar la validez de las hipótesis. Se debe decidir todo lo necesario para la resolución del problema de forma flexible, e incluso se pueden diseñar varias estrategias de resolución.
- Fase 4: Resolución del problema. Se realiza la investigación siguiendo el plan trazado en la fase anterior para obtener datos necesarios que permitan llegar a la resolución del problema.

- Fase 5: Análisis de resultados. A partir de los datos recogidos se extraen las conclusiones en base a las hipótesis y a los contenidos relacionados.

A pesar de que la metodología de resolución de problemas por investigación fue puesta en acción hace ya muchos años, se ha implementando en diferentes disciplinas de la Educación Secundaria como Física (Varela *et al.*, 1997), Química (Martínez *et al.*, 1997), Biología (Martínez *et al.*, 2005) o Ámbito Científico Tecnológico de diversificación curricular (Pavón *et al.*, 2014).

En todos los casos se ha puesto de manifiesto que el aprendizaje de los conceptos básicos persiste en el tiempo en el alumnado, desarrollan destrezas procedimentales mejor que mediante los métodos tradicionales y, además, expresan satisfacción con la propia metodología.

### **3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Planteamiento inicial**

La presente investigación se llevó a cabo en el Instituto de Educación Secundaria (IES) "Valdebernardo" de Madrid, con la colaboración en todo momento de Dña. Teresa Martínez Martín, docente con más de 30 años de experiencia. Se trabajó con tres grupos de 1º de Programa bilingüe de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) impartiendo la unidad didáctica de las plantas en la asignatura de Biología y Geología.

En vista del éxito resultante de la aplicación de la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) en la enseñanza de las ciencias, se presupone también su éxito para el tema del reino de las plantas. Por ello, esta investigación pretende comparar los aprendizajes que construyen los alumnos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en función de la metodología implementada en el aula: la MRPI y una metodología más tradicional.

#### **3.2 Objetivos**

El objetivo principal de esta investigación es comparar los aprendizajes que construyen los alumnos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje en la unidad didáctica de las plantas, utilizando dos metodologías distintas en el aula (MRPI y

metodología tradicional). Con esto se pretende comprobar si la MRPI resulta ser una buena alternativa metodológica para dicha unidad.

En cuanto a los objetivos que se pretende que el alumnado alcance durante el desarrollo de la unidad didáctica son los siguientes:

- Aprender los conocimientos básicos sobre las plantas mediante la construcción de representaciones de la realidad más correctas desde la ciencia.
- Desarrollar la competencia científica en el alumnado a través de la resolución de problemas como investigación y las prácticas de laboratorio.
- Desarrollar a través del trabajo en grupos cooperativos una correcta comunicación lingüística, competencias sociales y cívicas, y sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- Favorecer el propio aprendizaje de los alumnos a través del trabajo en grupos cooperativos

### **3.3 Muestra de la investigación**

La investigación se centra en los alumnos de 1º ESO del Programa bilingüe de la asignatura de Biología y Geología, del curso académico 2015-2016 del IES Valdebernardo de Madrid.

Se confeccionaron los grupos GEXPE y GCONT a partir de los resultados obtenidos de un cuestionario inicial que se pasó a los alumnos al comienzo de la unidad didáctica. El análisis de los resultados indicó que no había grandes diferencias entre los conocimientos previos de los tres grupos de clase en los que están distribuidos estos alumnos en el centro, por lo que se agruparon de forma aleatoria ya que se supone homogeneidad entre ellos. El grupo control GCONT (un grupo de clase) y GEXPE (dos grupos de clase).

Como se dijo anteriormente, la muestra de alumnos pertenece a los grupos del Programa bilingüe del centro, es decir, alumnos que no han superado el examen

Preliminary English Test (PET) de 6º de Educación Primaria, por lo que las únicas asignaturas que dan en inglés son Tecnología e Inglés. Por tanto, una proporción importante de alumnos tiene ciertas dificultades académicas y de comportamiento, aunque también hay alumnos con muy buen comportamiento y éxito académico. A pesar de esto, son grupos que cualquier profesor se podría encontrar, por lo que se les considera grupos estándar sobre los que la investigación podría extraer conclusiones extrapolables a cualquier otro centro educativo español.

La muestra del GEXPE, constituida por dos grupos de alumnos de 1º de ESO, se compone de un total de 47 alumnos; sin embargo, la dificultad de lograr las pruebas necesarias de todos los alumnos en el contexto escolar, redujo la muestra final del GEXPE a 40 alumnos, entre los cuales hay 3 ACNEAE (Alumnos Con Necesidad Específica de Apoyo Educativo) que precisan de Adaptaciones Curriculares Individualizadas de tipo no significativo.

El GCON estaba formado por un grupo de alumnos de 1º de ESO del mismo centro escolar. De la misma manera, la muestra inicial de 25 alumnos se redujo por los mismos motivos a 21 alumnos, entre los cuales hay 2 ACNEAE que precisan de Adaptaciones Curriculares Individualizadas de tipo no significativo.

### **3.4 Metodología**

Como el objetivo principal de la investigación es comparar el proceso de aprendizaje del GEXPE con el del GCONT siguiendo metodologías diferentes, el desarrollo de la unidad didáctica de las plantas fue impartida en ambos grupos por la misma persona para evitar sesgos.

Al comienzo de la unidad, se pasó a los alumnos un cuestionario inicial sobre conceptos básicos de las plantas, para comprobar los conocimientos previos de cada grupo y poder detectar posibles concepciones alternativas.

Respecto a los alumnos ACNEAE, trabajaron de la misma manera que sus compañeros tanto en el grupo control como en el grupo experimental. Aunque por lo general son alumnos que no tienen problemas a la hora de trabajar, a veces presentan ciertas dificultades de comprensión que se solucionan con un poco más de atención por parte del profesor.

### Grupo experimental (GEXPE)

En el GEXPE se ha seguido la MRPI, donde se ha intercalado la resolución de los problemas por grupos cooperativos con explicaciones por parte del profesor sobre la unidad, charlas o debates, prácticas en el aula, etc.

Las sesiones no se centraban solo en la correspondiente explicación del tema, sino que eran un constante *feedback* con el alumnado, de modo que hubiera siempre momentos de interacción o participación entre los alumnos y el profesor. Además, siempre estaban apoyadas por la presentación de algún video, ejemplares de plantas, estructuras anatómicas, esquemas, etc.

La temática de los problemas planteados surgió a raíz de los resultados de los cuestionarios iniciales, ya que los alumnos presentaban más dificultades en esos aspectos. También se procuró que el nivel de dificultad del segundo problema fuese algo mayor que el del primero para mantener la motivación por parte de los alumnos.

Por un lado, en el primer problema (Anexo 1) se planteaba a los alumnos las siguientes cuestiones "*¿Por qué las plantas son seres vivos? Sabemos que los animales tienen órganos pero, ¿y las plantas? ¿Podrían vivir las plantas sin alguno de sus órganos?*".

En el segunda problema (Anexo 2) las preguntas que se les planteaba era "*¿Qué estrategias adaptativas utilizan las plantas para atraer a sus polinizadores? ¿Qué consecuencias tendría para las plantas que los insectos desaparecieran?*".

Los grupos cooperativos de trabajo estaban formados por 4-5 personas y fueron agrupados de forma estratégica, intentando formar grupos heterogéneos para que aquellos alumnos que mostraban mayores dificultades a la hora de trabajar estuvieran apoyados por otros que tenían más facilidades. La formación de los grupos, se consultó con los respectivos tutores ya que ellos tienen un conocimiento más profundo de las características de cada grupo.

Por otro lado, antes de cada problema se habló con los alumnos sobre la metodología con la que se iba a trabajar y se les presentó lo que se llamará "plantilla de resolución de problemas" como un documento guía donde aparecen cada una de las fases de la MRPI. La plantilla tiene la función de guiar al alumnado en su

investigación, a través de una serie de pautas o preguntas, ya que al ser alumnos de 1º de ESO necesitan pautas más sencillas y concretas.

A través de indicaciones o preguntas sencillas la plantilla va orientando al alumno sobre cómo iniciar la resolución, cómo centrarse en lo importante, cómo elaborar hipótesis, qué pasos seguir para diseñar una estrategia de resolución y cómo extraer conclusiones. También se les entregó de forma complementaria un breve documento con las explicaciones de cómo continuar con la investigación y presentar el trabajo (Anexo 3).

Para la evaluación final del GEXPE, se tendrán en cuenta los siguientes criterios de calificación que aparecen en la Tabla 1:

<b>CRITERIOS DE CALIFICACIÓN GEXPE</b>	
Problema 1	<b>25%</b>
Problema 2	<b>25%</b>
Examen final	<b>50%</b>

Tabla 1. Criterios de calificación del grupo experimental (GEXPE).

Las calificaciones finales del GEXPE están contenidas en el Anexo 4.

#### Grupo control (GCONT)

En el GCONT se ha seguido una metodología más tradicional, donde se han intercalado clases expositivas de teoría con prácticas de laboratorio.

Las sesiones de teoría estaban centradas en la correspondiente explicación del tema, donde el recurso utilizado como apoyo a la explicación era la pizarra tradicional y las tizas. A través de la pizarra se explicaba la teoría con esquemas, cuadros resumen, dibujos, mapas conceptuales, etc.

Con las prácticas de laboratorio del GCONT se intentó también, al igual que con los problemas del GEXPE, que la temática cubriera aquellos aspectos donde los alumnos tenían más problemas.

La primera práctica (Anexo 5) de laboratorio consistía en la observación e identificación *de visu* y a la lupa binocular de ejemplares de helechos y musgos,

reconociendo y dibujando cada una de sus partes. Para ello, se les entregó un guión donde debían completar las distintas cuestiones planteadas.

La segunda práctica de laboratorio (Anexo 6) consistía en la observación e identificación *de visu* y a la lupa binocular de ejemplares de plantas herbáceas silvestres, dibujando y describiendo cada uno de los órganos (raíz, tallo, hojas y flor). Para ello, se les entregó también un guión donde debían completar las distintas cuestiones planteadas.

Durante las prácticas, los alumnos trabajaron por parejas agrupadas de forma estratégica para que aquellos alumnos que mostraban mayores dificultades a la hora de trabajar estuvieran apoyados por otros que tenían más facilidades favoreciendo así el trabajo en equipo. De igual manera que con el GEXPE, la composición de dichos grupos fue consultada con el respectivo tutor.

Para la evaluación final del GCONT, se tendrán en cuenta los siguientes criterios de calificación contenidos en la Tabla 2:

<b>CRITERIOS DE CALIFICACIÓN GCONT</b>	
Práctica de laboratorio 1	<b>25%</b>
Práctica de laboratorio 2	<b>25%</b>
Examen final	<b>50%</b>

Tabla 2. Criterios de calificación del grupo experimental (GEXPE).

Las calificaciones finales del GCONT están contenidas en el Anexo 7.

### **3.5 Actividades realizadas**

En la siguiente tabla resumen (Tabla 3) aparecen recogidas las actividades que fueron realizadas con cada grupo:

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>GRUPO CONTROL</b>	<b>GRUPO EXPERIMENTAL</b>
Cuestionario inicial	<b>X</b>	<b>X</b>
Problemas		<b>X</b>
Prácticas de laboratorio-aula	<b>X</b>	<b>X</b>
Examen final	<b>X</b>	<b>X</b>
Cuestionario opinión MRPI		<b>X</b>

Tabla 3. Resumen de las actividades realizadas en cada grupo (GCONT y GEXPE).



Algunas de estas actividades fueron diseñadas y elaboradas para tratar de obtener el máximo de información posible sobre las ideas, conocimientos y razonamientos de los alumnos. Además, su diseño debía permitir que la información obtenida por medio de las respuestas de los alumnos pudiese categorizarse sin dificultad para facilitar su tratamiento posterior. A continuación, se detalla en profundidad en qué consiste cada una de ellas.

### **Cuestionario inicial**

Al comienzo de la unidad, se pasó a todos los alumnos el cuestionario inicial (Anexo 8) sobre conceptos básicos de las plantas. El cuestionario inicial se elaboró con el objetivo de determinar los conocimientos previos de los que partían los alumnos y conocer las posibles concepciones alternativas que tenían.

Es importante tener en cuenta las dos cuestiones anteriores antes de poner en marcha la unidad didáctica, ya que dependiendo de los resultados se puede enfocar la investigación y todo el proceso de enseñanza de diferente forma (hacer hincapié en determinados aspectos, seleccionar videos específicos, diferentes enfoques de las prácticas y problemas, ejemplos reales para favorecer el aprendizaje, etc.). Es por esto que los alumnos realizaron el cuestionario inicial una semana antes aproximadamente del inicio de la unidad.

Las preguntas del cuestionario son de naturaleza variada (preguntas tipo test, definiciones, preguntas de relacionar, tablas para completar, dibujos para completar, etc.), para dar la oportunidad de contestar a todos los alumnos y comprobar también la capacidad de expresión de los mismos. Los criterios de calificación para cada pregunta están contenidos en el Anexo 9.

Para el análisis, cada pregunta del cuestionario ha sido clasificada en una de las siguientes categorías:

- Mal.
- Regular.
- Bien.
- Muy bien.

## **Problemas sobre las plantas**

El diseño previo de los problemas por parte del profesor evita las improvisaciones al prever todas las posibles soluciones que puedan desarrollar los alumnos en cada situación problemática.

Para resolver cada problema, los alumnos se guiaban siguiendo las pautas de la plantilla y las orientaciones del profesor. Finalmente presentaron su investigación en forma de trabajo escrito donde incluyeron los apartados principales de un trabajo de investigación (introducción, objetivo, material y métodos, resultados, conclusiones y bibliografía). Para la realización del trabajo de cada problema los alumnos disponían de una semana.

A continuación se muestra la plantilla de resolución de problemas que se diseñó para los alumnos:

### **¿QUÉ DEBO HACER PARA RESOLVER UN PROBLEMA?**

#### **TRATO DE ENTENDER EL PROBLEMA**

##### **1. Leo y analizo el problema:**

¿He leído detenidamente el problema? ¿A qué se refiere el problema? ¿Con qué contenidos o procesos está relacionado?

##### **2. Pienso y formulo mis hipótesis:**

¿Cómo puedo solucionar el problema? ¿Cuáles crees que podrían ser las soluciones posibles? Expresa las ideas que se te ocurran.

#### **RESUELVO EL PROBLEMA**

##### **3. Busco información acerca del problema:**

¿Qué podemos hacer para comprobar nuestras hipótesis? ¿Qué recursos voy a utilizar? ¿Qué contenidos están relacionados con mis hipótesis?

¿La información encontrada es fiable? ¿Qué puedo hacer para comprobarlo?

## **REALIZO Y ANALIZO EL PROCESO**

### **4. Realizo el plan de trabajo**

Desarrollo el plan de trabajo planteado.

### **5. Analizo los resultados obtenidos:**

¿Se cumplen mis hipótesis? Interpreto los resultados a los que he llegado al comprobar mis hipótesis.

¿Son lógicos los resultados obtenidos? ¿Están de acuerdo con los contenidos que conoces sobre este tema?

### **Prácticas de laboratorio**

Las prácticas de laboratorio fueron diseñadas con el objetivo de complementar y fomentar el aprendizaje de los alumnos a través de la manipulación y visualización de estructuras y ejemplares reales de plantas.

Con el GCONT, las prácticas se llevaron a cabo en el laboratorio siguiendo un guión donde se presenta el objetivo, los materiales y el procedimiento a seguir. También incluye una serie de cuestiones finales acerca de la práctica.

Con el GEXPE, las prácticas se llevaron a cabo en el aula de una forma más participativa y menos guiada. Con ellos no se siguió ningún tipo de guión, sino que se presentaban las estructuras o ejemplares por grupos, señalando las características o partes principales que contenían.

Para el análisis de las prácticas del laboratorio, los alumnos del GCONT debían completar el guión de cada práctica y entregarlos en el plazo una semana.

### **Examen final**

Al finalizar la unidad didáctica, se hizo a todos los alumnos un examen final (Anexo 10), para determinar el conocimiento de los alumnos tras concluir el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para los ACNEAE de ambos grupos se diseñó un examen adaptado, contenido en el Anexo 11.

El examen final sobre los contenidos de la unidad didáctica fue realizado por todos alumnos de 1º de ESO del Programa bilingüe del IES "Valdebernardo", siendo el mismo para el GEXPE y el GCONT por lo que los contenidos a evaluar son los mismos.

Los criterios de calificación se establecieron en función de la importancia de los contenidos básicos de la unidad didáctica y del valor dado durante su desarrollo. Además, para mayor rigor, los exámenes fueron corregidos por pregunta, de tal forma que hasta que no era corregida la primera pregunta de todos los alumnos no se pasaba a corregir la segunda.

### **Cuestionario de opinión sobre la MRPI**

Se pasó a los alumnos del GEXPE un cuestionario de opinión (Anexo 12) para que expresaran sus opiniones sobre el aprendizaje realizado a través de esta metodología novedosa para ellos.

No solo interesa conocer si son conscientes de que han mejorado así su aprendizaje, si les gusta o no la metodología, si le ven utilidad a nivel académico o si la ayuda del profesor les ha servido, sino también averiguar si ha aumentado su confianza personal. Es decir, nos aporta información necesaria para poder extraer conclusiones sobre las características metacognitivas de los alumnos respecto a la MRPI.

Las preguntas del cuestionario se han clasificado en tres categorías para su análisis, teniendo en cuenta su naturaleza:

- Características de la MRPI.
- Metodología de trabajo.
- Autoconfianza al alumno.

### **3.6 Tratamiento de los datos**

Para abordar los objetivos planteados en esta investigación, se llevaron a cabo análisis tanto cualitativos como cuantitativos de los datos obtenidos por los estudiantes

en el conjunto de actividades, diseñadas con la finalidad de obtener información de los alumnos en diferentes momentos:

- Los análisis de tipo cualitativo sirven para interpretar y valorar los razonamientos e ideas de los estudiantes. Este tipo de análisis se aplica a las respuestas del cuestionario inicial, a las prácticas de laboratorio, a los problemas que se plantean para trabajar con la MRPI y al cuestionario de opinión sobre la MRPI.
- Los análisis de tipo cuantitativo se basan en el tratamiento estadístico de los datos obtenidos por los estudiantes de ambos grupos en las prácticas de laboratorio (GCONT), en los problemas planteados con la MRPI (GEXPE), en el examen final y en el cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Para la representación gráfica del análisis cualitativo se empleó el programa Microsoft Excel. El estudio estadístico se llevó a cabo mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistic 21, y los estadísticos de análisis usados fueron:

- La prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras. Es un método estadístico no paramétrico, utilizado para evaluar la normalidad de una variable. Con esta prueba comprobamos si los datos de una variable siguen una distribución normal. La hipótesis nula que se contrasta será "La distribución de la variable a estudiar es normal" frente a la hipótesis alternativa "La distribución de la variable a estudiar no es normal". Si el valor de significación del estadístico es mayor de 0.05 ( $p > 0.05$ ), entonces se acepta la hipótesis nula, y por tanto esto indica que las variables analizadas siguen una distribución normal.
- U de Mann-Whitney. Es un método estadístico no paramétrico, que se emplea cuándo las variables no cumplen las condiciones de aplicabilidad (normalidad de la distribución, tamaño muestral, homocedasticidad de varianzas, etc.). Estudia la asociación entre una variable cuantitativa y una variable cualitativa de 2 categorías. La hipótesis nula que se contrasta será "No hay diferencias significativas entre las medias comparadas" frente a la hipótesis alternativa "Hay diferencias

significativas entre las medias comparadas". Si el valor de significación del estadístico es mayor de 0.05 ( $p > 0.05$ ), entonces se acepta la hipótesis nula, y por tanto esto indica que no hay diferencias significativas entre las medias comparadas.

- Prueba de Levene. Es un método estadístico que se utiliza para comprobar la igualdad de varianzas entre dos muestras. La hipótesis nula que se contrasta será "Las varianzas son iguales" frente a la hipótesis alternativa "Las varianzas son desiguales". Si el valor de significación del estadístico es mayor de 0.05 ( $p > 0.05$ ), entonces se acepta la hipótesis nula, y por tanto esto indica que las varianzas son iguales.
- La prueba t de Student para muestras independientes. Es un método estadístico paramétrico, que estudia la asociación entre una variable cuantitativa y una variable cualitativa de 2 categorías. Nos permite comparar medias de dos muestras. La hipótesis nula que se contrasta será "No hay diferencias significativas entre las medias comparadas" frente a la hipótesis alternativa "Hay diferencias significativas entre las medias comparadas". Si el valor de significación del estadístico es mayor de 0.05 ( $p > 0.05$ ), entonces se acepta la hipótesis nula, y por tanto esto indica que no hay diferencias significativas entre las medias comparadas.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Cuestionario inicial**

Al analizar los resultados de las preguntas, se comprobó que no había grandes diferencias entre los niveles de partida de los 3 grupos de 1º de ESO. Esto dio paso, como se dijo anteriormente, a la confección de los grupos control y experimental de forma aleatoria.

Para analizar más en detalle cada pregunta del cuestionario de una manera global, se han unido los porcentajes de los dos resultados positivos (Bien y Muy bien) y los dos negativos (Mal y regular) de los 3 grupos de clase.

### Pregunta 1. Diferencia entre una planta y un animal

Como se observa en el gráfico, tan solo el 21,3% de los alumnos diferencia correctamente a una planta de un animal.

La mayoría de ellos tan solo hacen referencia al tipo de nutrición, sin embargo las funciones de relación y reproducción las comentan muy poco.

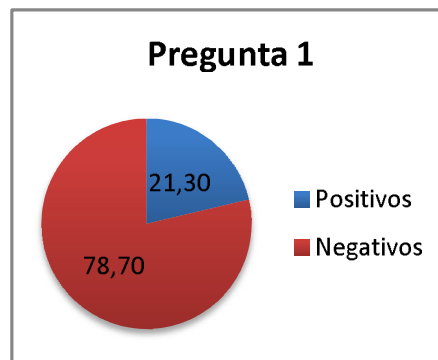


Gráfico 1. Resultados porcentuales de la pregunta 1 del cuestionario inicial.

### Pregunta 2. Función de relación en las plantas

Como podemos observar en el gráfico, el 76,4% de los alumnos marca la opción correcta: "Las plantas pueden moverse pero no desplazarse".

El 23,6% cree que las plantas pueden desplazarse pero no moverse o no reconoce ninguna opción como correcta.

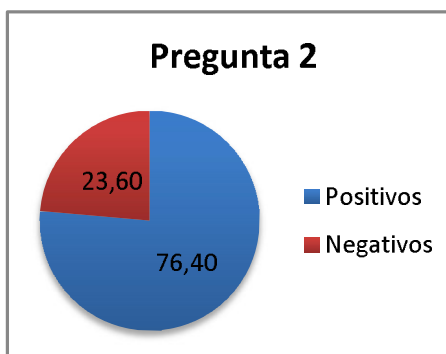


Gráfico 2. Resultados porcentuales de la pregunta 2 del cuestionario inicial.

### Pregunta 3. Nombrar 3 ejemplares de plantas que conozcas para cada tipo (plantas herbáceas, arbustos y árboles)

Como se puede observar en el gráfico, el 57,63% de los alumnos es capaz de poner de 5 a 7 ejemplares de plantas del conjunto de los tres tipos.

La mayoría de los alumnos conocen más árboles que arbustos y que plantas herbáceas.

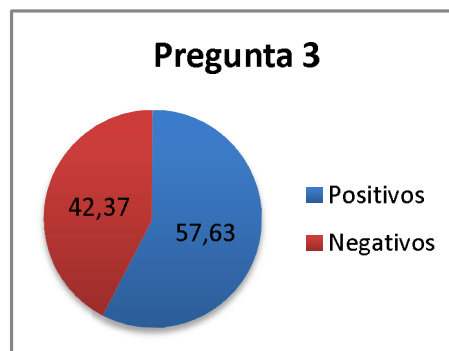


Gráfico 3. Resultados porcentuales de la pregunta 3 del cuestionario inicial.

Pregunta 4. Nombrar 3 ejemplares de fruto que conozcas para cada tipo (frutos secos y carnosos)

Como se observa en el gráfico, el 79,63% de los alumnos es capaz de poner de 4 a 6 ejemplares de fruto del conjunto de los tres tipos.

La mayoría conoce varios frutos secos y carnosos, aunque confunden los kikos (maíz tostado) con frutos secos.

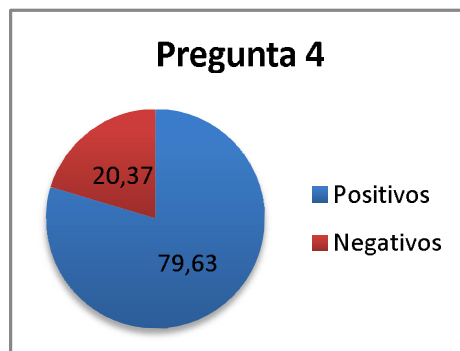


Gráfico 4. Resultados porcentuales de la pregunta 4 del cuestionario inicial.

Pregunta 5. Relacionar cada órgano vegetal con su función

Si se observa el gráfico, el 45,17% de los alumnos es capaz de relacionar de 4 a 6 términos.

Alguna de las relaciones que establecían los alumnos erróneamente era que las hojas llevaban a cabo la función de fotosíntesis y que los frutos se encargaban de generar una nueva planta.

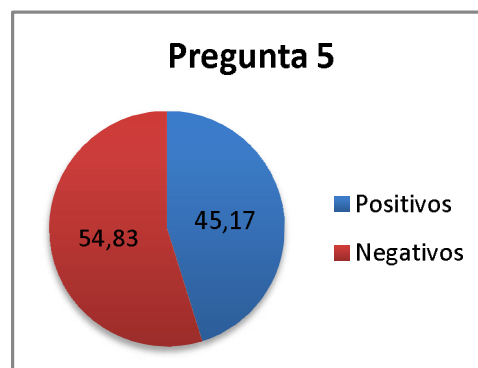


Gráfico 5. Resultados porcentuales de la pregunta 5 del cuestionario inicial.

Pregunta 6. Parte por la que absorben los musgos el agua

Si se observa el gráfico, el 59,9% de los alumnos marca la opción correcta: "Los musgos absorben agua a través de toda la superficie de su cuerpo".

El 40,1% cree que los musgos absorben el agua a través de las raíces.

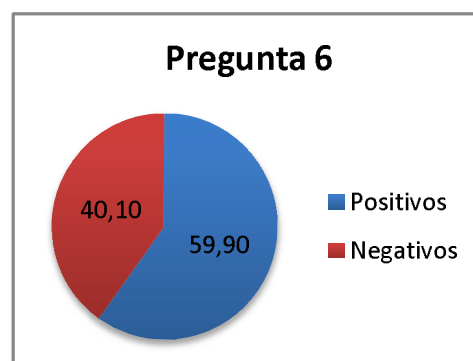


Gráfico 6. Resultados porcentuales de la pregunta 6 del cuestionario inicial.



### Pregunta 7. Grupo al que pertenecen los helechos

Como se observa en el gráfico, solo el 17,67% de los alumnos marca la opción correcta: "Los helechos forman parte del grupo de plantas sin semillas".

El 82,33% cree que los helechos pertenecen al grupo de plantas angiospermas o de plantas con semillas.

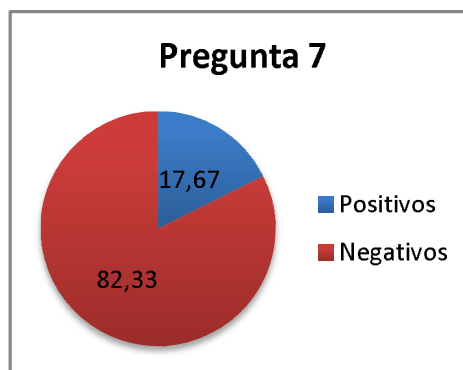


Gráfico 7. Resultados porcentuales de la pregunta 7 del cuestionario inicial.

### Pregunta 8. Significado de la palabra "estrategia adaptativa"

Como se observa en el gráfico, tan solo el 11,73% de los alumnos tiene alguna idea de lo que significa la palabra "estrategia adaptativa".

De los alumnos que conocen lo que significa, la mayoría de ellos solo lo relaciona con las adaptaciones al medio. El 88,27% restante no conoce el término ya que no han sabido contestar.

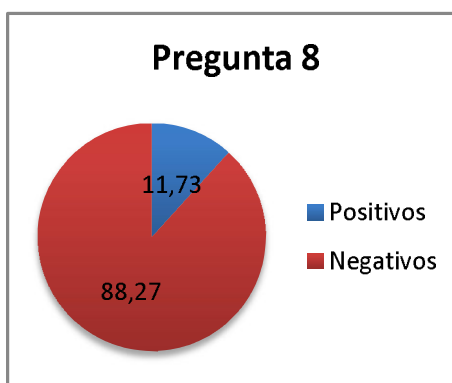


Gráfico 8. Resultados porcentuales de la pregunta 8 del cuestionario inicial.

### Pregunta 9. Definición de fotosíntesis

Como se puede observar en el gráfico, más de la mitad de los alumnos (53,73%) tiene un concepto erróneo del significado de fotosíntesis.

Creen que la fotosíntesis consiste en la fabricación de dióxido de carbono a partir de sustancias orgánicas utilizando luz solar.

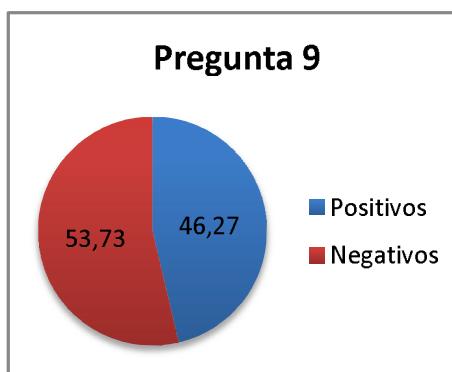


Gráfico 9. Resultados porcentuales de la pregunta 9 del cuestionario inicial.

### Pregunta 10. Importancia del proceso de fotosíntesis

Como se observa en el gráfico, solo el 14,67% de los alumnos conoce bien la importancia que tiene la fotosíntesis para la vida en el planeta. La mayoría de ellos solo hace alusión al oxígeno que liberan durante la fotosíntesis.

Si comparamos la pregunta anterior con esta, vemos que un porcentaje importante de alumnos que conocen el significado de fotosíntesis no sabe la importancia que tiene ese proceso para la vida.

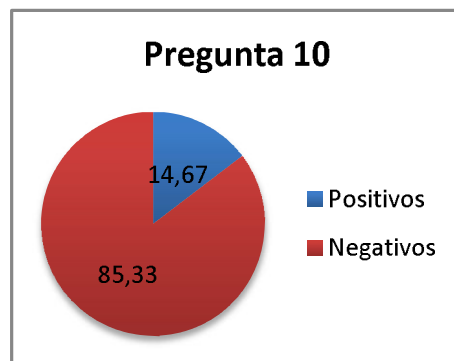


Gráfico 10. Resultados porcentuales de la pregunta 10 del cuestionario inicial.

### Pregunta 11. Procedencia del fruto

Como se observa en el gráfico, el 73,77% de los alumnos marca la opción correcta: "Los frutos provienen de las flores".

El resto de alumnos (26,23%) cree que el fruto procede de las hojas o del tallo.

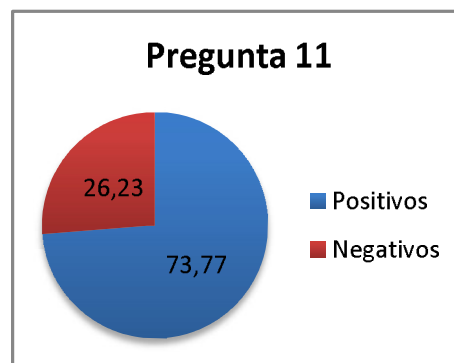


Gráfico 11. Resultados porcentuales de la pregunta 11 del cuestionario inicial.

### Pregunta 12. Definición de semilla

Como se observa en el gráfico, el 75,67% de los alumnos marca la opción correcta: "La semilla es la estructura de la planta que tiene la posibilidad de genera una nueva vida".

El 24,33% restante creen que la semilla es la estructura que protege al fruto o que es la estructura de la planta que almacena dióxido de carbono.

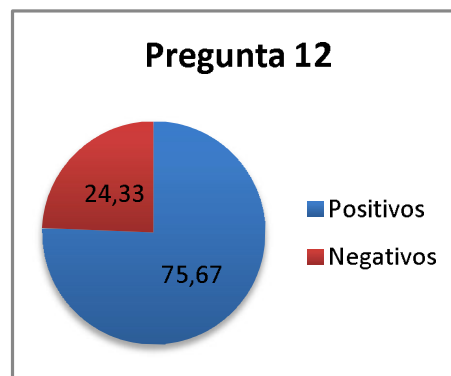


Gráfico 12. Resultados porcentuales de la pregunta 12 del cuestionario inicial.

### Pregunta 13. Importancia de las flores para la planta

Como se observa en el gráfico, el 91,07% de los alumnos no conoce la importancia que tienen las flores para la planta.

El 8,93% que sí parece saberlo, lo relaciona con la polinización.

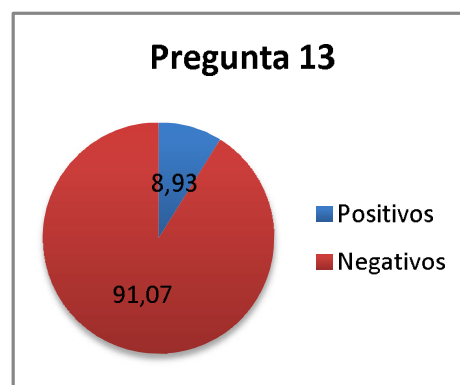


Gráfico 13. Resultados porcentuales de la pregunta 13 del cuestionario inicial.

### Pregunta 14. Definición de polinización

Como se puede observar en el gráfico, el 68,97% de los alumnos reconoce la polinización como el proceso mediante el cual los granos de polen son transportados desde los estambres a los pistilos.

Del 31,03% restante, muchos contestan como opción verdadera que la polinización es el proceso de unión de un grano de polen y un óvulo.

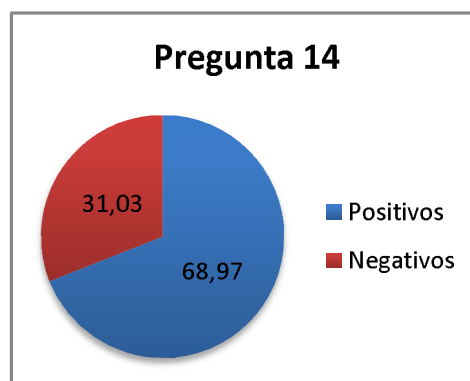


Gráfico 14. Resultados porcentuales de la pregunta 14 del cuestionario inicial.

### Pregunta 15. Consecuencias para las plantas de la desaparición de insectos

Como se observa en el gráfico, el 95,57% de los alumnos no conoce las consecuencias para las plantas de la desaparición de insectos.

Tan solo un 4,43% conocían las principales consecuencias aunque no todas.

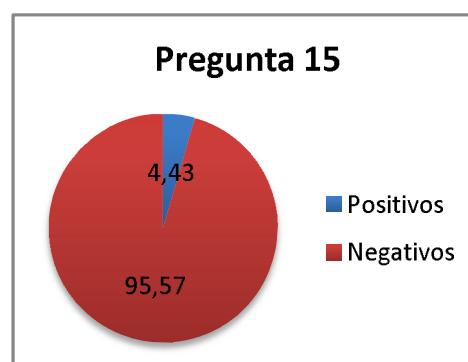


Gráfico 15. Resultados porcentuales de la pregunta 15 del cuestionario inicial.

### Pregunta 16. Reconocimiento de términos relacionados con las plantas

Si se observa el gráfico, vemos que tan solo el 39,63% de los alumnos es capaz de reconocer de entre 8 a 13 términos relacionados con las plantas.

Destacar que ningún alumno fue capaz de reconocer los términos fronde y peciolo.

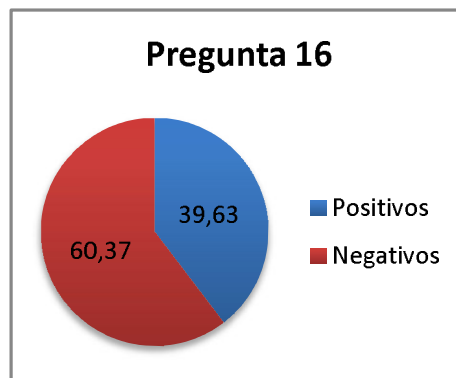


Gráfico 16. Resultados porcentuales de la pregunta 16 del cuestionario inicial.

### Pregunta 17. Identificación de las partes básicas de una flor y un tallo

Como se puede observar el gráfico, vemos que tan solo el 3,7% de los alumnos es capaz de identificar de entre 6 a 11 partes.

Destacar que ningún alumno fue capaz de identificar el pedúnculo, los sépalos, ni la yema axilar.

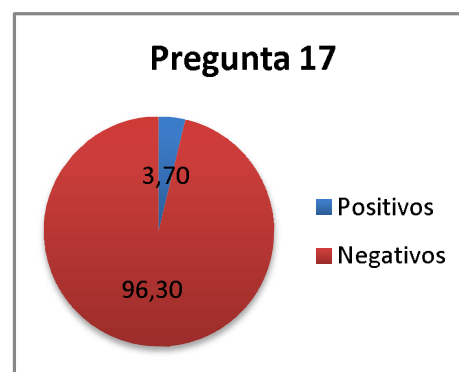


Gráfico 17. Resultados porcentuales de la pregunta 17 del cuestionario inicial.

## **4.2 Problemas y prácticas de laboratorio**

Para analizar los resultados de los problemas del GEXPE, se diseñó y utilizó durante el desarrollo de esta actividad la rúbrica contenida en el Anexo 13. En la evaluación final de la unidad didáctica, cada problema se corresponde con el 25% de la calificación final, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La actitud y el comportamiento individual de cada alumno frente a la actividad y su grupo de trabajo (5%).
- Las respuestas a las preguntas de las distintas fases de la MRPI contenidas en la plantilla facilitada al grupo de trabajo (8%).
- El trabajo grupal escrito donde se plasman los resultados del problema a modo de investigación (12%).

El análisis exhaustivo de la rúbrica y los resultados de la resolución de los problemas nos han permitido representar las medias desglosadas de los dos problemas para cada aspecto evaluable: actitud, preguntas de la plantilla y trabajo (Gráfico 18). Además de las observaciones y anotaciones hechas durante el desarrollo de la resolución de los problemas se han podido extraer datos importantes.

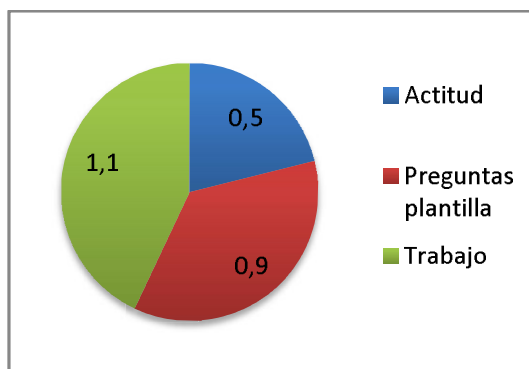


Gráfico 18. Representación de las medias obtenidas por el GEXPE en los problemas para cada aspecto evaluable.

Si nos fijamos en la actitud y el comportamiento de los alumnos, sabiendo que la máxima puntuación es 1, vemos que los alumnos obtienen 0,5 puntos. En cuanto a las observaciones hechas, podemos decir que en general los alumnos muestran interés durante el trabajo y atienden a las explicaciones, aunque muchas veces se queda aislado algún compañero y se distraen con facilidad.

Si nos fijamos en las respuestas a las preguntas de las distintas fases de la MRPI contenidas en la plantilla facilitada al grupo de trabajo, y sabiendo que la máxima puntuación es 1,6 puntos, vemos que los alumnos obtienen 0,9 puntos. De las observaciones podemos decir que en general han sabido contestar a la mayoría de las preguntas de la plantilla aunque la formulación de las hipótesis es la fase que más difícil les resulta. Además, los alumnos proponen pocas vías resolutivas para abordar el problema. Se detienen simplemente en buscar información en internet sin pensar en posibles experimentos que podrían llevar a cabo para averiguar el problema que se les plantea.

Si nos fijamos en el trabajo grupal escrito donde los alumnos plasman los resultados del problema a modo de investigación, sabiendo que la máxima puntuación es 2,4 puntos, vemos que los alumnos obtienen 1,1 puntos. A partir de la observación podemos decir que en general los alumnos han sabido resolver los problemas, aunque los contenidos a veces eran escasos y la bibliografía consultada era muy pobre. Algo

que debemos destacar también es la cantidad de faltas de ortografía como "habezes", "hagua", "avsorver", "axesual", etc., la mala presentación y estructuración del trabajo (desorganizado, arrugado, sucio, etc.).

Para el análisis de los resultados de las prácticas de laboratorio del GCONT se diseñó y utilizó la rúbrica contenida en el Anexo 14. En la evaluación final de la unidad didáctica, cada práctica de laboratorio se corresponde con el 25% de la calificación final, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- La actitud y el comportamiento individual de cada alumno frente a la actividad y al trabajo con su compañero (5%).
- Las respuestas a las cuestiones planteadas en el guión de prácticas (20%).

Para comparar los resultados obtenidos en los problemas planteados en el GEXPE y en las prácticas de laboratorio del GCONT y ver si hay diferencias estadísticamente significativas, se han llevado a cabo las siguientes pruebas estadísticas.

#### Prueba de Kolmogorov-Smirnov

En primer lugar, para saber si se deben utilizar pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas, hay que comprobar si las variables siguen una distribución normal. Para ello se utiliza la prueba de Kolmogorov-Smirnov, cuyos resultados se muestran a continuación.

#### **Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		Grupo	NotaProb/Prac
N		61	61
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	,6557	2,4672
	Desviación típica	,47907	1,15220
Diferencias más extremas	Absoluta	,420	,111
	Positiva	,259	,111
	Negativa	-,420	-,104
Test Statistic		,420	,111
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>		<b>,000</b>	<b>,058</b>

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Si se observa el estadístico, vemos que la variable cuantitativa "Nota Prob/Prac" sigue una distribución normal, ya que  $p > 0,05$  (0,058) y por tanto aceptamos la hipótesis nula "La distribución de la variable a estudiar es normal".

### Prueba de Levene y t de Student

Para saber si hay diferencias significativas entre la media de notas obtenidas en los problemas y la media de notas obtenidas en las prácticas de laboratorio, se utiliza la prueba de Levene y la prueba paramétrica t de Student cuyos resultados se muestran a continuación.

#### Estadísticos de grupo

	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
NotaProbPrac	GCONT	21	1,8714	1,45847	,31826
	GEXPE	40	2,7800	,81247	,12846

#### Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	Prueba T para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
NotaProb/Prac	Se han asumido varianzas iguales	25,539	,000	-3,134	59	,003	-,90857	,28991	1,48869	-,32846
	No se han asumido varianzas iguales			-2,647	26,684	,013	-,90857	,34321	1,61318	-,20397

En primer lugar, si se observa la prueba de Levene, que estima si hay o no igualdad de varianzas, vemos que  $p < 0,05$  (0,00001) por lo que entonces rechazamos la hipótesis nula "Las varianzas son iguales" y aceptamos la hipótesis alternativa concluyendo que no hay igualdad de varianzas.

Si se observa ahora la prueba de t de Student, vemos que para varianzas desiguales  $p < 0,05$  (0,013), por lo que rechazamos la hipótesis nula "No hay

diferencias significativas entre las medias de los grupos GCONT y GEXPE" y aceptamos la hipótesis alternativa concluyendo que sí hay diferencias estadísticamente significativas entre la media de notas obtenidas en los problemas y la media de notas obtenidas en las prácticas de laboratorio.

El siguiente gráfico (Gráfico 19) muestra la nota media obtenida en problemas para el GEXPE y la nota media obtenida en las prácticas de laboratorio para el GCONT, con sus barras de error correspondientes (95% IC).

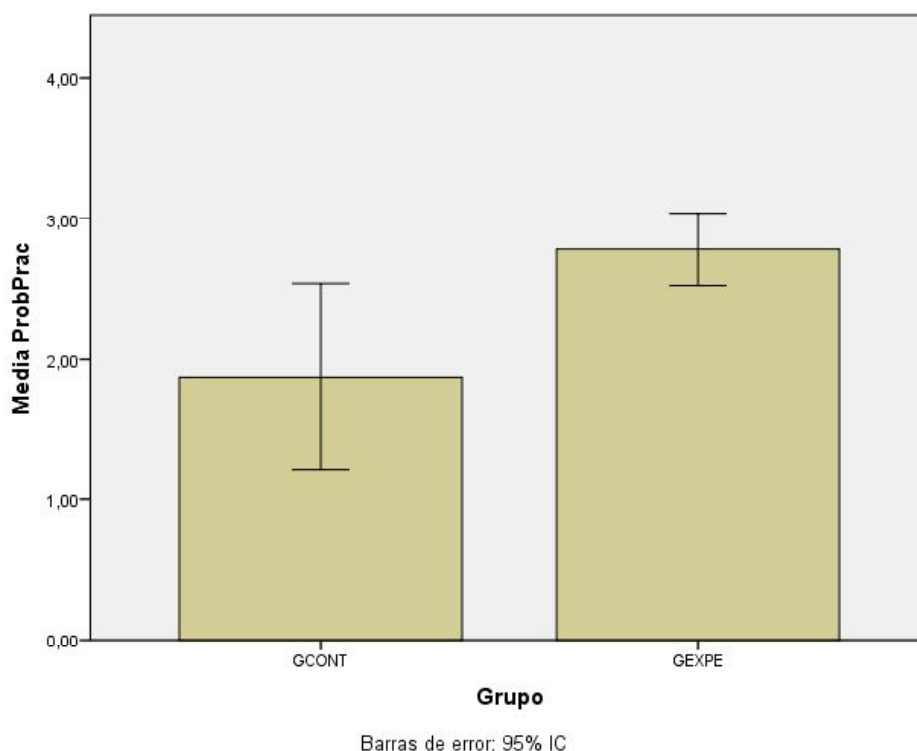


Gráfico 19. Representación de la media obtenida en problemas para el GEXPE y en las prácticas de laboratorio para el GCONT. Barras de error al 95% IC.

Como se ve en el gráfico, la nota media obtenida en problemas en el GEXPE es mayor que la obtenida en las prácticas de laboratorio en el GCONT. En el conjunto de ambas actividades los alumnos podían llegar a tener una calificación máxima de 5, ya que estas actividades cuentan un 50% de la nota final de la unidad didáctica.

A partir de estos resultados se podría deducir que los problemas planteados como investigación, realizados por el grupo GEXPE, han tenido un mejor resultado que las prácticas de laboratorio, realizadas por el grupo GCONT.



### 4.3 Examen final

Para analizar los resultados de los exámenes finales de la unidad didáctica y comprobar si hay diferencias significativas entre las medias obtenidas por cada grupo, se han llevado a cabo las siguientes pruebas estadísticas.

#### Prueba de Kolmogorov-Smirnov

Para comprobar si las variables a estudiar siguen una distribución normal, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, cuyos resultados se muestran a continuación.

		Grupo	NotaExamen
N		61	61
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	,6557	4,9344
	Desviación típica	,47907	2,42376
Diferencias más extremas	Absoluta	,420	,116
	Positiva	,259	,116
	Negativa	-,420	-,098
Test Statistic		,420	,116
<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>		<b>,000</b>	<b>,039</b>

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Si se observa el estadístico, vemos que la variable cuantitativa "Nota Examen" no sigue una distribución normal, ya que  $p < 0,05$  (0,039) y por tanto rechazamos la hipótesis nula "La distribución de la variable a estudiar es normal" y aceptamos la hipótesis alternativa concluyendo que la variable no sigue una distribución normal.

#### Prueba de Mann-Whitney

Para saber si hay diferencias significativas en la media de notas obtenidas en el examen entre el GCONT Y EL GEXPE, se utiliza la prueba no paramétrica de Mann-Whitney cuyos resultados se muestran a continuación.

## Rangos

	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
NotaExamen	GCONT	21	32,55	683,50
	GEXPE	40	30,19	1207,50
	Total	61		

Estadísticos de contraste<sup>a</sup>

	NotaExamen
U de Mann-Whitney	387,500
W de Wilcoxon	1207,500
Z	-,493
Sig. asintót. (bilateral)	,622

a. Variable de agrupación: Grupo

Si se observa el estadístico, vemos que  $p > 0,05$  (0,622), por lo que aceptamos la hipótesis nula "No hay diferencias significativas entre las medias de los grupos GCONT y GEXPE" y rechazamos la hipótesis alternativa concluyendo que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la media de notas del examen del GCONT y del GEXPE.

El siguiente gráfico (Gráfico 20) muestra la nota media obtenida en el examen para el GEXPE y el GCONT, con sus barras de error correspondientes (95% IC).

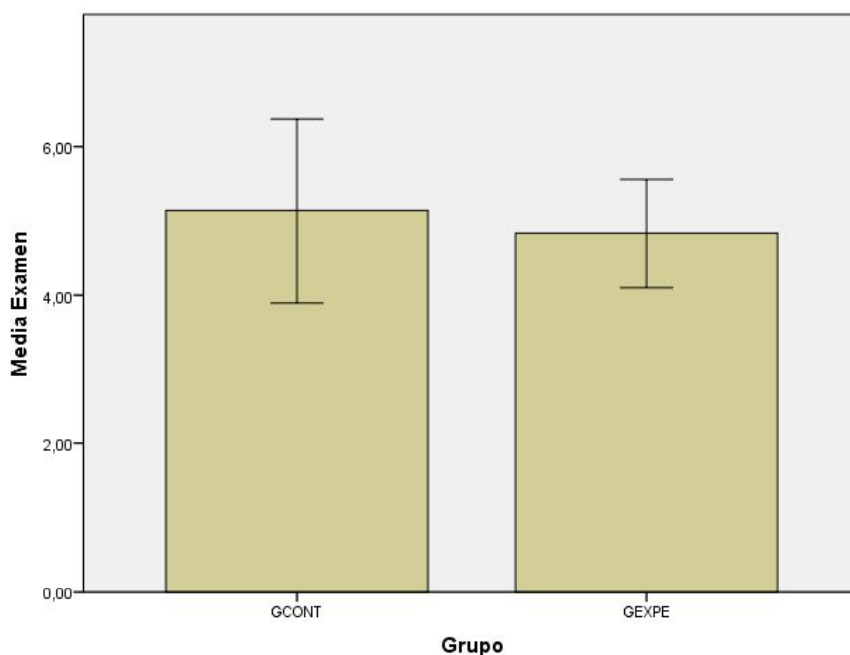


Gráfico 20. Representación de la media obtenida en el examen final por el GEXPE y por el GCONT. Barras de error al 95% IC.

Como se ve en el gráfico, la nota media obtenida en el examen por el GCONT es algo mayor que la obtenida por el GEXPE, aunque, como se acaba de comprobar, no se aprecian diferencias estadísticas.

La pequeña diferencia observada en los resultados anteriores puede estar condicionada ya que debido a la presencia de varios días festivos y el horario del GCONT, el examen para este grupo tuvo lugar una semana después que el GEXPE.

#### 4.4 Cuestionario de opinión

Para el análisis del cuestionario de opinión se han unido los resultados de las dos opciones más desfavorables (1 y 2) y las dos opciones más favorables (3 y 4). A continuación se muestran los resultados globales, favorables y desfavorables, sacados de los resultados individuales (Anexo 15) que se han obtenido para cada uno de los tres grupos establecidos (Tabla 4).

CLASIFICACIÓN	PREGUNTAS	% DESFAVORABLES	% FAVORABLES
Características de la MRPI	1, 2, 4 y 7	33,3	66,7
Metodología de trabajo	3, 5 y 6	21,1	78,9
Autoconfianza del alumno	8 y 9	44,3	55,7

Tabla 4. Resultados globales de las respuestas favorables (valoraciones 3 y 4) y desfavorables (valoraciones 1 y 2) del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

A partir de los resultados recogidos en la tabla 4, se observa como los alumnos valoran favorablemente cada uno de estos organizadores estudiados, sobre todo la metodología de trabajo donde los propios alumnos hacen referencia al trabajo en equipo o el respeto por las opiniones de sus compañeros en sus contestaciones.

A continuación, se analiza cada cuestión de forma individual mostrando un gráfico acerca de los niveles de valoración que han seleccionado los alumnos y algunos ejemplos de las respuestas más relevantes que dieron los alumnos hacia la MRPI.

**Pregunta 1. ¿Cómo te parece la forma de resolver los problemas que se ha empleado?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 21) aparece el número de alumnos que elige cada opción, donde los niveles de valoración están entre aburrida (1) e interesante (4).

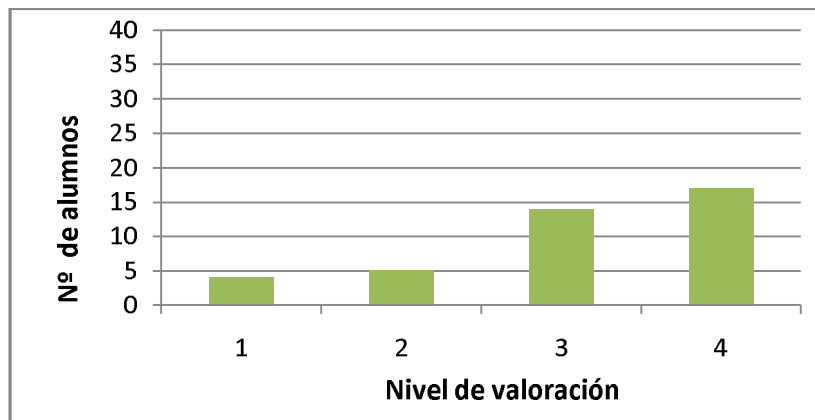


Gráfico 21. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Algunas de las opiniones que mostraron los alumnos para argumentar el interés por esta forma de trabajar están relacionadas principalmente con el gusto por trabajar en grupo:

*"Pues porque trabajamos en grupo y es mejor porque nos ayudamos."*

*"Porque así aprendemos a trabajar en grupo y aprendemos a buscar la información, escribirla, etc."*

*"A mí me ha gustado porque hemos trabajado en equipo por primera vez en el curso y es muy divertido."*

A otros les gusta o divierte esta forma de trabajar resolviendo problemas ya que implica una mayor autonomía o el uso de recursos como los ordenadores:

*"Porque es más divertido, diferente y creo que se puede aprender más."*

*"Porque la información la tienes que buscar tú y no que el profe te lo de todo hecho."*

*"Porque hemos ido a ordenadores."*

Para finalizar el análisis de esta pregunta, vemos que el 77,5% de valoraciones son favorables, lo que indica que en general esta forma de resolver los problemas les resulta bastante interesante aunque no a la totalidad de los alumnos.

**Pregunta 2. ¿Te han ayudado los problemas a entender mejor los conceptos relacionados con las plantas?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 22) se muestran los resultados obtenidos, donde los niveles de valoración están entre poco (1) y mucho (4).

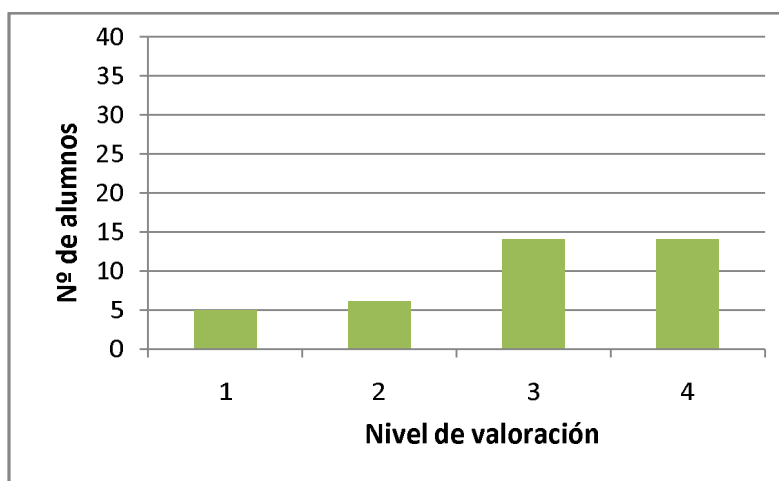


Gráfico 22. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Las razones que dan los alumnos para argumentar si esta forma de resolver los problemas les ha ayudado a aprender mejor los conceptos relacionados con las plantas están relacionadas principalmente con que aprenden buscando información. Algunas de las opiniones positivas al respecto que dieron son:

*"Sí porque como lo busqué en internet se me quedo en la cabeza."*

*"Sí porque tenía que pensar."*

*"Porque se más de las plantas".*

*"Porque me ha ayudado a estudiar para el examen."*

Otros alumnos manifiestan que no les ha servido para aprender los conceptos relacionados con las plantas:

*"Porque no me han ayudado."*

*"No me ha servido porque me ha parecido aburrido."*

*"No porque ya lo había estudiado."*

Para finalizar el análisis de esta pregunta, vemos que el 71,8% de valoraciones son favorables, lo que indica que en general los problemas les han ayudado a entender mejor los conceptos relacionados con las plantas aunque no a la totalidad de los alumnos.

**Pregunta 3. ¿Te gustaría que se aplicara esta forma de trabajo al resto de las unidades?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 23) se muestran los resultados obtenidos, donde los niveles de valoración están entre no (1) y sí (4).

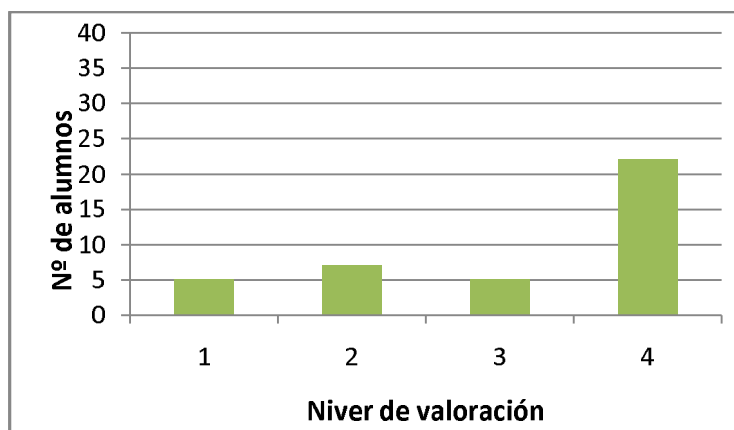


Gráfico 23. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Algunas de las opiniones que dieron los alumnos para argumentar el deseo de trabajar de esta forma en el resto de unidades son:

*"Me gustaría porque es una forma muy divertida."*

*"Porque se entendería mejor."*

*"Porque es menos aburrido que hacer ejercicios."*

*"Porque me gusta trabajar en grupo."*

Otros alumnos opinan que no les gustaría trabajar así en el resto de unidades:

*"No estaría mal pero no me convence mucho."*

*"Hay a veces que prefiero estudiar o hacer deberes."*

*"Porque creo que es muy lioso."*

Para finalizar el análisis de esta pregunta, vemos que el 69,2% de valoraciones son favorables, lo que indica que esta forma de trabajar les ha gustado aunque a poco más de la mitad de los alumnos.

**Pregunta 4. ¿Te ha ayudado esta forma de resolver los problemas a familiarizarte con el trabajo de los científicos?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 24) se muestran los resultados obtenidos, donde los niveles de valoración están entre poco (1) y mucho (4).

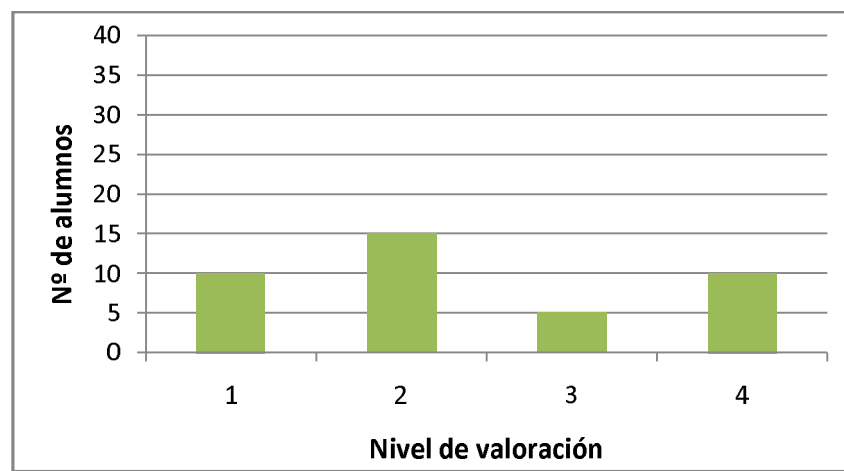


Gráfico 24. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Algunas opiniones de los alumnos manifiestan de forma negativa que esta forma de resolver las situaciones problemáticas no les ha ayudado a familiarizarse con el trabajo de los científicos:

*"Pues poco porque los científicos lo hacen más interesante."*

*"Porque no lo entendía algunas veces."*

*"No, muy poco porque este tipo de trabajo es muy aburrido."*

Otros tienen la percepción de que les ha servido esta metodología para aprender cómo trabajan los científicos:

*"Sí porque ya sé cómo resolver los problemas científicos."*

*"Me he sentido científico."*

*"Porque hemos seguido el planteamiento seguido en las prácticas científicas, pero obviamente no es lo mismo."*

Respecto a si esta forma de resolver las situaciones problemáticas les ayuda mucho o poco a familiarizarse con el trabajo de los científicos, hay un 37,5% de valoraciones favorables frente a un 62,5% de valoraciones desfavorables, por lo que, en general, los alumnos no ven la metodología útil en este aspecto.

**Pregunta 5. ¿Cómo te ha resultado la ayuda que has recibido del profesor para aprender a resolver los problemas?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 25) se muestran los resultados obtenidos, donde los niveles de valoración están entre inútil (1) y muy útil (4).

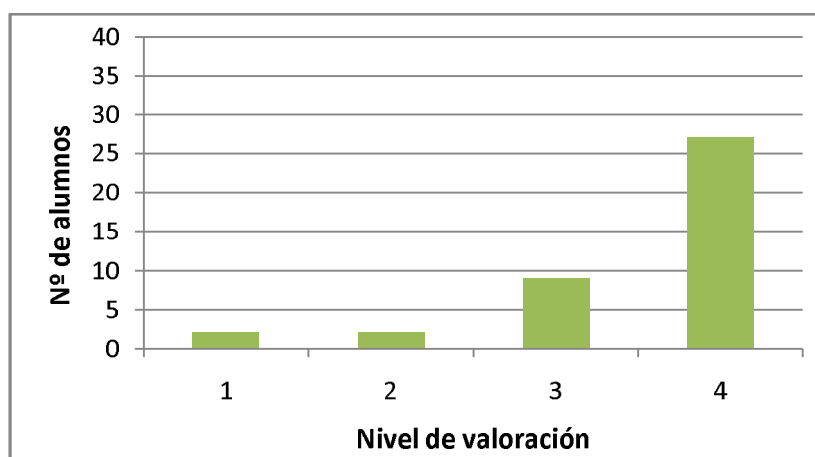


Gráfico 25. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Respecto a su valoración sobre la utilidad de la ayuda recibida por el profesor para la resolución de los problemas, los alumnos suelen hacer referencia a las explicaciones u orientaciones que el profesor les daba para poder llevar a cabo el proceso:

*"Porque me lo ha explicado todo muy bien."*

*"Nos han ayudado mucho a realizar los problemas y lo han explicado muy bien."*

*"Porque me han ayudado a resolver mis dudas."*

*"Porque es muy paciente y explica claramente."*



Algunas opiniones sobre lo poco útil de la ayuda recibida del profesor fueron:

*"Porque ya me lo sabía mediante búsquedas en internet sin ayuda."*

*"Apenas me han ayudado en el temario."*

El papel del profesor y su ayuda son valorados favorablemente por el 90% de los alumnos.

### **Pregunta 6. ¿Cómo te ha resultado la forma de desarrollar la unidad de las plantas?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 26) se muestran los resultados obtenidos, donde los niveles de valoración están entre aburrida (1) y interesante (4).

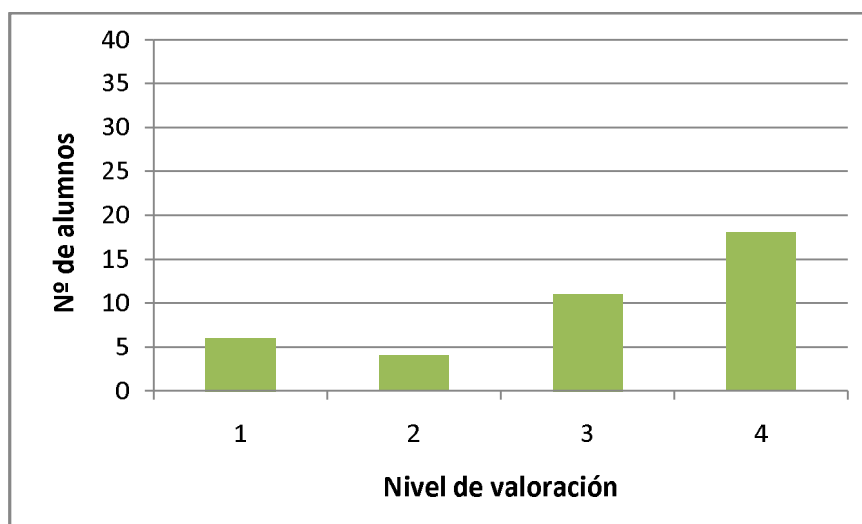


Gráfico 26. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Algunas de las razones que dan los alumnos para argumentar que les ha parecido interesante la forma de desarrollar la unidad didáctica han sido:

*"Porque son cosas nuevas."*

*"Ha sido bastante amena."*

*"Me ha parecido original."*

*"Porque es otro tipo de desarrollo de unidad y me ha gustado."*

Otros alumnos que argumentan que les parece aburrida la forma de desarrollar la unidad didáctica, hacen referencia sobre todo a que no les gusta la asignatura:

*"Porque no me gusta la Biología."*

*"Porque es aburrida."*

*"Tampoco muy interesante porque no me gusta el tema."*

*"No me resulta la mejor manera de desarrollar una unidad."*

Para finalizar el análisis de esta pregunta, vemos que el 74,4% de valoraciones son favorables, lo que indica que la forma de desarrollar la unidad didáctica "Las plantas" les ha gustado o parecido interesante.

**Pregunta 7. ¿Crees que esta forma de resolver problemas te puede ser útil en un futuro o para los siguientes cursos?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 27) se muestran los resultados obtenidos, donde los niveles de valoración están entre no (1) y sí (4).

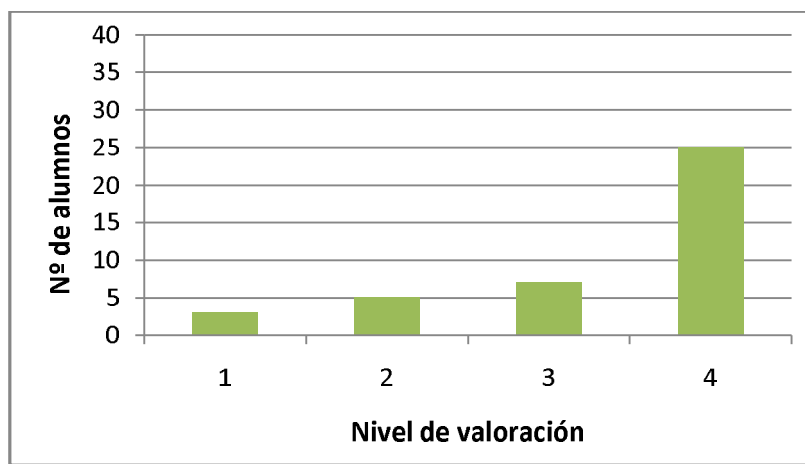


Gráfico 27. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Algunas de las razones que dan los alumnos para argumentar que esta forma de resolver problemas les puede ser útil en un futuro son:

*"Sí, porque ya se los pasos que hay que seguir para resolver problemas de este tipo."*

*"Sí ya que tienes que aprender a trabajar con todo tipo de personas."*

*"Sí porque los pasos de cómo hacerlo los tengo claros."*

*"Porque me ayuda a razonar y saber explicar las cosas bien."*

*"Sí porque es más fácil de comprender."*

*"Sí, para relacionarme mejor con mis compañeros."*

Respecto a si esta forma de resolver las situaciones problemáticas les puede ser útil en un futuro, hay un 80% de valoraciones favorables, por lo que en general los alumnos piensan que sí les puede servir en un futuro.

**Pregunta 8. ¿Te ha despertado algún interés esta forma de resolver problemas respecto a la Biología y/o las ciencias en general?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 28) se muestran los resultados obtenidos, donde los niveles de valoración están entre no (1) y sí (4).

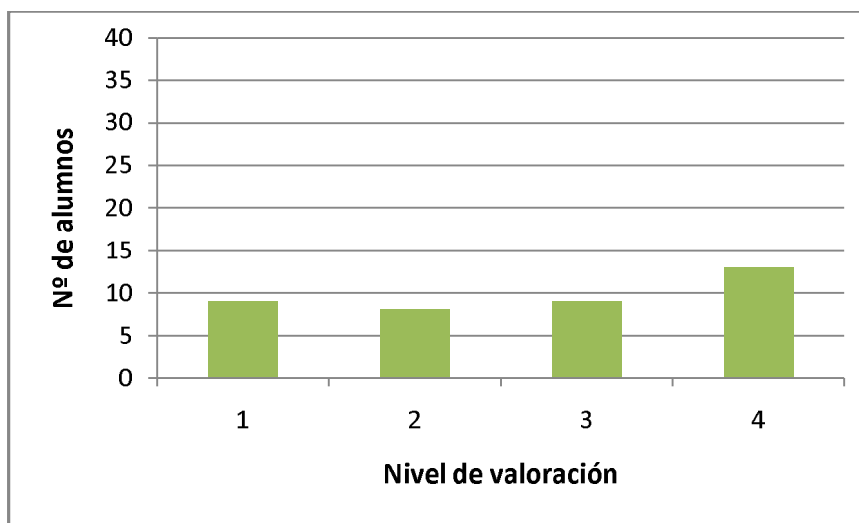


Gráfico 28. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

Aunque muchos alumnos declaran que no les gustan las ciencias, las razones que dan sobre el interés que les ha despertado esta forma de trabajar por las ciencias están relacionadas, principalmente, con la facilidad, comprensión o novedad de la metodología:

*"Sí porque es muy interesante."*

*"Sí, es menos aburrida."*

*"Porque había que aprender cosas nuevas, me resulta más interesante y me va empezando a gustar más la Biología."*

*"Porque eran problemas fáciles de resolver."*

Otros alumnos manifiestan que no les gusta la Biología y/o las ciencias:

*"Porque no me gusta la biología."*

*"No porque la Biología no es lo mío."*

*"No me gusta la Biología porque es un rollo."*

A partir de los datos recogidos, vemos que tan solo el 56,4% de los alumnos dan valoraciones favorables sobre el interés que les despierta por las ciencias esta forma de trabajar resolviendo problemas.

### **Pregunta 9. ¿Crees que esta forma de trabajo ha aumentado tu confianza personal?**

En el siguiente gráfico (Gráfico 29) se muestran los resultados obtenidos, donde los niveles de valoración están entre no (1) y sí (4).

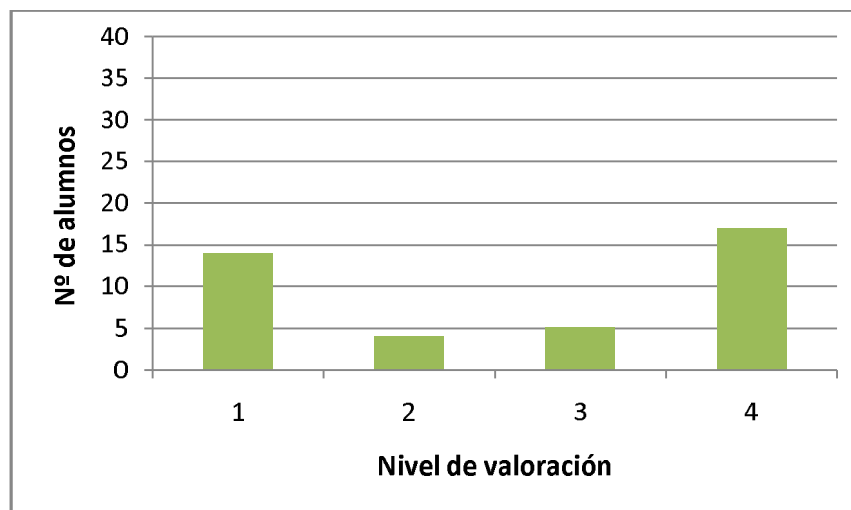


Gráfico 29. Representación del número de alumnos que elige cada nivel de valoración del cuestionario de opinión sobre la MRPI.

El aumento de confianza, que muestran los alumnos para resolver problemas gracias a esta forma de trabajar con la MRPI, se relaciona con la importancia de

trabajar en equipo y las relaciones formadas con sus compañeros durante el trabajo en equipo:

*"Sí para estar más relacionado con la gente."*

*"Porque creo más en mí mismo."*

*"Porque me enteraba mejor y me sentía bien por enterarme."*

Alguna opinión de los alumnos indica que su confianza sigue igual que al principio:

*"Sigo igual."*

Para finalizar del análisis de esta pregunta, vemos que el 55% de los alumnos cree que ha aumentado su confianza y un 45% no lo cree así.

## **5.CONCLUSIONES**

Teniendo en cuenta los resultados y el objetivo planteado en el presente trabajo, se puede concluir que:

1. Previo comienzo de la unidad didáctica:
  - Más de dos tercios de alumnos no conocían las principales características que diferencian a las plantas de los animales.
  - Más de tres cuartos de alumnos desconocían el grupo de plantas al que pertenecen los helechos, sin embargo más de la mitad saben por dónde absorben agua los musgos.
  - Un tercio de los alumnos que conocía el significado de fotosíntesis no sabía la importancia de ese proceso para la vida en el planeta.
  - A pesar de que dos tercios de alumnos sabía definir correctamente el proceso de polinización, solo el 8% de alumnos conocía la importancia de las flores para la planta.
  
2. Comparando las prácticas de laboratorio realizadas por el GCONT con los problemas planteados como investigación en el GEXPE, se observó que el GEXPE obtiene resultados estadísticamente mejores que el GCONT. Los problemas podrían ser una buena metodología para el desarrollo de la competencia científica ya que los alumnos tienen la

necesidad de indagar y buscar la información por ellos mismos, mientras que en las prácticas realizadas en el laboratorio no ocurre esto.

3. Los alumnos han conseguido tener un mayor dominio en la resolución de problemas gracias a los pasos o fases de la MRPI, aunque la fase de formulación de hipótesis requiere un nivel de abstracción que a los alumnos de 1º de ESO todavía les cuesta un poco.
4. Los alumnos manifestaron satisfacción hacia la MRPI y la enseñanza a través de ella. Declararon que los problemas les han ayudado a entender mejor los conceptos relacionados con las plantas y creen que les será útil esta metodología para un futuro.
5. Los alumnos no asociaron la MRPI con el trabajo de los científicos, por lo que no han entendido bien el trabajo de los científicos o no han entendido bien el trabajo.
6. Respecto al trabajo en grupos cooperativos, los alumnos declaran la importancia del trabajo en grupo como factor que potencia y genera un adecuado clima de clase para el aprendizaje.
7. Tras el análisis del conjunto de actividades y la observación directa durante la unidad se ha comprobado que los alumnos presentan problemas en la ortografía, la redacción y la estructuración de las frases.

## **6. PROPUESTAS DE MEJORA**

Respecto a las posibles propuestas de mejora en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, en base a la investigación realizada con los alumnos, se pueden aportar algunas sugerencias:

- Antes del comienzo de la unidad didáctica, sería conveniente pasar a los alumnos un cuestionario de opinión acerca de los intereses e inquietudes sobre el tema de plantas. Esto ayudaría a conocerlos mejor para tenerlo en cuenta en la planificación de las actividades.

- Respecto a la temática de los problemas, podría ser una opción muy razonable que la eligieran los propios alumnos para una mayor motivación.
- Otra posibilidad sería diseñar no solo dos problemas relacionados con las plantas sino todos aquellos que fueran necesarios para que la mayoría de los contenidos de la unidad didáctica se trabajaran así.
- El examen final se tuvo que adaptar a los criterios marcados por la profesora de estos tres grupos de clase, pero lo más conveniente hubiera sido incluir en él todas las preguntas del cuestionario inicial para facilitar el análisis posterior del seguimiento del aprendizaje.
- Para comprobar la persistencia en el tiempo de los aprendizajes realizados a través de la MRPI, sería conveniente plantear pasar a los alumnos unos meses después un cuestionario donde estuvieran incluidas las preguntas del cuestionario inicial para posibilitar la comparación de las mismas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

**Barrows, H. S.** 1986. A Taxonomy of problem based learning methods. *Medical Education*; **20**: 481-486.

**Benjumeda, F. J., Romero, I., López-Martín, M. M.** (2015). Alfabetización matemática a través del aprendizaje basado en proyectos en secundaria. En C. Fernández, M. Molina y N. Planas (eds.), *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 163-172). Alicante: SEIEM.

**Escribano, A. Del Valle, A.** (2008) *El Aprendizaje Basado en Problemas: una propuesta metodológica en Educación Superior*. Madrid: Narcea S.A.

**Gil, D., Martínez-Torregrosa, J.** 1983. A model for problem-solving with scientific methodology. *European Journal of Science Education*; **5(4)**: 447-455.

**Handelsman, J., Ebert-May, D., Beichner, R., Bruns, P., Chang, A., DeHaan, R., Gentile, J., Lauffer, S., Stewart, J., Tilghman, S. M., Woodet W. B.** 2004. Scientific Teaching. *Science*; **304**: 521-522.

**Handelsman, J., Miller, S., Pfund, C.** (2007). *Scientific Teaching*. Nueva York: WH Freeman & Company.

**Hmelo-Silver, C. E., Barrows, H. S.** 2006. Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*; **1(1)**: 21-39.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). (2010). Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño: Aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica. Recuperado de: [http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas\\_didacticas/abp/abp.pdf](http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/abp.pdf)

**Jiménez, P. M.** 2003. Aprendizaje cooperativo, una estrategia pedagógica para la enseñanza en grupos grandes: antecedentes teóricos. *Espiga*; **4(8)**: 95-108.

**Maldonado, M. R., Vásquez, M. R., Toro, C. O.** 2010. Desarrollo metodológico de "análisis de casos" como estrategia de enseñanza. *Educación Médica Superior*; **24**: 85-94.



**Mandujano, O. Z.** (2015). Conceptualización del aprendizaje activo en la enseñanza de las ciencias en educación básica. En V. Del Carmen Avendaño (coord.), *Enfoques de enseñanza en la educación básica* (pp.41-57). México: División de Investigación y Posgrado.

**Martínez, M. M. A., Ibáñez, M. T.** 2005. Solving problems in genetics. *International Journal of Science Education*, **27(1)**: 101-121.

**Martínez, M. M. A., Ovejero, P. M.** 1997. Resolver el problema abierto: "Teñir lanas a partir de productos colorantes naturales". Una actividad investigativa para la enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*; **15(3)**: 401-422.

MECD. (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. B.O.E. de 26 de diciembre de 2014. <http://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-201537.pdf>

MECD. (2015). 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. B.O.E. de 29 de enero de 2015. Recuperado de: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>

**Michael, J.** 2006. Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*; **30**: 159-167.

**Morales, P. B., Landa, V. F.** 2004. Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*; **13**: 145-157.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2002). Informe PISA 2000. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39817007.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2004). Informe PISA 2003. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39732493.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2006). Informe PISA 2006. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2010). Informe PISA 2009. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/pisa-2009-con-escudo.pdf?documentId=0901e72b808ee4fd>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2013). Informe PISA 2012. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>

**Pavón, F. M., Martínez, M.M. A.** 2014. La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las ciencias*; **32(3)**: 469-492.

**Pérez, A. M., Gil, R. J., Czaplicki, E. R., Gómez, F.L.** 2015. Docencia pregrado de patología vascular basada en problemas. *Angiología*; **67**: 38-42.

**Prince, M. J., Felder, R. M.** 2006. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons and Research Bases. *Journal Engineering Education*; **95(2)**: 123-138.

**Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Heriksson, H., Hemmo, V.** (2007). Science Education Now: A renewed pedagogy for the future of Europe. En *Informe Rocard*. Bruselas: European Commission.

**Schwartz, R. S., Lederman, N. G., Crawford, B. A.** 2004. Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*; **88(4)**: 610-645.

**Varela, M. P., Martínez, M. M. A.** 1997. Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: La resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*; **15(2)**, 173-188.

**Wong, K. K. H., Day, J. R.** 2008. A Comparative Study of Problem-Based and Lecture-Based Learning in Junior Secondary School Science. *Research in Science Education*; **39**: 625-642.

**Wood, E. J.** 2004. Problem-Based Learning: Exploiting Knowledge of how People Learn to Promote Effective Learning. *Bioscience Education*; **3(1)**: 1-12.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Problema 1

Grupo de trabajo:

Curso:

#### Problema N°1

*¿Por qué las plantas son seres vivos? Sabemos que los animales tienen órganos pero, ¿y las plantas? ¿Podrían vivir las plantas sin alguno de sus órganos?*

Contenidos teóricos que tengo que tener en cuenta:

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Hipótesis planteadas (lluvia de ideas sobre posibles soluciones):

- 
- 
- 
- 
- 
-

**Anexo 2. Problema 2****Grupo de trabajo:****Curso:****Problema N°2**

***¿Qué estrategias adaptativas utilizan las plantas para atraer a sus polinizadores? ¿Qué consecuencias tendría para las plantas que los insectos desaparecieran?***

**Contenidos teóricos que tengo que tener en cuenta:**

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

**Hipótesis planteadas (lluvia de ideas sobre posibles soluciones):**

- 
- 
- 
- 
- 
-

### Anexo 3. Hoja explicativa del trabajo

## RESOLUCIÓN Y ENTREGA DE LOS PROBLEMAS

Cada problema representa el 25% de la nota de este tema, haciendo un total de 50%, ya que son 2 problemas.

Aviso: no solo se tendrá en cuenta los trabajos escritos, la participación activa del grupo durante las clases de problemas será clave para la nota final de cada problema.

Para cada problema debéis:

1. Leer y contestar en la ficha grupal del problema, los pasos de la hoja "¿Qué debo hacer para resolver un problema?"
2. Posteriormente, como trabajo grupal para casa seguiréis con la investigación siguiendo la siguiente estructura:

- **Introducción:** Debéis desarrollar, a modo de resumen, los contenidos que estén relacionados con el problema.
- **Objetivos:** En este apartado debéis escribir cuál es el objetivo u objetivos de cada problema, es decir, que es lo que queréis averiguar.
- **Material y métodos:** Se trata de que escribáis los materiales o recursos que habéis usado para resolver el problema (libros de texto, internet, etc.) y cómo os habéis organizado para la búsqueda de información.
- **Resultados:** En este apartado debéis escribir cuál es el resultado al que habéis llegado tras la búsqueda de información.
- **Conclusiones:** Se trata de resumir en pocas palabras el resultado, y comentar si el resultado coincide con alguna de las hipótesis que os planteasteis al principio.
- **Bibliografía:** Aquí debéis anotar de donde habéis sacado la información: qué libros de texto habéis usado (editorial, año, autor/es), qué páginas de internet (escribir el link), enciclopedias, etc.

### Anexo 4. Notas desglosadas GEXPE

GEXPE	% PROBL. 1	% PROBL. 2	NOTA EXAMEN	% EXAMEN	NOTA FINAL UD
Alumno 1	1,6	1,2	6,7	3,35	6,15
Alumno 2	1,6	1,1	2,4	1,2	3,9
Alumno 3	1,5	1,1	3,2	1,6	4,2
Alumno 4	1,5	0,3	7,3	3,65	5,45
Alumno 5	1,5	0	8,4	4,2	5,7
Alumno 6	1,5	0,3	3	1,5	3,3
Alumno 7	1,4	0,2	4	2	3,6
Alumno 8	1,4	0,2	4,5	2,25	3,85
Alumno 9	1,1	0,8	5,9	2,95	4,85
Alumno 10	1	1,1	2,5	1,25	3,35
Alumno 11	1,1	1,1	1,9	0,95	3,15
Alumno 12	1,1	1,1	3,5	1,75	3,95
Alumno 13	2	1,9	5,3	2,65	6,55
Alumno 14	1,9	1,8	1,4	0,7	4,4
Alumno 15	1,9	1,9	7,6	3,8	7,6
Alumno 16	1,6	1,6	7	3,5	6,7
Alumno 17	0,6	0,7	5,1	2,55	3,85
Alumno 18	0,6	0,7	6,3	3,15	4,45
Alumno 19	1,1	1	3,7	1,85	3,95
Alumno 20	1,1	1	8	4	6,1
Alumno 21	1,1	1	2,6	1,3	3,4
Alumno 22	1,9	2	3,9	1,95	5,85
Alumno 23	1,9	2	8,2	4,1	8
Alumno 24	1,8	1,9	1,6	0,8	4,5
Alumno 25	1,6	1,2	6	3	5,8
Alumno 26	1,6	1,2	8,7	4,35	7,15
Alumno 27	1,6	1,2	3,1	1,55	4,35
Alumno 28	2	2	7,6	3,8	7,8
Alumno 29	2	1,9	5,6	2,8	6,7
Alumno 30	1,8	1,9	2,8	1,4	5,1
Alumno 31	2	2	7,2	3,6	7,6
Alumno 32	1,5	1,1	7,3	3,65	6,25
Alumno 33	1,4	1	2,5	1,25	3,65
Alumno 34	1,4	1,1	1,3	0,65	3,15
Alumno 35	1,3	1	1,3	0,65	2,95
Alumno 36	1,6	1,2	7,2	3,6	6,4
Alumno 37	1,3	0,9	3	1,5	3,7
Alumno 38	0,2	0,3	5,1	2,55	3,85
Alumno 39	0,2	0,3	6,3	3,15	4,45
Alumno 40	1,6	1,2	4,2	2,1	4,9

## Anexo 5. Práctica de laboratorio 1

### MUSGOS Y HELECHOS

#### **Objetivo**

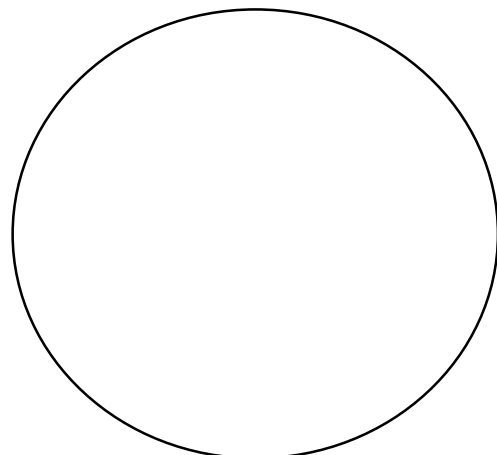
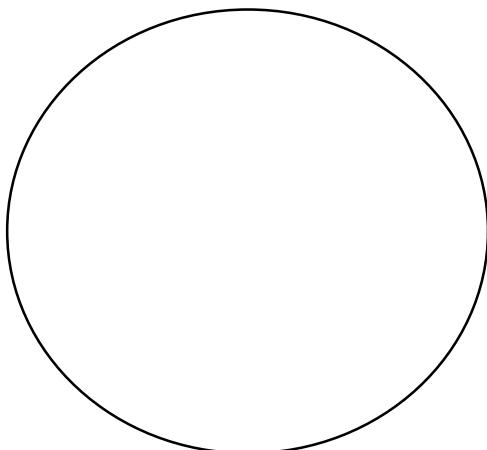
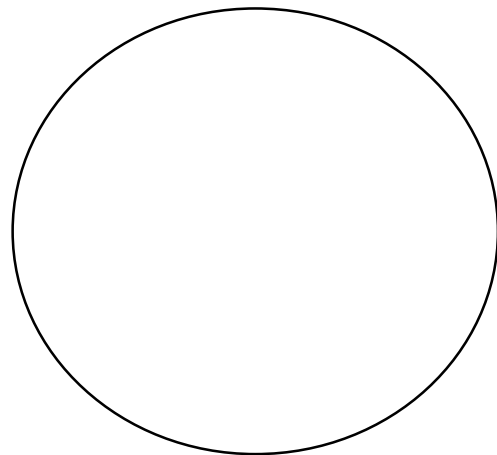
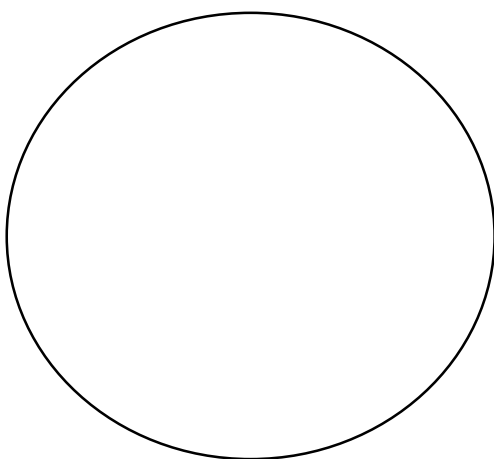
Observar helechos y musgos con la lupa binocular.

#### **Material**

- Distintos ejemplares de helechos y musgos.
- Lupa binocular.
- Pinzas.

#### **Procedimiento**

1. Con ayuda de las pinzas, coloca sobre la platina de la lupa binocular la muestra y obsérvala.
2. Haz un dibujo de lo que observas, diferenciando sus estructuras características: frondes, filoide, cauloide, esporas, rizoide, soros, cápsula, filamento, etc.
3. Indica siempre en el dibujo los aumentos que has utilizado.
4. Sigue el mismo procedimiento para cada ejemplar.



**Anexo 6. Práctica de laboratorio 2****BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA 1º ESO****Práctica nº:****ÓRGANOS VEGETALES****La raíz**

1. Observa la raíz directamente y, si es necesario, con la lupa binocular y contesta:

¿De qué color es la raíz? \_\_\_\_\_

¿Cómo es la raíz (axonomorfa o fasciculada)? \_\_\_\_\_

¿Diferencias una raíz principal y secundaria? \_\_\_\_\_

Haz un dibujo de la raíz y señala todas sus partes:

**El tallo**

2. Observa el tallo, directamente o con la lupa binocular, y contesta:

¿De qué color es el tallo? \_\_\_\_\_ ¿Es herbáceo o leñoso? \_\_\_\_\_

¿Presenta yemas? \_\_\_\_\_ ¿Qué tipo de yemas (axilares/terminales)? \_\_\_\_\_

Haz un dibujo del tallo señalando sus partes:

**Las hojas**

3. Observa una hoja con la lupa binocular, por el haz y por el envés, mira las diferencias y contesta:

¿Tu hoja tiene peciolo? \_\_\_\_\_ ¿Es simple o compuesta? \_\_\_\_\_

¿Cómo son las hojas respecto al tallo?: ¿Opuestas? \_\_\_\_\_

¿Alternas? \_\_\_\_\_

¿Dónde se observa mejor la nerviación, en el haz o en el envés? \_\_\_\_\_

Haz un dibujo de la hoja y señala sus partes:



## La flor

4. Observa la flor a simple vista. Identifica las diferentes partes: cáliz, corola, androceo (conjunto de estambres) y pistilo.

¿Cómo es tu flor (hermafrodita/unisex. femenina/unisex. masculina)? \_\_\_\_\_

¿Por qué sabes que lo es? \_\_\_\_\_

5. Observa los sépalos con la lupa binocular. Fíjate si están soldados entre sí o sueltos. Para ello, tira de uno con las pinzas, sin romperlo: si se suelta es que los sépalos son libres, en caso contrario los sépalos están soldados. Cuenta el número de sépalos.

¿Tiene sépalos? \_\_\_\_\_ N° de sépalos: \_\_\_\_\_

¿Cómo se llama el conjunto de sépalos de la flor? \_\_\_\_\_

¿Los sépalos son libres o están soldados? \_\_\_\_\_

6. Identifica los pétalos y procede de la misma manera que en el apartado anterior.

N° de pétalos: \_\_\_\_\_ ¿De qué color son? \_\_\_\_\_

¿Cómo se denomina al conjunto de pétalos de la flor? \_\_\_\_\_

¿Los pétalos son libres o están soldados? \_\_\_\_\_

7. Cuenta el número de estambres. Sepáralos del resto de la flor.

¿Tiene estambres? \_\_\_\_\_ N° de estambres: \_\_\_\_\_

Haz un dibujo indicando sus partes:

8. Observa la forma del pistilo. Algunas flores pueden tener varios.

¿Tiene pistilo? \_\_\_\_\_ N° de pistilos: \_\_\_\_\_

¿Qué forma tiene el pistilo? \_\_\_\_\_ ¿Le falta alguna de sus partes? \_\_\_\_\_

Haz un dibujo indicando sus partes:

### Anexo 7. Notas desglosadas GCONT

<b>GCONT</b>	<b>% PRÁCTICA 1</b>	<b>% PRÁCTICAS 2</b>	<b>NOTA EXAMEN</b>	<b>% EXAMEN</b>	<b>NOTA FINAL UD</b>
Alumno 1	1	1	3,5	1,75	3,75
Alumno 2	0,2	0,2	2,1	1,05	1,45
Alumno 3	0,9	1,3	5,5	2,75	4,95
Alumno 4	0,2	0,2	1	0,5	0,9
Alumno 5	1,5	1,5	6,5	3,25	6,25
Alumno 6	1,7	1,7	8,5	4,25	7,65
Alumno 7	0,2	0,2	2,8	1,4	1,8
Alumno 8	0,3	0,3	3,3	1,65	2,25
Alumno 9	1,7	1,7	2,9	1,45	4,85
Alumno 10	1,7	2,1	8,3	4,15	7,95
Alumno 11	0,3	0,3	7	3,5	4,1
Alumno 12	0,3	0,3	0,7	0,35	0,95
Alumno 13	0,3	0,3	6,5	3,25	3,85
Alumno 14	1,5	1,9	3,8	1,9	5,3
Alumno 15	0,3	0,3	2,5	1,25	1,85
Alumno 16	0,3	0,2	7,9	3,95	4,45
Alumno 17	1,7	2,5	8,6	4,3	8,5
Alumno 18	0,3	0,3	3,3	1,65	2,25
Alumno 19	1,7	2,5	9	4,5	8,7
Alumno 20	1,1	1,9	5,8	2,9	5,9
Alumno 21	1,1	0,3	8,3	4,15	5,55

## Anexo 8. Cuestionario inicial

Nombre y apellidos:.....Curso:.....

1. ¿Qué diferencia a una planta de un animal?

2. Las plantas:

- A. Pueden moverse pero no desplazarse.
- B. Pueden desplazarse y moverse.
- C. Pueden desplazarse pero no moverse.
- D. Ninguna de las anteriores es correcta.

3. Nombra 3 ejemplares de plantas que conozcas para cada tipo:

Herbáceas	Arbustos	Árboles
-	-	-
-	-	-
-	-	-

4. Nombra 3 ejemplares de fruto que conozcas para cada tipo:

Frutos carnosos	Frutos secos
-	-
-	-
-	-

5. Relaciona:

- |               |   |
|---------------|---|
| A. El fruto   | 1. Realiza la fotosíntesis, la transpiración y el intercambio de gases. |
| B. El tallo   | 2. Contiene y protege a las semillas durante su desarrollo.             |
| C. La flor    | 3. Posibilidad de generar de una nueva planta.                          |
| D. La raíz    | 4. Transporta la savia elaborada a las diferentes partes de la planta.  |
| E. Las hojas  | 5. Fijación al suelo y absorción de agua y sales minerales.             |
| F. La semilla | 6. Órgano reproductor de la planta.                                     |

6. Los musgos absorben agua a través de:

- A. Las raíces.
- B. Toda la superficie de su cuerpo.
- C. No son capaces de absorber agua.
- D. Ninguna de las anteriores es correcta.

**7. Los helechos forman parte del grupo de:**

- A. Plantas con semillas.
- B. Angiospermas.
- C. Plantas sin semillas.
- D. Ninguna es correcta, los helechos no son plantas.

**8. ¿Qué te sugiere la palabra "estrategia adaptativa" en relación con las plantas?**

**9. La fotosíntesis se puede definir como:**

- A. Absorción de oxígeno.
- B. Absorción de agua y sales minerales.
- C. Fabricación de dióxido de carbono a partir de sustancias orgánicas utilizando luz solar.
- D. Fabricación de sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas utilizando luz solar.

**10. ¿Qué importancia tiene el proceso de fotosíntesis para la vida en el planeta?**

**11. ¿De qué parte de la planta provienen los frutos?**

- A. De las hojas.
- B. De las raíces.
- C. De las flores.
- D. Del tallo.

**12. La semilla es la estructura de la planta que:**

- A. Almacena el dióxido de carbono del aire.
- B. Atrae a organismos polinizadores.
- C. Protege al fruto del medio exterior.
- D. Tiene la posibilidad de generar nueva vida.

**13. Explica, ¿por qué son importantes las flores para las plantas?**

**14. La polinización es:**

- A. El proceso de formación de una nueva planta, siempre que las condiciones sean adecuadas.
- B. El proceso mediante el cual los granos de polen son transportados desde los estambres a los pistilos.

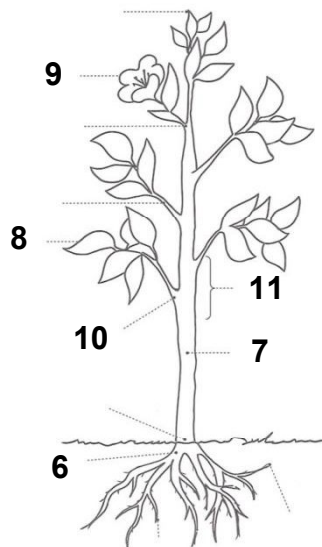
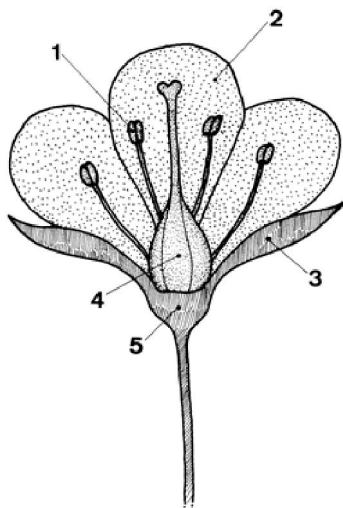
- C. El proceso de unión de un grano de polen y un óvulo.
- D. Un proceso implicado en la formación del propio alimento por parte de las plantas.

15. ¿Qué crees que le pasaría a las plantas si desaparecieran los insectos?

16. Marca con un círculo aquellos términos que **SÍ** estén relacionados con las plantas:

Tallo	Semilla	Esporas
Pluma	Frondes	Antenas
Limbo	Pecíolo	Nervio
Estambres	Concha	Volva
Pulmones	Columna vertebral	Tentáculos
Hoja	Clorofila	Envés
Pata	Sombrero	Pétalos
Raíz	Cilios	Arterias

17. Nombra las partes señaladas con números:



- |         |         |          |
|---------|---------|----------|
| 1 _____ | 5 _____ | 9 _____  |
| 2 _____ | 6 _____ | 10 _____ |
| 3 _____ | 7 _____ | 11 _____ |
| 4 _____ | 8 _____ |          |

## Anexo 9. Criterios de calificación del cuestionario inicial

- Las preguntas tipo test solo tenían una respuesta correcta de entre 4 opciones.
- Las preguntas 1, 8, 10, 13 y 15, se clasifican en:
  - Mal: respuesta muy escasa, incoherente y errónea.
  - Regular: respuesta incoherente y con errores o ausencia de conocimientos graves.
  - Bien: Respuesta coherente aunque con algún error o ausencia de conocimientos.
  - Muy bien: Respuesta coherente y completa.
- Preguntas 3, se clasifica en función del número de aciertos:
  - Mal: si hay de 0-1 aciertos.
  - Regular: si hay de 2-4 aciertos.
  - Bien: si hay de 5-7 aciertos.
  - Muy bien: si hay de 8-9 aciertos.
- Pregunta 4, se clasifica en función del número de aciertos:
  - Mal: si hay de 0-1 aciertos.
  - Regular: si hay de 2-3 aciertos.
  - Bien: si hay de 4-5 aciertos.
  - Muy bien: si hay 6 aciertos.
- Pregunta 5, se clasifica en función del número de aciertos:
  - Mal: si hay de 0-1 aciertos
  - Regular: si hay de 2-3 aciertos.
  - Bien: si hay de 4-5 aciertos.
  - Muy bien: si hay 6 aciertos.
- Pregunta 16, se clasifica en función del número de aciertos:
  - Mal: si hay de 0-4 aciertos.
  - Regular: si hay de 5-7 aciertos.
  - Bien: si hay de 8-10 aciertos.
  - Muy bien: si hay de 11-13 aciertos.
- Pregunta 17, se clasifica en función del número de aciertos:
  - Mal: si hay de 0-2 aciertos.
  - Regular: si hay de 3-5 aciertos.
  - Bien: si hay de 6-8 aciertos.
  - Muy bien: si hay de 9-11 aciertos.

## Anexo 10. Examen final

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA 1º ESO

Tema 9. El reino Plantas

Nombre y apellidos:

Curso: Fecha:

### 1. Completa las siguientes frases:

- Los musgos absorben agua a través de \_\_\_\_\_. Sus partes son \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, y \_\_\_\_\_.
- Los helechos presentan en la época reproductora unas estructuras llamadas \_\_\_\_\_ localizados en el \_\_\_\_\_ de las frondes.
- Los helechos y musgos pertenecen al grupo de plantas \_\_\_\_\_ semillas.
- Los helechos y los musgos se reproducen por \_\_\_\_\_.
- La polinización puede realizarse de varias formas: por \_\_\_\_\_, por \_\_\_\_\_ y por \_\_\_\_\_.
- Las plantas que presentan frutos son las \_\_\_\_\_ y las que presentan piñas son las \_\_\_\_\_.
- La savia bruta es el conjunto de \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
- Los estolones y tubérculos son formas de reproducción \_\_\_\_\_, es decir interviene/intervienen \_\_\_\_\_ progenitor/progenitores.
- Las semillas están formadas por tres partes: el \_\_\_\_\_, una \_\_\_\_\_ y una \_\_\_\_\_.
- Las bellotas y los cacahuetes son \_\_\_\_\_, mientras que los melocotones y las manzanas son \_\_\_\_\_.

### 2. Escribe el órgano de la planta que lleva a cabo las siguientes funciones:

1. Realiza la fotosíntesis, la transpiración y el intercambio de gases →
2. Contiene y protege a las semillas durante su desarrollo →
3. Posibilidad de generar de una nueva planta →
4. Transporta la savia bruta y elaborada →
5. Reproducción de la planta →

### 3. Tropismos y nastias: escribe las principales características y pon un ejemplo (nombre específico y ejemplo de planta).

### 4. Haz un dibujo de una raíz, indicando: tipo de raíz y cada uno de sus componentes. Nombra 3 funciones de la raíz.

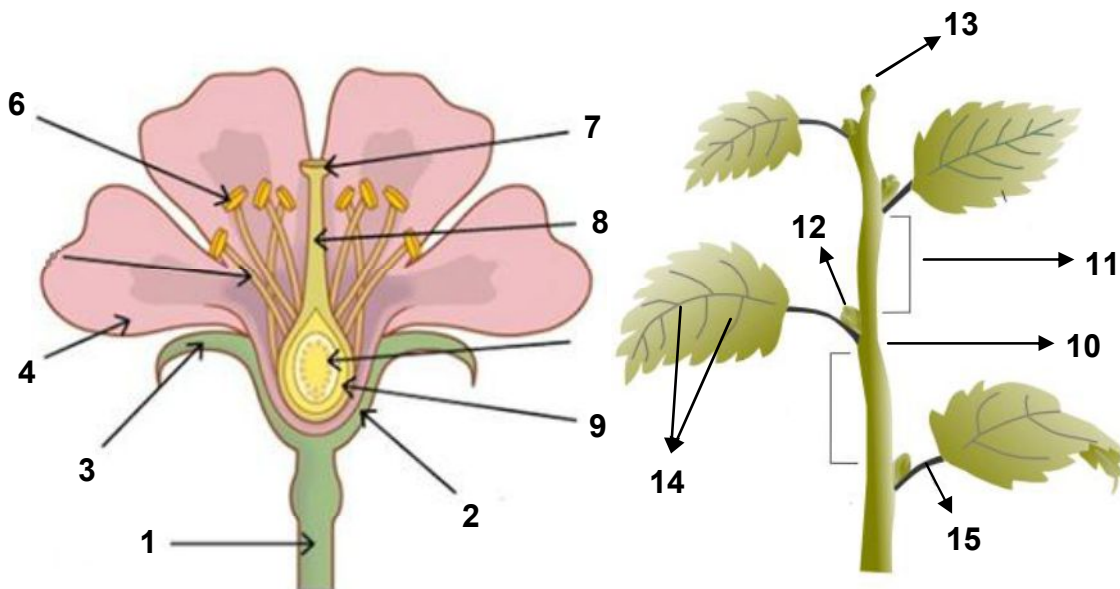
5. ¿Qué es la fotosíntesis y en qué órgano se lleva a cabo? ¿Qué importancia tiene la fotosíntesis para la biosfera? Completa la fórmula explicando cada una de sus partes.



6. Define los siguientes términos:

- Polinización:
  
- Tallo:

7. Nombra las partes señaladas con números:



- |         |          |          |
|---------|----------|----------|
| 1 _____ | 6 _____  | 11 _____ |
| 2 _____ | 7 _____  | 12 _____ |
| 3 _____ | 8 _____  | 13 _____ |
| 4 _____ | 9 _____  | 14 _____ |
| 5 _____ | 10 _____ | 15 _____ |



## Anexo 11. Examen final ACNEAE

### 1. Las plantas se clasifican en:

- Plantas \_\_\_\_\_. Son: los musgos, las \_\_\_\_\_ y los \_\_\_\_\_.
- Plantas \_\_\_\_\_. Pueden ser \_\_\_\_\_ como el pino, y angiospermas, como \_\_\_\_\_.

### 2. Completa las siguientes frases en relación a las partes de las plantas:

- Las plantas con flores tienen tres partes: la \_\_\_\_\_, el \_\_\_\_\_ y las \_\_\_\_\_.
- En las hojas se distinguen cinco partes: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.
- En el tallo se distinguen cuatro partes principales, que son: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.
- En la raíz hay dos partes importantes: la \_\_\_\_\_ y los \_\_\_\_\_.

### 3. Completa las siguientes frases en relación a las funciones vitales de las plantas:

- Las plantas realizan las tres funciones vitales que son: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
- En la nutrición se distinguen cinco fases: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.
- Las respuestas de las plantas pueden ser de dos tipos: \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_.
- La reproducción de las plantas puede ser \_\_\_\_\_, si intervienen células especiales llamadas \_\_\_\_\_, o \_\_\_\_\_, si interviene solo un individuo.

### 4. Completa las siguientes frases en relación a la flor:

- En la flor están los órganos \_\_\_\_\_ de la planta. En ella se distinguen las siguientes partes: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.
- El transporte del polen de una flor a otra se llama \_\_\_\_\_.

**5. Las siguientes afirmaciones son falsas, escríbelas debajo correctamente.**

a) Las plantas son seres vivos unicelulares.

---

b) Las plantas no poseen pigmentos.

---

c) Las plantas no fabrican su propia materia.

---

**6. Marca con una X las frases que sean correctas sobre los musgos y hepáticas.**

Tienen vasos conductores.

Tienen raíz, tallos y hojas verdaderas.

No tienen raíz, tallos, ni hojas verdaderas.

Forman esporas.

**7. Escribe dos funciones que conozcas de la raíz.**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

Escribe dos funciones del tallo que conozcas.

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

**8. Escribe tres funciones que se llevan a cabo en las hojas.**

1. \_\_\_\_\_

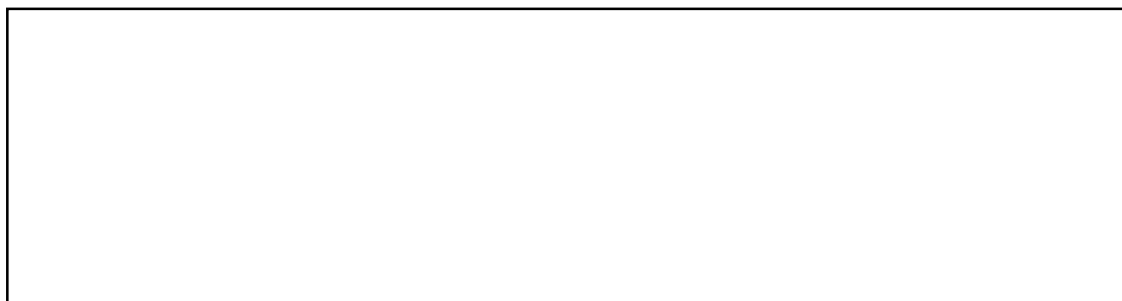
2. \_\_\_\_\_

Responde: ¿Cómo se llama el proceso por el cual las hojas eliminan el exceso de agua?

---

**9. Dibuja una flor y pon el nombre de las siguientes partes:**

Corola (pétalos) - Cáliz (sépalos) - Pedúnculo - Estambres - Pistilo

**10. Explica para qué es necesaria la polinización.**

---

---

---

## Anexo 12. Cuestionario opinión MRPI

### CUESTIONARIO DE OPINIÓN

1. ¿Cómo te parece la forma de resolver los problemas que se ha empleado?

**ABURRIDA    1       2       3       4       INTERESANTE**

¿Por qué?.....

.....

2. ¿Te han ayudado los problemas a entender mejor los conceptos relacionados con las plantas?

**POCO            1       2       3       4       MUCHO**

¿Por qué?.....

.....

3. ¿Te gustaría que se aplicara esta forma de trabajo al resto de las unidades?

**NO    1       2       3       4       SÍ**

¿Por qué?.....

.....

4. ¿Te ha ayudado esta forma de resolver los problemas a familiarizarte con el trabajo de los científicos?

**POCO            1       2       3       4       MUCHO**

¿Por qué?.....

.....

5. ¿Cómo te ha resultado la ayuda que has recibido del profesor para aprender a resolver los problemas?

**INÚTIL                    1       2       3       4       MUY ÚTIL**

¿Por qué?.....

.....

6. ¿Cómo te ha resultado la forma de desarrollar la unidad de las plantas?

**ABURRIDA    1       2       3       4       INTERESANTE**

¿Por qué?.....

.....

7. ¿Crees que esta forma de resolver problemas te puede ser útil en un futuro o para los siguientes cursos?

NO    1    2    3    4    SÍ

¿Por qué?.....

.....

8. ¿Te ha despertado algún interés esta forma de resolver problemas respecto a la Biología y/o las ciencias en general?

NO    1    2    3    4    SÍ

¿Por qué?.....

.....

9. ¿Crees que esta forma de trabajo ha aumentado tu confianza personal?

NO    1    2    3    4    SÍ

¿Por qué?.....

.....

## Anexo 13. Rúbrica problemas

Elementos evaluables		RÚBRICA PROBLEMAS					
		Criterios de calificación					
Evaluación individual	Actitud (0,5 ptos)	0 ptos	0,1 ptos	0,2 ptos	0,3 ptos	0,4 ptos	0,5 ptos
		Falta de asistencia	No muestra interés y no trabaja en equipo. No atiende a las explicaciones.	Muestra algo de interés aunque trabaja sin tener en cuenta al equipo. Hace caso omiso a las explicaciones.	Muestra mucho interés pero trabaja sin tener en cuenta al equipo. Atiende poco a las explicaciones.	Muestra interés y trabaja en equipo, aunque no tiene en cuenta siempre a todos sus compañeros. Atiende a las explicaciones.	Muestra mucho interés y trabaja en equipo, teniendo en cuenta siempre a todos sus compañeros. Atiende a las explicaciones.
Evaluación grupal	Plantilla (0,8 ptos)	0 ptos		0,4 ptos		0,8 ptos	
		No presentado		Faltan algunos contenidos a tener en cuenta y las hipótesis están mal planteadas. Apenas proponen vías resolutivas. Entrega de la ficha atrasada.		Están todos los contenidos a tener en cuenta y las hipótesis están bien planteadas. Proponen varias vía resolutivas.	
Evaluación grupal	Trabajo (1,2 ptos)	0 ptos	0,4 ptos		0,8 ptos		1,2 ptos
		No presentado	Parte del contenido del trabajo es copia exacta de internet. Apenas hay coherencia en las frases y las soluciones al problema son incompletas o incorrectas. Trabajo poco elaborado, escaso. Presenta muchas faltas de ortografía. Entrega del trabajo atrasada.		Falta algún apartado en su estructura. Los contenidos son adecuados y coherentes, aunque escasos. Las soluciones al problema son incompletas o incorrectas. Presenta varias faltas de ortografía.		El trabajo tiene todos los apartados. Los contenidos son adecuados y coherentes. Las soluciones al problema son correctas. No presenta apenas faltas de ortografía.

**Anexo 14. Rúbrica prácticas de laboratorio**

Elementos evaluables		RÚBRICA PRÁCTICAS DE LABORATORIO			
		Criterios de calificación			
Evaluación individual	Actitud (0,5 pts)	0 pts	0,2 pts	0,3 pts	0,5 pts
		Falta de asistencia	No muestra interés y no trabaja nada. No trae material necesario. No atiende a las explicaciones. Habla mucho y se distrae. Rompe o deteriora el material del laboratorio. No respeta las normas del laboratorio.	Muestra algo de interés aunque le cuesta trabajar. Se distrae de vez en cuando aunque atiende a las explicaciones. Juega con el material de laboratorio, aunque espeta las normas.	Muestra mucho interés y trabaja bien. Es autónomo y colabora con sus compañeros. Atiende a las explicaciones y pregunta. Respeta las normas del laboratorio y el material.
Evaluación grupal	Guión práctica (2 pts)	0 pts	0,4 pts		0,8 pts
		No presentado	Está muy incompleta, falta alguna parte. Los dibujos están mal identificados y no están señaladas sus partes. Presenta muchas faltas de ortografía (>6). La ficha está arrugada, rota o muy sucia, no tiene el número de práctica que corresponde y no está ordenada en el cuaderno.		Está algo incompleta. Los dibujos están bien identificados pero no están señaladas sus partes. No están coloreados. Tiene bastantes faltas de ortografía (4-6). La ficha está arrugada, rota o muy sucia y no está ordenada en el cuaderno, aunque si tiene el número de práctica que corresponde.
			1,2 pts	1,6 pts	2 pts
		Está completa, aunque las contestaciones son escasas. Los dibujos están bien identificados y señalados, aunque no están coloreados. La ficha no tiene puesto el número de práctica que corresponde, no está arrugada ni rota, aunque no está colocada en la parte del cuaderno que corresponde Tiene alguna falta de ortografía (2-4).	Está completa aunque hay algo de incoherencia en las frases. Los dibujos están bien identificados y señalados, están coloreados aunque mal (se sale de los bordes). La ficha tiene puesto el número de práctica que corresponde, no está arrugada ni rota, aunque no está colocada en la parte del cuaderno que corresponde. Tiene escasas faltas de ortografía (<2).	Está completa y los contenidos están bien explicados. Los dibujos están bien identificados y señalados, están coloreados bien (sin salirse de los bordes). La ficha tiene puesto el número de práctica que corresponde, no está arrugada ni rota, y está colocada en la parte del cuaderno que corresponde. No presenta faltas de ortografía.	

**Anexo 15. Resultados de las valoraciones de los alumnos en el cuestionario de opinión sobre la MRPI**

CUESTIONARIO DE OPINIÓN SOBRE LA MRPI	VALORACIÓN	GEXPE (40 alumnos)	
		Nº	%
1. ¿Cómo te parece la forma de resolver los problemas que se ha empleado?	1. ABURRIDA	4	10,0
	2.	5	12,5
	3.	14	35,0
	4. INTERESANTE	17	42,5
2. ¿Te han ayudado los problemas a entender mejor los conceptos relacionados con las plantas?	1. POCO	5	12,8
	2.	6	15,4
	3.	14	35,9
	4. MUCHO	14	35,9
3. ¿Te gustaría que se aplicara esta forma de trabajo al resto de las unidades?	1. NO	5	12,8
	2.	7	17,9
	3.	5	12,8
	4. SÍ	22	56,4
4. ¿Te ha ayudado esta forma de resolver los problemas a familiarizarte con el trabajo de los científicos?	1. POCO	10	25,0
	2.	15	37,5
	3.	5	12,5
	4. MUCHO	10	25,0
5. ¿Cómo te ha resultado la ayuda que has recibido del profesor para aprender a resolver los problemas?	1. INÚTIL	2	5,0
	2.	2	5,0
	3.	9	22,5
	4. MUY ÚTIL	27	67,5
6. ¿Cómo te ha resultado la forma de desarrollar la unidad de las plantas?	1. ABURRIDA	6	15,4
	2.	4	10,3
	3.	11	28,2
	4. INTERESANTE	18	46,2
7. ¿Crees que esta forma de resolver problemas te puede ser útil en un futuro o para los siguientes cursos?	1. NO	3	7,5
	2.	5	12,5
	3.	7	17,5
	4. SÍ	25	62,5
8. ¿Te ha despertado algún interés esta forma de resolver problemas respecto a la Biología y/o las ciencias en general?	1. NO	9	23,1
	2.	8	20,5
	3.	9	23,1
	4. SÍ	13	33,3
9. ¿Crees que esta forma de trabajo ha aumentado tu confianza personal?	1. NO	14	35,0
	2.	4	10,0
	3.	5	12,5
	4. SÍ	17	42,5