

PROYECTO NATURA



2021 /
22

APRENDER ENSEÑANDO: UN NUEVO ENFOQUE
METODOLÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA
GENÉTICA

RESUMEN DEL PROYECTO

En este documento se redacta una experiencia real realizada en el Colegio Engeba (Valencia) que tiene como objetivo la introducción de conceptos básicos de Genética mediante la aplicación de la metodología Aprendizaje-Servicio (ApS), una propuesta innovadora para el sistema educativo aplicada a alumnos de primaria y secundaria que añaden novedades en el proceso de aprendizaje habitual de los estudiantes.

Este trabajo se enmarca dentro de los “Projectes Natura”, un proyecto de innovación de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Valencia cuyo objetivo es el diseño, planificación y puesta en marcha de una propuesta educativa orientada a introducir conceptos básicos sobre Ciencias Naturales en etapas educativas preuniversitarias.

Para ello, se realizaron una serie de talleres y actividades basadas en la metodología del ApS, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y en la gamificación y que persiguen estimular la curiosidad y motivación de los alumnos para querer conocer más sobre la genética. Así, en primer lugar se transmitieron una serie de conceptos básicos de genética a alumnos de 4º de ESO y estos, una vez ya habían asimilado nociones básicas como qué es el ADN o qué es un gen, realizaron dos talleres a los alumnos de 6º de primaria basados en lo que ellos habían aprendido.

PROYECTO NATURA

APRENDER ENSEÑANDO: UN NUEVO ENFOQUE METODOLÓGICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA GENÉTICA

1. EQUIPO PARTICIPANTE

ÁREA TEMÁTICA: Genética		
Título del proyecto: Aprender enseñando: un nuevo enfoque metodológico para la enseñanza de la genética		
	Nombre y Apellidos	
Alumno/a UV	Vera Castilla Alises	
Profesor/a de la UV	Luis Francisco Pascual Calaforra	
Profesor/a de secundaria	Jose Lagunas Balabasquer	
Maestro/a de Primaria	Patricia Spuche Naves	

ALUMNOS DE SECUNDARIA PARTICIPANTES	Curso	Asignatura
22	4°	Biología

Número de alumnos de primaria que pueden participar: 55

Curso recomendado: 6°

PROYECTO INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: NO

2. OBJETIVOS

2.1. TEMA EN EL QUE SE ENMARCA EL PROYECTO

La genética es, sin lugar a dudas, la rama de la Biología que más ha avanzado y más se ha popularizado en las últimas décadas. Desde que el hombre comenzó a cultivar los campos y a criar ganado empezó, y sin saberlo, a manipular la vida. Para llegar a entenderlo tuvo que pasar mucho tiempo y no fue hasta el siglo XIX que se comienza a hablar de características hereditarias, de herencia, de evolución... Mendel y Darwin iniciaron una revolución científica que aún hoy da sus frutos (González, 2020).

El Proyecto Genoma Humano, los alimentos transgénicos, el uso del ADN en criminología o en las pruebas de paternidad y las posibilidades de obtener clones, son algunos ejemplos de las muchas aplicaciones de la genética que aparecen frecuentemente en los medios de comunicación (García *et al.*, 2015). Es por ello que cada día son más frecuentes conversaciones sobre clonación, organismos transgénicos o genoma humano como si fuesen conceptos sencillos, lo que lleva a errores o a interpretaciones inadecuadas (Iñiguez, 2005).

Por ello podemos preguntarnos: ¿qué grado de conocimiento real tiene la población sobre estos temas? ¿Sabemos de qué hablamos cuando nos referimos a terapia génica o cuando se discute sobre posibles efectos negativos de los alimentos elaborados a partir de organismos transgénicos? ¿Qué grado de conocimiento real tiene la población sobre la naturaleza y la ubicación del material hereditario? Entender y asimilar la gran cantidad de información nueva que aporta la investigación genética sólo es posible si se comprenden conceptos básicos de genética. Solo así es posible llegar a entender la complejidad y el significado de las aplicaciones de la genética y la biotecnología (Iñiguez, 2005; Ayuso y Banet, 2002).

Por esto, es muy importante que el alumnado de enseñanza obligatoria no abandone las aulas sin haber conocido los principios elementales de la herencia de los caracteres biológicos y su modelo básico: el modelo de Mendel (García *et al.*, 2015). Además, teniendo en cuenta la gran importancia que tiene en la sociedad actual las aplicaciones de la genética, el alumnado ha de recibir una enseñanza de la genética que le permita aplicar sus conocimientos en la interpretación y valoración de los avances de dicha ciencia. Los alumnos deben ser capaces de desarrollar un espíritu crítico sobre la manipulación del material hereditario y sus implicaciones en la vida cotidiana

El estudio de la naturaleza del material hereditario y de los mecanismos de la herencia se inicia en el segundo ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria. Es en este momento cuando el alumnado entra en contacto, desde el punto de vista académico, con conceptos relacionados con genética, así como los mecanismos de la herencia. Sin embargo, y coincidiendo con la tesis de Iñiguez (2005), son dos los problemas fundamentales con los que nos encontramos en la didáctica de la genética:

1) Aquello que el alumno ya sabe cuando llega al aula. El alumno suele llegar al aula con ciertas ideas sobre la materia en estudio sin estructura, con frecuencia intuitivas y muchas veces erróneas, aunque muchos

carecen de requisitos conceptuales previos (Solomon, 1988). Así, como dice Sierra *et al.* (2017) vivimos en una sociedad hiperinformada, lo que supone una mayor dificultad para formar una opinión reflexiva propia.

2) El modelo tradicional de enseñanza de la genética. Incluso a día de hoy, el modelo de enseñanza de la genética se sigue basando en un proceso de transmisión de conocimientos elaborados (Porlan *et al.*, 2000) que no les permite ser protagonistas activos de su aprendizaje, sino meros oyentes.

Todo esto conlleva a que los estudiantes tengan dificultades para entender muchos conceptos sobre genética y los mecanismos relacionados con la transmisión de la herencia biológica (Ayuso y Banet, 2003), provocando que muchos alumnos aprendan de memoria conceptos genéticos básicos sin conocer su verdadero significado. También implica que los alumnos no lleguen a comprender las consecuencias de procesos biológicos tan importantes como la reproducción sexual o la meiosis, o a que presenten nociones erróneas sobre dónde se encuentra y cómo se transmite la información hereditaria.

Por estas razones, la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria Obligatoria necesita un replanteamiento didáctico que tenga en cuenta las concepciones de los alumnos y abandone el modelo de transmisión de conocimientos ya elaborados como estrategia en el aula, aplicando así nuevas metodologías como el ApS.

Bloque temático de primaria y secundaria

-Primaria: el tema se encuentra dentro de la asignatura Naturales, donde los alumnos comienzan a estudiar cómo es el cuerpo humano y qué son las células.

-Secundaria: este proyecto se enmarca en los temas de genética de la asignatura de Biología de 4º de ESO, temas en los que comienzan a ver cómo es la molécula de ADN, qué son los genes, comienzan a hacer ejercicios de genética y a estudiar las leyes de Mendel...

2.2. CONCEPTO A TRANSMITIR

Teniendo en cuenta la importancia de generar una buena base teórica sobre la genética en alumnos de primaria y secundaria, y basándonos en las carencias conceptuales que presentan, este proyecto pretende transmitir conceptos básicos de genética a ambos grupos. Entre los conceptos que todos aprenderán encontramos qué es el ADN, qué son los cromosomas, qué son los genes y la herencia. Además, en el grupo de secundaria nos adentraremos más en la genética y veremos conceptos más complejos como la mitosis y la meiosis, y debatiremos acerca del campo de la ingeniería genética y la producción de transgénicos para promover e incitar el pensamiento crítico del alumno.

Palabras clave: genética, ADN, gen, cromosoma, herencia, transgénicos, ingeniería genética, ApS, ABP, gamificación.

2.3. OBJETIVOS

Teniendo en cuenta todo lo comentado en los apartados anteriores, el principal objetivo de este proyecto es divulgar con rigor conceptos genéticos que a menudo son malentendidos por la sociedad, y así transmitir a los alumnos cultura científica. Asimismo, se pretende acercar a los alumnos con otras etapas educativas y aumentar la participación mediante talleres.

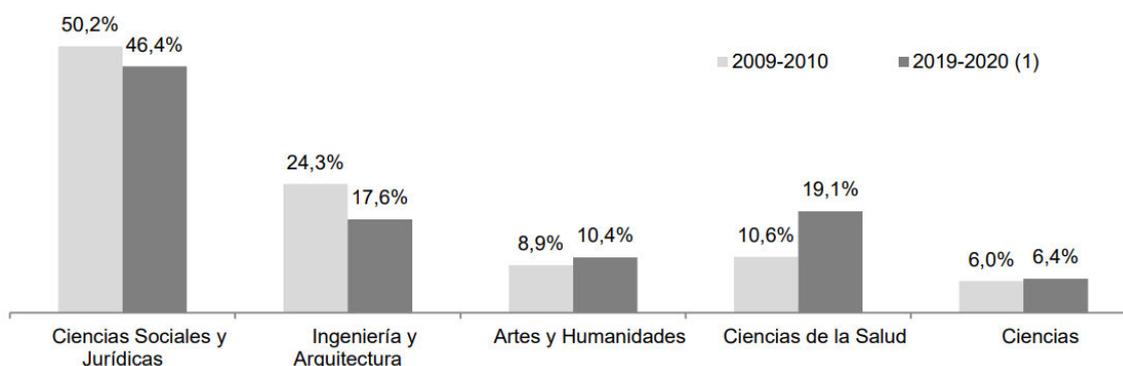


FIGURA 1: EVOLUCIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN CADA RAMA DE ENSEÑANZA EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS. FUENTE: MINISTERIO DE UNIVERSIDADES (2021).

Considerando que, como vemos en la *Figura 1*, las carreras científicas continúan siendo las menos elegidas por los estudiantes, este proyecto también pretende fomentar la vocación y el interés de los estudiantes participantes por la investigación científica y genética.

PRIMARIA

Objetivos didácticos: aprender a trabajar en equipo para el desarrollo de proyectos, acercar a los alumnos a conceptos científicos y aumentar la motivación aprendiendo con un proyecto interactivo y lúdico

Objetivos científicos: conocer conceptos básicos de genética como célula, núcleo, cromosoma, ADN, gen y herencia.

SECUNDARIA

Objetivos didácticos: Dado que el trabajo realizado con los alumnos de secundaria es mucho más extenso, el listado de objetivos es mayor. Estos objetivos son:

-Fomentar el sentido de la autonomía, creatividad y responsabilidad (Tejada, 2013). Lo que a su vez supone la mejora de la capacidad para la organización y gestión del tiempo tanto en la preparación y desarrollo de las presentaciones a alumnos de primaria, como en todo lo relacionado con la organización de la jornada y en el cumplimiento del horario establecido en la misma (Sierra *et al.*, 2017).

-Conseguir que los estudiantes se involucren directamente con aquellos a quienes les ofrecen un servicio, los alumnos de primaria, adaptándose a sus necesidades y a su nivel educativo (Escofet, 2016). Esta forma de aprendizaje recibe el nombre de aprendizaje transformativo y este es necesario en un proyecto ApS porque

los procesos de concienciación y transformación se fundamentan en la relación de reciprocidad entre los participantes (García *et al.*, 2015).

-Desarrollo de la capacidad de analizar y sintetizar la información. En la preparación de las presentaciones los estudiantes de secundaria deberán analizar y resumir la información para incluir los aspectos más importantes de la genética, adecuarlo al tiempo disponible y al nivel de formación de los alumnos de primaria.

-Mejora de la comunicación oral y escrita en la propia lengua. Esta competencia se espera que mejore con la preparación y presentación oral de los talleres y charlas para lo que aprenderán a expresarse y transmitir su conocimiento.

-Fomentar al desarrollo del pensamiento crítico y al debate. En la charla sobre los transgénicos deberán reflexionar acerca de cuestiones éticas relacionadas con la genética y aportar su propia opinión, siendo capaces de escuchar opiniones distintas y debatir sobre ellas, siendo esta la mejor manera de construir una opinión reflexiva, tal y como apunta Sierra *et al.* (2017).

Objetivos científicos: asimilar con mayor facilidad conceptos que dan a lo largo del temario como la mitosis y meiosis, alelo, genotipo y fenotipo... Conocer qué son los transgénicos y cómo se consiguen.

2.4. COMPETENCIAS BÁSICAS

Un proyecto de este estilo aporta en gran medida al crecimiento de los alumnos, suponiendo una mejora tanto en su aprendizaje académico como en su compromiso social con la comunidad. Es por ello que, al ser un trabajo tan completo, aporta una gran variedad de beneficios al alumnado participante que permiten el desarrollo de competencias tanto específicas (definidas en el apartado anterior) como transversales o básicas. Considerar al estudiante como protagonista de su propio aprendizaje, comporta un empoderamiento por su parte, hecho que le ayudará a desarrollar actitudes y competencias básicas que difícilmente serían adquiridas de otra manera (Tejada, 2013).

Investigaciones desarrolladas en los últimos años muestran que las prácticas de aprendizaje-servicio pueden constituir una herramienta eficaz para el desarrollo de competencias básicas para el mundo del trabajo, especialmente en lo que se refiere al desarrollo de competencias para trabajar en equipo, comunicarse eficazmente, asumir responsabilidades y desarrollar la capacidad de iniciativa personal y las competencias de organización y gestión (Tapia, 2008).

Así, el hecho de que el proyecto se desarrolle en un ambiente de aprendizaje cooperativo promueve la discusión entre los alumnos, lo que favorece tanto la adquisición de habilidades sociales para el crecimiento intelectual y afectivo, como la contextualización y comprensión de los fenómenos estudiados experimentalmente (Llobet, 2015). Asimismo, aunque se trate de talleres de tipo cooperativo y

colaborativas, también permiten la reflexión individual sobre la práctica, desarrollando la capacidad de razonamiento y comprensión crítica (Martínez, 2009).

Por último, vemos que aplicar en contextos reales los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas permite el desarrollo de la competencia de aprender a aprender. Aplicar lo estudiado a situaciones reales da sentido a lo que ya se sabe y motiva a investigar lo que no se sabe, desplegando así la propia creatividad e iniciativa. De esta forma, los niños experimentan una nueva forma de aprendizaje que les permite también aprender a conocer, a hacer (gracias a las habilidades y destrezas prácticas que desarrollarán), a ser (por las actitudes personales y valores que reforzarán) y a convivir (apoyando las actitudes y capacidades para la convivencia) (Tejada, 2013).

3. MATERIALES I METODOLOGÍA

MATERIALES UTILIZADOS	
PRIMARIA	SECUNDARIA
<p>Primer taller: Maqueta de ADN</p> <ul style="list-style-type: none"> -Bolas de corcho -Palos de madera -Hilo de lana -Tijeras -Pegamento/Celo 	<p>Primer taller: Plastimeiosis</p> <ul style="list-style-type: none"> -Plastilina
<p>Segundo taller: Crea tu propio cromosoma</p> <ul style="list-style-type: none"> -Fotocopias -Colores -Tijeras 	<p>Segundo taller: Party & Co. científico</p> <ul style="list-style-type: none"> -Fotocopias -Tijeras -Papel y bolígrafo
<p>Todos los talleres: Materiales TIC</p> <ul style="list-style-type: none"> -Proyector/Pizarra digital -Conexión WiFi 	<p>Tercer taller: Debate sobre los transgénicos, ¿a favor o en contra?</p>
	<p>Cuarto taller: Escape Room</p> <ul style="list-style-type: none"> -2 candados, uno con combinación numérica y otro con llave y 2 cajas -Teléfono -Fotocopias

	-Chuches
	Todos los talleres -Libro de texto de Anaya -Plataforma online educativa: Genially -Proyector/Pizarra digital -Conexión WiFi

METODOLOGÍA APLICADA

-Aprendizaje-Servicio: se trata de una metodología docente proactiva, cooperativa, participativa y transformadora en la que se da al mismo tiempo un aprendizaje y un servicio (Universitat de València). Es una de las metodologías más esperanzadoras en el ámbito escolar para infundir compromiso y educación en el alumnado (Triviño y Rico, 2016) mediante su participación activa en experiencias asociadas al servicio comunitario (Escofet *et al.*, 2016), de forma que los estudiantes y profesores se involucran con problemas auténticos, manteniendo la motivación y el pensamiento mientras trabajan en proyectos (Blumenfeld *et al.*, 1991).

-Aprendizaje Basado en Problemas (ABProb): se basa en un proceso de indagación que intenta resolver preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos de la vida (Román, 2021).

-Aprendizaje Basado en Proyectos (ABProy): es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clases, para ello se deben formar equipos integrados por personas con perfiles diferentes (Blank, 1997).

-Gamificación: hace referencia al uso de elementos de juego, como la mecánica o la estética, en contextos no relacionados con juegos con el objetivo de involucrar a las personas en una variedad de tareas. Así, dentro del ámbito de la Educación se está aplicando en mayor medida durante los últimos años, ya que proporciona una alternativa para involucrar y motivar a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje al utilizar técnicas y recursos capaces de motivar y mantener su interés tras desafiarlo a resolver problemas (De Sousa *et al.*, 2014).

LUGAR Y/O REQUERIMIENTOS DE ESPACIO

Todos los talleres se realizaron en las propias aulas del colegio. Estas aulas cuentan con los materiales necesarios para su desarrollo, es decir, un proyector o pizarra digital y una conexión WiFi.

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA

Podemos dividir este proyecto en dos servicios diferentes. Por una parte, encontramos el servicio por parte de la universidad a los alumnos de secundaria, mientras que por la otra está el servicio por parte de los alumnos de secundaria a los de primaria.

4.1. PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA Y CRONOLÓGICA

PERIODO CRONOLÓGICO	TAREA DESARROLLADA
Octubre-febrero	Fase de preparación y planificación del proyecto
Febrero-abril	Fase de desarrollo de los talleres en 4° de secundaria
4 de febrero	Primer taller: <i>Plastimeiosis</i>
2 de marzo	Segundo taller: <i>Party & co científico</i>
27 de abril	Tercer taller: <i>Debate sobre los transgénicos</i>
29 de abril	Cuarto taller: <i>Escape Room</i>
Marzo-abril	Fase de desarrollo de los talleres en 6° de primaria
30 de marzo	Primer taller: <i>Maqueta de ADN</i>
7 de abril	Segundo taller: <i>Crea tu propio cromosoma</i>
Mayo	Fase de divulgación del proyecto
17 de mayo	Grabación de material de difusión profesional
19 de mayo	Biograu 22'
28 de mayo	Expociencia

4.2. PASOS PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO EN SECUNDARIA

4.2.1. Fase de preparación y planificación del proyecto

Primero de todo, tiene lugar la preparación del formador y la planificación general del proyecto. En cuanto a mi formación, esta puede ser dividida entre una formación autodidacta y una formación proporcionada por la Universidad de Valencia (UV).

La formación autodidacta ha sido la más costosa y la que ha ocupado más tiempo. Para ello he llevado a cabo un estudio de la metodología debido a la novedad de esta como forma de trabajo. De acuerdo a unas pautas recibidas y sugerencias bibliográficas, se sigue una lectura de diferentes documentos, artículos, experiencias... que sirven tanto para entender el funcionamiento de esta metodología como para usarlo como fuente de inspiración para el desarrollo de los propios talleres de este proyecto. Esta preparación es inicial, puesto que a lo largo de las diferentes etapas, se continúa la formación en esta metodología

Así, para llevar a cabo este trabajo ha sido necesario profundizar en diversos temas relacionados con la genética y la biología. Y, aunque en los proyectos se han tratado de forma más general y básica determinados conceptos de genética, para poder entender el proyecto se debe hacer un estudio en profundidad desde diversos puntos de vista y temáticas dentro de la Biología, pues además de los conceptos de genética también son necesarios los conocimientos de estructura celular (para saber dónde se ubica el ADN), de ecología (para saber cómo afectan los transgénicos a los ecosistemas), etc.

En cuanto a la formación proporcionada por la UV, esta consistió en dos sesiones formativas. La primera fue una sesión impartida por *Big Van Science*, un grupo de científicos e investigadores que tienen el objetivo de comunicar ciencia mediante actividades atractivas para todo tipo de públicos, así, encontramos que hacen actividades online, cursos y talleres de formación para la mejora de la comunicación científica... Los alumnos del Projecte Natura asistimos a un taller online muy participativo en el que uno de los miembros del grupo, Oriol Marimon Garrido, nos dio una serie de tips y herramientas para el desarrollo de nuestro proyecto.

La segunda sesión fue impartida por Amparo Hurtado y Marta Talavera quienes nos hablaron del uso de las TIC en educación, así como de la legislación educativa y la introducción y aplicación del ApS en el aula como metodología.

La planificación del proyecto se llevó a cabo tras el análisis del contexto y la detección de necesidades, mediante el planteamiento de unas actividades que tuvieron en cuenta el centro y la clase implicada. Para ello me inspiré en toda la información recogida y la comenté con el tutor del proyecto para garantizar el rigor y adecuación del contenido de la propuesta.

Como podemos ver, la complejidad no reside tanto en la idea general de la experiencia sino en el diseño y puesta en marcha de un procedimiento y organización que lo haga posible dada la dimensión del proyecto.

Después de buscar información y planificar el proyecto en un primer momento de forma autónoma, se pasa a tener una sesión de organización con el profesor de 4º de secundaria.

4.2.2. Fase de ejecución

En esta fase, con todos los talleres ya preparados e ideados, pasamos a su ejecución con los alumnos de secundaria, quienes hicieron 4 talleres.

Al haber estado haciendo prácticas en la misma clase en la que realicé el proyecto, la base teórica para la mayoría de los talleres es el libro de texto que usan los alumnos en el aula y que es el libro de Biología y Geología de 4º de ESO de la editorial Anaya. En algunos talleres la información que aparece en el libro es insuficiente para cumplir los objetivos del taller que se va a llevar a cabo, en caso de que así sea se indica la fuente de información adicional utilizada.

Plastimeiosis: Modelado de las fases meióticas con plastilina

Base teórica: La mitosis es el proceso a través del cual se produce la división de la célula dando dos células hija iguales, mientras que la meiosis es el proceso especial de división a través del cual se forman células haploides, los gametos (Clemente *et al.*, 2019).

Explicación del taller: Una vez se han explicado las distintas fases mitóticas y meióticas de manera teórica y mediante la visualización de vídeos de YouTube, con esta práctica los alumnos modelarán los distintos procesos por los que pasan los cromosomas durante la meiosis haciendo uso de la plastilina. Aunque podrían haber modelado las fases de la mitosis en lugar de las de la meiosis, me pareció que era mejor idea hacer las de la meiosis, ya que es un proceso mucho más complicado de entender y tras tratar con los alumnos me di cuenta de que no lograban entenderlo.

De esta forma, fueron los propios alumnos los que vieron cómo van cambiando los cromosomas pasando de una fase a otra, logrando comprender en qué se diferencian ambos procesos de división celular.

Objetivo de la práctica: asimilar los conceptos y fases de la división mitótica y meiótica. Comprender el proceso de la meiosis y su propósito, es decir, la reducción a la mitad del material genético para la formación de gametos.

Party & Co científico

Base teórica: la base teórica del taller es la que aprendieron en base al libro de texto de Anaya. Para poder realizar el taller es necesaria la comprensión de todos los conceptos que aparecen en el Tema 1: *La célula: La base de la vida* del libro. En este tema los alumnos aprendieron los orgánulos que hay en las células procariotas y eucariotas, la mitosis y la meiosis y las diferencias que presenta el material hereditario a lo largo del ciclo celular (cromatina y cromosomas).

Explicación del taller: Para hacer este taller me inspiré en el juego de mesa Party & Co, para ello creé unos dados de papel (*Figura 2*) con una serie de retos que deben cumplir en base a una lista de papeles con palabras relacionadas con la genética y la biología que fueron extraídas del libro de texto (*Figura 3*).

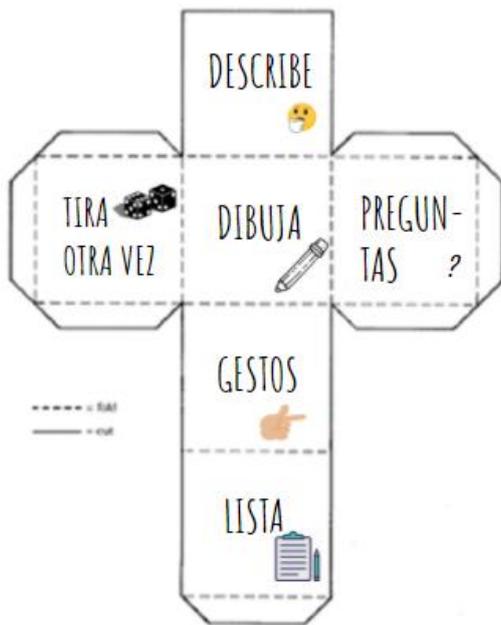


FIGURA 2: FIGURA DEL DADO CON LOS RETOS DEL JUEGO

ALELO	DIPLOIDE	CÉLULA	NÚCLEO	ADN	HAPLOIDE
RIBOSOMA	MITOCONDRIA	CROMOSOMA	TELÓMERO	CENTRÓMERO	CROMÁTIDAS HERMANAS
CROMOSOMAS HOMÓLOGOS	MITOSIS	MEIOSIS	EUCARIOTA	PROCARIOTA	GEN
HERENCIA DOMINANTE	HERENCIA RECESIVA	CROMATINA	LEYES DE MÉNDEL	APARATO DE GOLGI	ENTRECRUZAMIENTO
GENOTIPO	FENOTIPO	PROTEÍNA	BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS	TEORÍA CELULAR	PARED CELULAR
BIPARTICIÓN	RIBOSOMAS	FRAGMOPLASTO	CENTRIOLOS	CÉLULAS GERMINALES	APARATO DE GOLGI

FIGURA 3: PALABRAS EXTRAÍDAS DEL LIBRO DE TEXTO ANAYA PARA LA REALIZACIÓN DEL JUEGO.

Para la realización del taller, los estudiantes se agruparon de cuatro en cuatro, de manera que en cada turno una pareja era la que escogía una palabra y hacía el reto y la otra la que tenía que adivinar dicha palabra.

Primero recortaron las palabras, las doblaron y las dejaron todas amontonadas. Después recortaron el cubo y pegaron sus bordes hasta formar el dado. Este dado tiene 6 caras y cada una de estas tiene un reto que hacer. Estos retos son:

- Describe: tienen un minuto para describir la palabra sin decirla y que sea adivinada por la otra pareja antes de que pase el tiempo.
- Lista: el alumno debe escribir una lista de 5 palabras relacionadas.
- Dibuja: haciendo uso de un bolígrafo y una hoja de papel dibujarán la palabra que les ha tocado, sin poder escribir números o letras.
- Gestos: solo pueden hacer gestos para lograr que la pareja contraria adivine la palabra. No vale hablar ni hacer sonidos.
- Preguntas: la pareja contraria puede hacer preguntas de sí o no para adivinar la palabra.
- Tira otra vez.

De esta manera, el procedimiento consiste en que en cada turno un alumno debe coger un papel al azar, tirar el dado y hacer el reto que ponga en el papel para que la otra pareja lo adivine. Al final la pareja que haya conseguido adivinar más palabras es la que gana.

Objetivo de la práctica: asumir de una forma divertida conceptos relacionados con la genética y la biología en general.

Debate sobre los transgénicos, ¿a favor o en contra?

Base teórica: Uno de los temas más polémicos relacionados con la genética es la rama de la ingeniería genética, encargada de la manipulación y modificación de los genes de un organismo. Una de las aplicaciones de esta rama es la generación de organismos transgénicos, resultantes de la introducción de genes de otra especie en su genoma.

Explicación del taller: este taller podemos dividirlo en dos partes. Primero encontramos una primera parte teórica en la que les di una charla sobre qué son los transgénicos y cómo se consiguen, cuáles son sus aplicaciones y cuáles son sus ventajas y desventajas. En la segunda parte los alumnos debatieron acerca de si estaban a favor o en contra de estos.

Objetivo de la práctica: conocer qué son los transgénicos y cómo se consiguen, además de incitar a los alumnos a desarrollar pensamiento crítico y a discutir ciertas cuestiones de índole ético relacionadas con la genética. Se pretende abordar cuestiones sociales y éticamente relevantes y controvertidas que permiten mejorar la comprensión crítica y el desarrollo del razonamiento moral de los estudiantes.

Información adicional: como la información que aparecía en el libro era insuficiente, me basé principalmente en los siguientes 3 artículos que aparecen en la Bibliografía. El artículo de Soro *et al.* (2021), el de Altamirano *et al.* (2022) y el de Ibieta (2021).

Resultado: todos los alumnos estuvieron de acuerdo en que el uso de los transgénicos es positivo hasta cierto punto. Entre los ejemplos que pusieron encontramos que por ejemplo podemos conseguir generar una vaca con gran cantidad de carne para abastecer a muchas personas, sin embargo, la calidad de vida de la vaca empeorará en gran medida como consecuencia de su gran peso.

Por otra parte, un tema que comentó un alumno y me pareció interesante es que son las grandes empresas las que podrían pagar por conseguir vacas de gran peso, de forma que podrían acabar con el comercio local de granjeros que crían vacas no transgénicas.

Escape Room

Base teórica: Para poder hacer este taller necesitan toda la información que han recibido desde el primer taller hasta el último, pues les será necesaria para poder superar cada prueba del *Escape Room*.

Explicación del taller: Como celebración de la finalización del proyecto los alumnos de cuarto hicieron un *Escape Room* basado en conceptos que habían ido aprendiendo en los diferentes talleres y clases teóricas. Para ello, usamos los 4 grupos hechos en los talleres anteriores.

Primero vieron un vídeo que planteaba la historia de que se encontraban en una pandemia mundial causada por un virus que convierte a los infectados en zombis, así, ellos se encuentran en el laboratorio de unos científicos que han creado un antídoto para el virus y que deben encontrar y tomar antes de que pasen 15 minutos. Para poder salir tuvieron que resolver 3 pruebas:

-Prueba 1. Desbloquear el móvil: los alumnos se encuentran en el “despacho de Rosalind Franklin”, la verdadera descubridora de la estructura del ADN. En el despacho encontramos el siguiente texto:

“Para poder superar esta primera prueba debes poder desbloquear este móvil y para ello necesitas encontrar un código de 4 dígitos. La pista para poder conseguirlo es la siguiente:

Mira a tu alrededor, te encuentras delante del origen del modelo de ADN. Muchos investigadores participaron de forma activa para determinarlo, sin embargo, la respuesta siempre estuvo en manos de Rosalind Franklin”.

En la mesa se encuentran con muchos papeles con diferentes fechas y números, pero el código que necesitan se encuentra escrito en la mano de la propia imagen de Franklin, de esta manera la pista que les llevará a encontrar el código es la frase que pone en el primer cartel: “la respuesta siempre estuvo en las manos de Rosalind Franklin”.

-Prueba 2. Desbloquear el candado: En esta prueba los alumnos se encontrarán con una caja cerrada por un candado de tres dígitos que deben abrir para superar la prueba.

Al desbloquear el móvil se habrán encontrado con la pista que necesitarán para esta segunda prueba. Esta pista dice que los dos primeros números que necesitarán para desbloquear el candado corresponden al número de cromosomas de un individuo con Síndrome de Down (47 cromosomas). El otro dígito restante lo sacarán después de haber resuelto este problema de genética:

“Una planta presenta una variedad de tallo alto, dominante sobre la variedad de tallo corto. El color morado de la flor presenta herencia intermedia con el color blanco, dando color lila. Si se entrecruzan dos plantas homocigóticas, una dominante pura para el tallo y lila y otra recesiva para el tallo y de color lila, ¿cuál será la probabilidad de obtener una planta de tallo largo y lila?”

Tras plantear el ejercicio harán un cuadro de Punnett en el que obtendrán que 2 de los 4 posibles descendientes serán plantas de tallo largo y lila. Así, la combinación que desbloquea el candado es 472.

-Prueba 3. Encontrar la llave: Cuando abran la caja se encontrarán con el siguiente texto:

El ADN se estructura estructurado en tripletes (3 bases nitrogenadas) para dar un aminoácido concreto, es decir, una de las “letras” que compone una proteína (cadena de aminoácidos). Descifra la siguiente frase atendiendo al código secreto del ADN para poder encontrar el antídoto y... **¡SOBREVIVIR!**

CÓDIGO SECRETO DEL ADN			
TTT=A	CAA=H	AAA=O	TAG=V
TAC=B	GAC=I	TCA=P	CAG=W
AGG=C	CCC=J	GAG=Q	TGG=X
GCT=D	AAT=K	TCC=R	TCG=Y
AAG=E	CGC=L	GCG=S	ACC=Z
CTC=F	ATC=M	GGT=T	
GAT=G	GCA=N	CTG=T	

ATCGACTCCTTT/GCTAAGTACTTTCCCAA/GCTAAG/CGCTTT/ATCAAGGCGTTT

Tras unir todas las letras sacarán la frase: “Mira debajo de la mesa”. Debajo de la mesa habrá una llave pegada que permitirá abrir la caja donde se encuentra el antídoto que buscaban para evitar convertirse en zombis. Este antídoto son unas chuches.

Objetivo del taller: Aplicar determinados contenidos desarrollados en clase a la resolución de actividades prácticas de una forma lúdica. Trabajar en equipo y teniendo en cuenta a todos los integrantes del grupo, pues el reparto de tareas en este tipo de actividades es clave para poder completarlas a tiempo. Recalcar el papel de la mujer en la ciencia ya que en muchas ocasiones no es suficientemente reconocido. Conocer el concepto de gen y la organización del ADN en codones que codifican un aminoácido concreto, y así conocer que la unión de determinados aminoácidos da una proteína concreta.

Información adicional: el taller se ha inspirado en el de Ormazabal (2021).

4.2.3. Fase de evaluación y reflexión con el grupo

La evaluación es inicial, continua y final, y persigue la constante reflexión sobre el sentido de la acción que se está llevando a cabo. De esta forma, a lo largo del tiempo el proyecto se va cambiando y adaptando a las necesidades que presentan los alumnos de secundaria atendiendo a mi criterio y a los de su tutor.

En cuanto a la evaluación de los alumnos de secundaria, su tutor Jose Lagunas y yo valoramos la participación de cada alumno y les pusimos una valoración que tendría cierto peso en la nota final de la asignatura de Biología y Geología. Para esta valoración tuvimos en cuenta la motivación de cada alumno, su grado de implicación...

Por otra parte, para poder evaluar lo aprendido por los estudiantes de secundaria se les entregó una ficha con un análisis diagnóstico que recoge una serie de preguntas sobre todos los talleres realizados, con la finalidad de poder determinar si los estudiantes han aprendido algo y les ha sido de ayuda el servicio

prestado. Se trata de una evaluación sobre el papel en el que se puede comprobar los aprendizajes de los alumnos de una manera más objetiva, pues aunque se trate de un proyecto que no tiene porqué ser evaluado, esto es necesario porque no se puede aprender sin evaluar, se tiene que revisar lo aprendido (Batlle), así se comprueba que realmente se ha aprendido algo y que lo que se ha aprendido es correcto.

Además, en el último taller mientras un grupo hacía el *Escape Room* los demás grupos rellenaron unas encuestas de valoración en las que hicieron una evaluación del proyecto y de su proceso de aprendizaje en ApS basándose en su nivel de participación y en las competencias adquiridas.

Cabe destacar que tras el análisis de estas fichas detectamos que muchos alumnos echaban en falta una vinculación real con la universidad y el laboratorio. Es por ello que tras comentárselo a mi tutor del Trabajo de Fin de Grado, Lluís Pascual, y al profesor de secundaria, Jose Lagunas, estamos organizando una pequeña visita al departamento de Genética y quizás al Museo de Historia Natural de la Universidad de Valencia para finales de julio. Este evento será una especie de reconocimiento a la labor de los alumnos y una celebración de la finalización del proyecto.

4.3. PASOS PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO EN PRIMARIA

4.3.1. Fase de preparación con el esbozo del proyecto

Una vez ya se han comenzado los talleres del proyecto en secundaria y los alumnos tienen una base suficientemente sólida, pasamos a la realización de los talleres con los alumnos de primaria. Aunque la idea era que los talleres los hubiesen pensado y propuesto los alumnos de secundaria, estos no tenían ninguna idea de qué hacer, así que yo propuse los dos talleres, aunque estos después fueron modificándose con la finalidad de adaptarse a los alumnos de primaria.

4.3.2. Fase de planificación con el grupo de secundaria

Lo primero que hicimos fue dividir la clase de secundaria en 4 grupos, dos grupos de 5 alumnos y otros dos grupos formados por 6 alumnos. Para la formación de los grupos el tutor de secundaria, Jose Lagunas, y yo tuvimos en cuenta las capacidades y facilidades de cada alumno con la finalidad de que los grupos estuviesen lo más equilibrados posible, asegurando heterogeneidad. Así, se refuerza la interacción de un alumno que no presenta dificultades con otros que presentan alguna dificultad.

En cuanto a la preparación del servicio que aportarán los alumnos de secundaria a los de primaria vemos el diseño del formato de la conferencia-taller que impartirá cada grupo, para ello se encargaron de la elaboración del guion de la sesión y el diseño de las dinámicas de trabajo basándose en un unas instrucciones que yo previamente les había mandado a todos por correo para asegurar que se cumplieran unos objetivos y que en su taller explicarían ciertos conceptos.

Además, para asegurarnos de que habían seguido las instrucciones, los alumnos hicieron un ensayo de la intervención en clase con otros compañeros y el profesorado dos días antes de realizar el primer taller en sexto de primaria.

4.3.3. Fase de ejecución en 6° de primaria

Las actividades desarrolladas y los conocimientos adquiridos por los alumnos de 4° de secundaria los adaptaron y los transmitieron a estudiantes de 6° de primaria para que ellos, en última instancia, también adquieran una idea básica de genética.

Los dos talleres que llevaron a cabo los alumnos de secundaria en primaria pueden dividirse en varias partes. Primero encontramos una parte teórica en la que hicieron la presentación que tenían preparada y que habían ensayado previamente en clase. En esta presentación incluyeron los conocimientos necesarios para poder entender el taller y las instrucciones para poder realizarlo. Además, todas estas presentaciones fueron muy interactivas, pues en ellas formularon varias preguntas a los alumnos de primaria para mantener su atención.

Al finalizar esta parte teórica vino el turno de preguntas y, aunque en uno de los grupos de sexto no había tanta curiosidad por parte de los alumnos, en el otro grupo estuvimos casi 20 minutos solo para responder a las preguntas que planteaban los alumnos. Por último, encontramos la parte práctica de realización del taller.

Maqueta de ADN

Base teórica: dado que los alumnos de primaria no tienen ninguna noción sobre qué es el ADN o los genes, o bien tienen alguna idea de qué puede ser pero no están seguros, en la charla introductoria los alumnos de secundaria les explicaron todos estos conceptos de una forma sencilla.

Explicación del taller: En este taller los alumnos de sexto hicieron una maqueta de ADN. Como las clases ya están divididas en grupos de 2 y 3 alumnos no fue necesario hacer los grupos, de forma que se agruparon según cómo estaban sentados.

Para hacer la maqueta usamos palos de madera que representan las bases nitrogenadas y que cortaron y pintaron para que tuviesen formas compatibles (adenina-timina con forma triangular y citosina-guanina con forma redonda), después clavamos estos palos en una esfera de corcho que representa la hélice de azúcares y fosfatos. Para que se mantenga la estructura pegamos los palos con un trozo de cartulina debajo y todas las bolas con una cuerda de lana. Una vez pegamos en la lana las bolas de corcho se formó una especie de escalera que al girar adquirió la forma de doble hélice o escalera de caracol característica del ADN. Cabe destacar que entre las bolas de corcho debe haber una separación suficiente para que una vez formada la escalera podamos girarla y esta adquiera forma de doble hélice.

Objetivos: con esta práctica se pretende que conozcan qué es el ADN, qué estructura tiene, dónde se encuentra y cuál es su función.

Crea tu propio cromosoma

Base teórica: en el taller anterior los alumnos ya pudieron ver que todos estamos formados por células y que estas células en su núcleo contienen ADN, una molécula con forma de doble hélice que contiene los genes. Sin embargo, aún no llegan a tener claro qué son los genes ni la herencia, es por ello que en la charla introductoria tratamos estos términos para poder llevar a cabo el taller. Asimismo, en esta charla los alumnos de secundaria explicaron que un cromosoma es la forma que adquiere el ADN cuando se compacta.

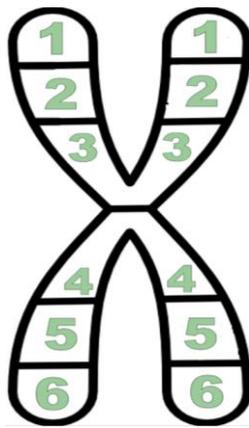


FIGURA 4:
CROMOSOMA
DIVIDIDO EN BANDAS.

Explicación del taller: En este taller los alumnos contaron con un cromosoma dividido en bandas (Figura 4) que recortaron y con una tabla (Figura 5) en la que se muestran una serie de caracteres físicos numerados y su tipo de herencia (dominancia/recesividad o herencia intermedia), así cada forma de cada carácter tiene un color asociado, de manera que atendiendo a este color pintaron las bandas de sus cromosomas. En concreto, determinaron las siguientes características con la ayuda de un compañero:

CARÁCTER FÍSICO	DOMINANTE	RECESIVO	
1.- Forma del nacimiento del pelo	Línea del pelo en "pico de viuda" Color: azul oscuro	Línea del pelo recta Color: azul claro	
2.- Pulgar	Pulgar curvado Color: verde oscuro	Pulgar recto Color: verde claro	
3.- Lengua	Capacidad de enrollar la lengua en forma de U Color: rojo	Sin capacidad de enrollar la lengua Color: rosa	
4.-Lóbulo de la oreja	Lóbulo de la oreja libre Color: naranja 	Lóbulo de la oreja pegado Color: amarillo 	
5.-Hoyuelo	Sin hoyuelo en el mentón Color: morado	Con hoyuelo en el mentón Color: lila	
CARÁCTER ESPECIAL	Liso	Ondulado	Rizado
6.- Forma del pelo	 Colores: Blanco	 Gris	 Negro

FIGURA 5: TABLA CON LOS CARACTERES FÍSICOS QUE ANALIZARON PARA PINTAR EL CROMOSOMA

1. Forma del nacimiento del pelo: Algunas personas exhiben una línea del pelo que termina en un pico en el centro de la frente. Esto se conoce como el "pico de viuda". Este rasgo resulta de la acción de un gen dominante. Por contra, el gen recesivo determina la característica de una línea del pelo continua.

2. Pulgar de "Ponero": Algunas personas pueden inclinar la coyuntura distal o final del pulgar hacia atrás a un ángulo mayor de 45 grados. Esto se conoce como "pulgar de ponero". Un gen dominante determina esta habilidad. Un gen recesivo evita que puedan inclinar esta coyuntura a un ángulo mayor de 45°.

3. Enroscamiento de la Lengua: Algunas personas poseen la habilidad de enroscar la lengua en forma de U cuando ésta se extiende fuera de la boca. Esta habilidad es causada por un gen dominante. Las personas que no poseen este gen solamente pueden efectuar una leve curvatura hacia abajo cuando la lengua se extiende fuera de la boca.

4. Lóbulo de la oreja: Un gen dominante determina que los lóbulos de la oreja cuelguen sueltos y no estén adheridos a la cabeza, mientras que el lóbulo adherido es una condición determinada por un gen recesivo.

5. Hoyuelo en el mentón: Algunas personas poseen una depresión u hoyuelo en la barbilla. Esto se debe a un gen dominante. La ausencia de este rasgo se debe a un gen recesivo.

6. Por último, encontramos un carácter especial que no presenta una herencia de dominancia/recesividad sino que presenta una herencia intermedia. Este carácter determina la forma del pelo, de manera que una forma del gen determina el pelo liso y la otra el pelo rizado, pero cuando una persona presenta ambas formas del gen tendrá el pelo ondulado.

Así, atendiendo a la forma que presentan en cada carácter tendrán que pintar la banda del cromosoma correspondiente de un color u otro. Por ejemplo, si nos fijamos en la banda 1 del cromosoma esta se corresponde con la forma del nacimiento del pelo. Si una persona presenta pico de viuda pintará la banda 1 de color azul oscuro, pero si por el contrario presenta la línea del pelo recta pintará la banda de azul claro.

Una vez ya habían pintado sus cromosomas, les propusimos pintar un nuevo cromosoma resultado del cruzamiento entre dos alumnos, de manera que atendiendo al carácter físico de cada alumno, su patrón de color y el tipo de herencia del carácter, tuvieron que deducir qué características físicas presentaría el "hijo" resultante del cruce.

Objetivos: conocer qué es un cromosoma, saber que este contiene los genes y que atendiendo al carácter presentará un tipo de herencia u otro. Reflexionar acerca de la implicación del tipo de herencia que presenta cada carácter.

Información adicional: la información sobre los caracteres y su tipo de herencia ha sido extraída de la Guía de Laboratorio de González (2020) y del Manual de prácticas de Laboratorio de Biología de Ramos (2010).

4.3.4. Fase de evaluación

Al terminar cada taller se repartió una ficha a cada alumno de primaria con una serie de preguntas sobre el taller con la finalidad de hacer un análisis diagnóstico y determinar si se habían llegado cumplir los objetivos inicialmente propuestos. Además, en el último taller *Crea tu propio cromosoma* repartimos unas fichas con unas encuestas de valoración del proyecto.

Una vez recogidas las encuestas de todos los agentes implicados en el servicio, tanto las encuestas de los alumnos de primaria como de secundaria como las de sus profesores, hacemos una valoración global del proyecto. Así, al finalizar el proyecto la evaluación cobra sentido, ya que tiene una visión de futuro que permite la elaboración de propuestas de mejora y ampliación para la siguiente edición del proyecto.

4.4. FASE DE DIVULGACIÓN

En última instancia tuvo lugar una fase de divulgación para dar a conocer el proyecto y que este sirva como inspiración a futuros nuevos participantes del “Proyecto Natura” y a todos aquellos que quieran iniciarse en esta nueva metodología.

Para la divulgación del proyecto se generó un elemento de difusión profesional que consiste en un vídeo de YouTube con una duración de entre 2 y 3 minutos con una breve explicación de este proyecto.

Asimismo, el día 19 de mayo por la tarde se llevó a cabo una exposición en la Sala Darwin de la Facultad de Farmacia en la Universidad de Valencia. Esta exposición formó parte del congreso de estudiantes del Grado de Biología conocido como “Biograu” y tuvo una duración de unos 5 minutos en los que también se hizo una breve explicación del proyecto.

Por último, el día 28 de mayo participé junto con el profesor de secundaria José Lagunas en “Expociencia”, un evento de divulgación científica orientado a niños y adolescentes principalmente donde realizamos uno de los talleres que forma parte de este proyecto. El taller que se llevó a cabo es el de *Crea tu propio cromosoma*, de forma que los niños que participaron en él pudieron pintar un cromosoma de acuerdo con sus características físicas. El papel con el que se imprimieron estos cromosomas era adhesivo, de forma que los niños que lo pintaron después se lo llevaron pegado en sus camisetas.

5. CONCLUSIONES

Para poder extraer las conclusiones del proyecto, tanto los alumnos de primaria como los de secundaria completaron unas fichas de “Evaluación diagnóstica” (Anexo I) donde se plantean cuestiones sobre los proyectos desarrollados para evaluar lo aprendido.

5.1. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE LOS ALUMNOS DE 6º DE PRIMARIA

Maqueta de ADN

Primero de todo vemos que la gran mayoría de alumnos (41%) cree que determinadas partes de nuestro cuerpo, como las uñas o el pelo, no están formadas por células, pues les cuesta entender que también son células aunque algunas sean células muertas. Además, algunos alumnos no consideran que los animales o las plantas estén formados por células (10%), esto posiblemente sea porque los consideran organismos más sencillos o no tan complejos como los humanos. Asimismo, algo sorprendente es que el 19% de los alumnos que sí que considera que las plantas estén formadas por células, a su vez creen que los hongos no.

Por otra parte, vemos que gracias al taller han aprendido a dibujar la estructura del ADN (77,50%) y saben que sus dos hélices se mantienen unidas por las bases nitrogenadas que son partes complementarias centrales (62,50%), y que es una molécula que está presente en todas las células de nuestro cuerpo (69,20%). Asimismo, también han aprendido qué es la genética (80%).

Sin embargo, un 72,50% de los alumnos cree que no podemos modificar el ADN, pues ven la ingeniería genética tan compleja que consideran que es imposible alterar el ADN a voluntad, o bien creen que a día de hoy es imposible pero que seguramente en un futuro se logrará (10%). Esta cuestión no la tratamos durante la charla, por lo que es normal que tantos alumnos la fallasen. Aún así, la incluí en el cuestionario porque una vez terminado el taller y recogidas las fichas les contamos que sí que se puede manipular el ADN, y que incluso muchos de los alimentos que consumimos se han originado tras modificarlo, siendo estos los alimentos transgénicos.

Crea tu propio cromosoma

Gracias a este segundo taller los alumnos han aprendido qué son los cromosomas y qué forma tienen (85%) y que estos poseen genes que determinan cómo somos físicamente (78%). También han aprendido a diferenciar entre los dos tipos de herencia vistos (herencia intermedia y mendeliana basada en la dominancia y recesividad) y supieron definir qué son los genes dominantes (77%), así como resolver un problema muy básico de genética en el que aplicaron todos los conocimientos aprendidos durante el taller (85%).

Como podemos observar, los resultados obtenidos en este último taller fueron mucho más positivos que los obtenidos en el taller anterior. Esto es posible que sea porque al ser el segundo taller que hacían sobre genética, ya partían de una base mucho más sólida. Antes del primer taller solo habían visto en clase qué son las células, de forma que partían de una base muy sencilla. Por el contrario, en este segundo taller ya tenían asimilados los conceptos introducidos en el taller anterior, lo que les hizo más fácil entender el taller.

5.2. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE LOS ALUMNOS DE 4º DE SECUNDARIA

Estos resultados han sido extraídos de la ficha de Evaluación diagnóstica (Anexo II). Esta ficha puede dividirse en 3 partes de acuerdo con los talleres dados y los conceptos trabajados: “Estructura celular de los seres vivos y ADN”, “Mitosis, meiosis y cromosomas” e “Ingeniería genética”.

Estructura celular de los seres vivos y ADN

Analizando las respuestas vemos como muchos alumnos de secundaria no tienen claros los conceptos de célula eucariota y procariota. Así, un 27,30% cree que determinadas partes de nuestro cuerpo, como las células del pelo, son procariotas. Esto se debe a que la palabra procariota la asocian con organismos sencillos, y creen, erróneamente, que partes de nuestro propio cuerpo como las uñas o el pelo deben estar formadas por células procariotas. Además, algunos alumnos creen que las bacterias o los virus son tan complejos que están formados por células eucariotas (36,30%).

También cabe destacar que algunos estudiantes creen que mientras que las plantas están formadas por células eucariotas, los hongos están formados por células procariotas (9,10%). Este es un resultado muy similar al que obtuvimos en la evaluación de los alumnos de primaria, quienes consideran que las plantas están formadas por células y los hongos no.

Aunque esto no lo trabajamos en los talleres, solo en el *Party & Co. científico*, en teoría es algo que deberían saber porque tuvieron que informarse de ello para poder hacer los talleres en primaria. Cabe destacar que otros alumnos sí que tienen claros estos conceptos e incluso anotaron que los virus no pueden clasificarse porque no son células, sino que son “paquetes de ácidos nucleicos y proteínas”.

Gracias a los talleres han aprendido la forma que tiene el ADN (100%) y que este está presente en todas las células (70%). Cabe destacar que un 30% de los alumnos considera que solo los espermatozoides presentan ADN. Esto es porque muchos creen que solo las células germinales, necesarias para crear un nuevo individuo, necesitan material genético. También el 92,30% de los alumnos supo diferenciar y poner nombre a los distintos orgánulos y partes que presenta una célula.

Mitosis y meiosis. Cromosomas

En esta parte del cuestionario la mayoría de los alumnos respondieron bien a todas las preguntas, de forma que podemos concluir que han aprendido dónde se encuentran nuestros cromosomas (100%) y qué forma tienen (100%). También qué es la cromatina (63,60%) y que las células animales se dividen por la formación de un anillo (92,80%).

Aún así, podemos ver que tienen mayor dificultad para diferenciar entre mitosis y meiosis. Un 60% de los alumnos pudieron indicar las diferencias entre estas dos formas de división celular, pero del porcentaje restante encontramos que un 13,30% cree que no hay diferencias entre las células que lo realizan, y un 26,70% no indica la reducción del material cromosómico a la mitad durante la meiosis, hecho más característico de esta forma de división. Esto también lo vemos en las preguntas test donde un 30% contestó que los gametos tienen 46 cromosomas.

También vemos que les cuesta entender cómo va a encontrarse el ADN en cada fase del ciclo celular, pues por ejemplo un 27,30% cree que cuando se va a dividir la célula el ADN está en forma de cromatina.

Genes y herencia genética

La mayoría de los alumnos (66,66%) presentan confusión entre genes y alelos (diferentes formas de manifestarse un mismo gen). Aún así, un 66,66% conoce los diferentes tipos de herencia y un 75% supo resolver el problema de genética planteado.

Ingeniería genética

Gracias a la charla y al debate que hicimos en el aula sobre los transgénicos, el 100% de los alumnos sabe que podemos manipular el ADN, un 69,20% sabe definir qué es un transgénico y un 84,60% sabe diferenciarlo de un Organismo Genéticamente Modificado. Asimismo, un 66,66% sabe en qué consiste la clonación.

Con todos estos resultados podemos concluir que el tema que es más complicado para los alumnos de secundaria es el de la mitosis y meiosis. También vemos que muchos continúan cometiendo errores y confundiendo conceptos similares a los que confunden los alumnos de sexto de primaria, como pensar que determinadas partes de nuestro cuerpo más sencillas desde su punto de vista, como son las uñas o el pelo, no deben estar formadas por células o bien están formadas por células procariotas. También encontramos a algunos alumnos de secundaria que continúan pensando que determinadas células de nuestro cuerpo no tienen ADN.

6. VALORACIÓN DEL PROYECTO

Con el objetivo de valorar la idoneidad de la actividad y mejorar la práctica docente, se llevó a cabo una encuesta de valoración de la actividad que rellenaron los alumnos de primaria, de secundaria y sus profesores.

6.1. VALORACIÓN DEL PROYECTO POR LOS ALUMNOS DE 6º DE PRIMARIA

La valoración de los alumnos ha sido muy positiva como podemos ver en el Anexo III, pues un 89,36% de los alumnos considera que ha aprendido nuevos conceptos de genética y entre las respuestas dadas sobre qué han aprendido que más interesantes me han parecido encontramos:

“He aprendido que se pueden heredar cosas que nunca salen a la luz”, con esto hace referencia a los genes recesivos que podemos heredar y que si a su vez heredamos un gen dominante nunca sabremos que nuestro ADN también cuenta con este gen recesivo.

“Sí, he aprendido que tenemos 46 cromosomas, 23 de la madre y 23 del padre” esto me ha parecido interesante que lo remarque un alumno de primaria, ya que algunos alumnos de secundaria olvidan estos datos como hemos podido ver en el apartado anterior. Además, también considero que es importante saber que la mitad de los cromosomas son heredados de uno de nuestros progenitores y que la otra mitad vienen del otro.

“He aprendido que el ADN está dentro del núcleo de una célula y que en los cromosomas está la información de cómo somos”. Esta respuesta permite saber que hemos cumplido los objetivos de los dos talleres, ya que estos eran los objetivos que en un primer momento planteamos, y los conceptos que considero que eran más importante que lograsen entender.

Un 79% aporta que gracias a estos dos talleres les parece más interesante la genética y un 90% cree que aprender con talleres de este estilo les ayuda a entender todo con más facilidad. Entre las razones que dan encontramos: “porque es más divertido y visual”, “porque participo”, “porque así es más fácil de entender”, “porque te ayuda a razonar” y “porque te lo explican con sus propias palabras y se entiende mejor.

Por otra parte, el taller que más les ha gustado es el de *Crea tu propio cromosoma* con un 61% de votos, un 18% vota que les han gustado ambos talleres y un 10% vota que es mejor el taller de la *Maqueta de ADN*. Entre las razones por las que argumentan que el taller de *Crea tu propio cromosoma* ha sido mejor encontramos: “Porque ha sido más fácil y a todos nos ha salido bien”, debemos tener en cuenta que el taller de la maqueta de ADN es más complicado al ser un trabajo manual que requiere más habilidad.

“El de los cromosomas me ha gustado más porque pensar cómo serían tus hijos es divertido”. Al final del taller, cuando ya todos habían recortado y pintado sus cromosomas, les dijimos que se pusiesen por parejas para plantearse cómo saldría su supuesto “hijo” y así que viesen la relación que existe entre los genes que codifican para un determinado carácter. Así, me parece interesante que les haya gustado reflexionar sobre cuestiones científicas de este estilo.

“Este porque el del ADN era más complicado, los palos se iban y me estresaba”. Este es un problema que yo también pude notar mientras realizábamos el taller de la *Maqueta de ADN*, pues con la finalidad de que pudiesen ver que las dos hélices que forman el ADN son independientes pero se unen por una estructura complementaria central (bases nitrogenadas), les hicimos cortar los palos de madera para luego volver a pegarlos y que viesen cómo cuadraban estas piezas, sin embargo, los palos no llegaban a pegarse bien y era muy difícil mantenerlos unidos, por lo que simplemente habiendo dibujado una forma complementaria (triángulo o semicírculo) en el palo sin recortar habría sido suficiente para que lo entendiesen y nos habríamos ahorrado el tiempo que perdimos en mantener los palos unidos.

Entre los que por el contrario prefirieron el taller de la *Maqueta de ADN* argumentan que es “porque había que hacer más cosas”, pues este taller era más interactivo mientras que el de los cromosomas servía más para hacerles reflexionar.

Por último, vemos que al 88% le gustó que fuesen los alumnos de secundaria los que dieron los talleres “porque así es más divertido” y a un 94% le gustaría que este proyecto se hiciese en más curso.

Las sugerencias que aportan es que los alumnos de secundaria no lean la presentación y que se incluyan vídeos de YouTube para poder ver lo que se está explicando.

6.2. VALORACIÓN DEL PROYECTO POR LOS ALUMNOS DE 4º DE SECUNDARIA

Para que los alumnos de secundaria valorasen el proyecto tuvieron que puntuar una serie de afirmaciones del 1 al 5 según cómo de acuerdo estén con ellas. Así, esta valoración se divide en una valoración del proyecto y en una valoración de su propia participación en él. La ficha y los resultados están en el Anexo IV.

En cuanto a la valoración del proyecto un 47% de las afirmaciones tienen una puntuación de 5 y un 38% con un 4, de forma que encontramos un 4,3 de media. Entre las afirmaciones que presentan una mayor puntuación encontramos que aprender con proyectos de este estilo les aporta más que aprender de la forma tradicional, que el proyecto ApS les ha ayudado a aprender conceptos nuevos de genética y a comprender conceptos dados en la asignatura.

En cuanto a la valoración de su propia participación en el proyecto y las competencias desarrolladas encontramos que un 36,20% de las afirmaciones tienen una puntuación de 5 y un 36,80% un 4, así encontramos un 4 de puntuación media. Entre las afirmaciones que presentan una mayor puntuación encontramos que el proyecto ha estimulado su iniciativa, el espíritu emprendedor y liderazgo, así como el aprendizaje autónomo.

Además de esto, también respondieron una serie de preguntas acerca del proyecto y los talleres hechos. Entre las opiniones acerca del proyecto en general encontramos: “Me ha gustado mucho, sobre todo exponer y ayudar a los estudiantes de primaria para que comprendan la genética”, “Me ha parecido muy interesante, con talleres útiles que me han ayudado a aprender” y “Me han parecido simples de entender”

Por otra parte, un 55,50% de los alumnos votaron que lo que más le había gustado había sido exponer en 6º de primaria, un 33,30% votó que lo mejor había sido el *Escape Room* y un 11,20% el *Party & Co. científico*. En cuanto al taller que menos les ha gustado encontramos el de *Plastimeiosis* con un 16,66%.

El 100% de los alumnos considera que los talleres han tenido un resultado positivo en los alumnos de primaria porque “se han mostrado muy interesados y seguramente se han quedado con información que les servirá mucho en 4º”. “Sí porque hemos empezado explicando lo más básico, que es la célula, y es lo que van a ver en la ESO”. “Sí, aunque seguramente se les olvide porque no lo van a ver hasta 4º”. Con esto vemos que hasta los propios alumnos de secundaria consideran que la base que tienen los alumnos de primaria sobre la genética es demasiado pobre.

En cuanto a las sugerencias para la mejora del proyecto vemos que dos alumnos remarcan que les habría gustado ir a un laboratorio o a la universidad donde puedan usar microscopios, pues en su colegio no cuentan ni siquiera con un laboratorio. También dicen que les gustaría poder ver lo que han aprendido en la vida real.

Por otra parte, cabe destacar que un alumno marca que le gustaría que hubiese más compañerismo. Esto es porque en un grupo en concreto hubo un problema con dos alumnas que no se mostraron muy participativas en el proyecto y ni siquiera ayudaron a sus compañeros a la realización de la exposición. Al final, podemos crear cualquier proyecto con una estructura cooperativa, pero si los alumnos no quieren participar hay poco que hacer.

6.3. VALORACIÓN DEL PROYECTO POR LOS PROFESORES

Para estimar la valoración del proyecto por parte de las dos profesoras de primaria y el profesor de secundaria estos tuvieron que rellenar una tabla puntuando del 1 al 5 según cómo de acuerdo estaban con unas determinadas afirmaciones. Además, este cuestionario cuenta con una serie de preguntas adicionales acerca del proyecto (Anexo V).

Todos los profesores puntuaron con un 5 las afirmaciones, indicando que estaban muy de acuerdo con ellas. Con una excepción, el profesor de secundaria votó con un 4 a “Los alumnos han reforzado su capacidad de trabajo en equipo” esto es en referencia al problema comentado en el apartado anterior. De esta forma, encontramos una nota de 4,97 sobre 5.

Con esto podemos determinar que consideran que los alumnos han mostrado interés por los talleres, han aprendido a transmitir su conocimiento y han aprendido nuevos conceptos de genética. Además, consideran que tanto la actitud de los alumnos de primaria como de secundaria ha sido muy buena y que además los alumnos de 4º han sabido adaptar el material didáctico a los alumnos de primaria. También afirman que recomiendan el proyecto y que participarían de nuevo en un proyecto similar.

Por otra parte, a los tres les han gustado mucho las actividades “por ver interactuar al alumnado y aprender de forma más divertida conceptos científicos”, además dicen “el resultado ha sido muy positivo, las actividades realizadas han divertido mucho además de enseñarles”. Una de ellas dice que “los alumnos de 6º de primaria, en la asignatura de naturales, había trabajado y estudiado el cuerpo humano por lo que les ha servido como repaso además de ampliar su conocimiento”.

En cuanto a la mejora del proyecto el profesor de secundaria dice “Disponer de recursos materiales y más tiempo”. En cuanto a las profesoras de secundaria no tienen ninguna sugerencia para el proyecto, pero una de ellas añade que “pondría más talleres a menudo, considero que esta manera de enseñar tan lúdica es con la que mejor se aprende”.

6.4. VALORACIÓN DEL PROYECTO POR LA ALUMNA DE LA UNIVERSIDAD

Estoy muy satisfecha con el trabajo realizado, ya no solo por la buena valoración que ha obtenido el proyecto por parte de todos los implicados, sino también porque me ha permitido comprobar y reforzar mi vocación como docente y conocer nuevas metodologías que, como he podido verificar, tienen un gran efecto positivo entre los alumnos.

Así, se han logrado cumplir todos los objetivos inicialmente propuestos, a pesar de que exista una pequeña diferencia entre los alumnos, especialmente en los alumnos de secundaria puesto que ya tienen personalidades más marcadas y se hacen más notables las diferencias. Pues como indican Escudero y Dapía (2014), el mayor inconveniente entre el estudiantado es que los alumnos pueden presentar niveles muy diferentes de implicación con las tareas, lo que lleva a distintos grados de aprovechamiento y de consecución de los objetivos que se plantean.

También se ha conseguido divulgar con rigor conceptos científicos que normalmente no son bien comprendidos mediante la enseñanza tradicional y que mediante una enseñanza más cercana y sencilla se ha logrado su comprensión. Asimismo, se ha conseguido su interés y motivación al ver que determinados conceptos que han estudiado teóricamente en la asignatura tienen su aplicación en la vida real, de forma que los alumnos no solo han aumentado sus conocimientos sobre genética sino que, además, han tenido que aplicarlos generando contenidos didácticos que permitan una transferencia de conocimientos a compañeros en otro contexto con un nivel mucho más inferior.

En cuanto a la motivación y vocación creada, esta se ha puesto de manifiesto en la implicación de los alumnos en los talleres y en las encuestas de valoración del proyecto, donde manifestaron que el proyecto les había ayudado a comprender conceptos de la asignatura. Además, otro hecho que me hace asumir que se ha conseguido despertar su motivación e interés por la genética es que durante las vacaciones de Pascua un alumno de 4º me escribió el siguiente correo:

“Hola Vera, tengo una duda, ¿la carrera de genética es muy difícil o compleja? Los ejercicios de ahora son muy sencillos pero no sé si es complicada la carrera, y a qué trabajos se puede aspirar si estudio genética.

Un saludo”

Recibir este correo hizo que me sintiese totalmente realizada y que pudiese ver que el trabajo que estaba realizando en el aula tiene un resultado real entre los alumnos, fue la forma de comprobar que realmente se ha podido cumplir el mayor objetivo del proyecto, crear vocación.

Por todo lo mencionado, la valoración que se hace desde el Colegio Engeba es altamente positiva y permite sugerir que la continuidad de estos proyectos y la colaboración entre profesores universitarios y de instituto puede suponer un cambio significativo en la forma en que la genética acaba de ser percibida por la sociedad en general y los alumnos en particular. Es por todo ello que considero que la metodología ApS debe ser aceptada en las ciencias y en la educación, siendo una metodología útil para captar el interés del alumnado y generar conocimiento, pues gracias a estos talleres se unen bajo un mismo concepto el aprendizaje y la diversión.

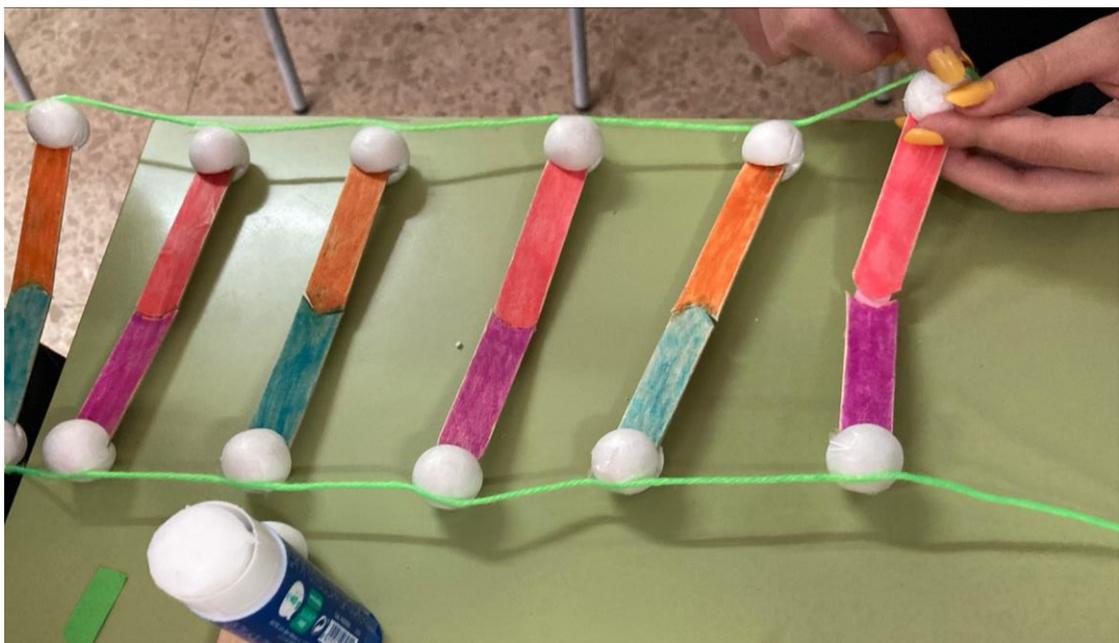
“Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo.”

Benjamin Franklin

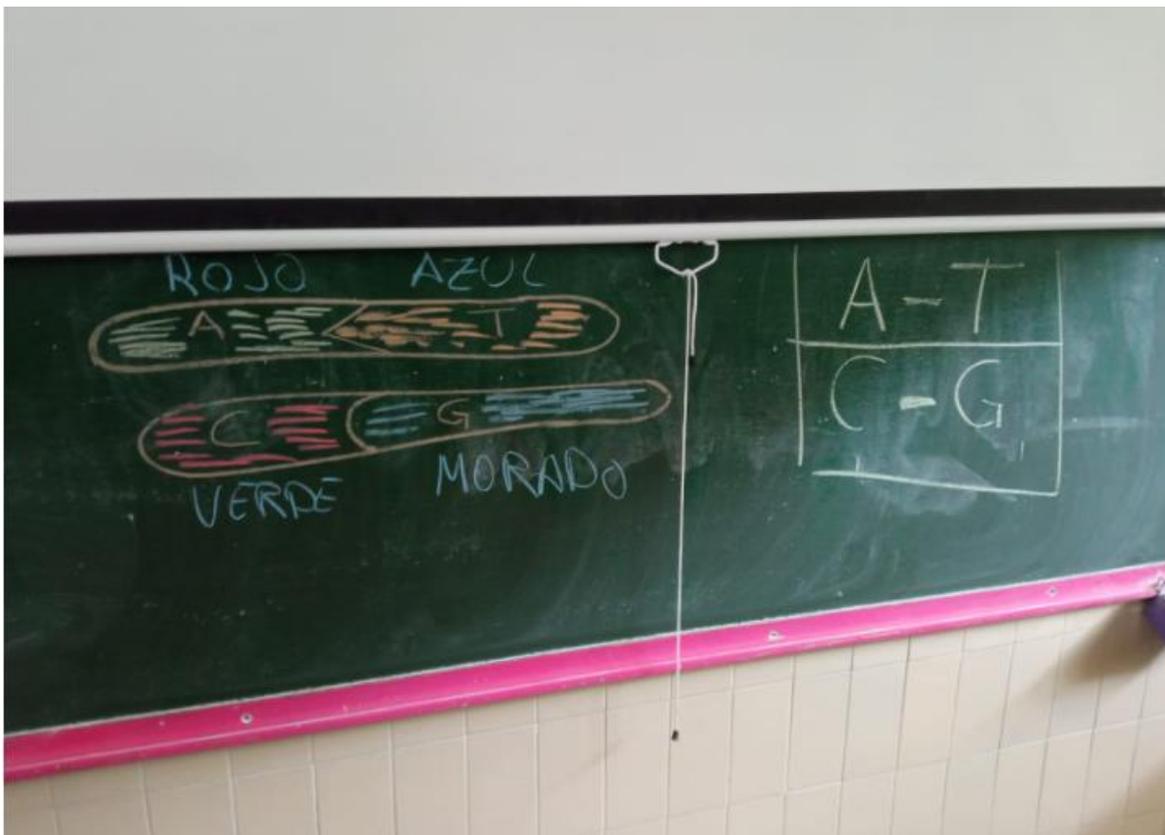
7. IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Imágenes del taller *Maqueta de ADN* en primaria

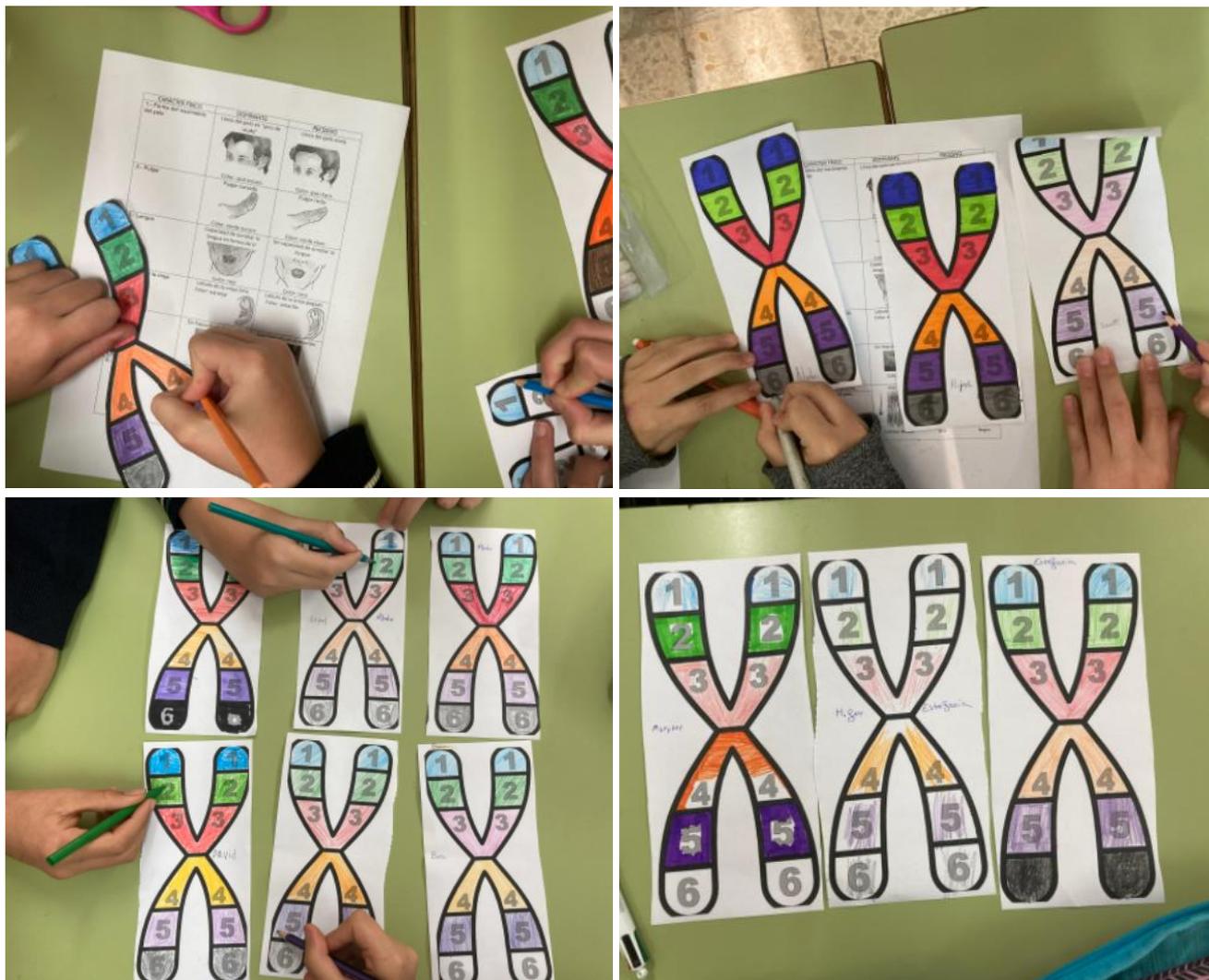




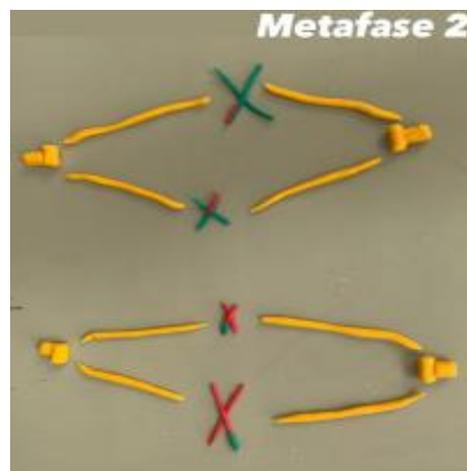
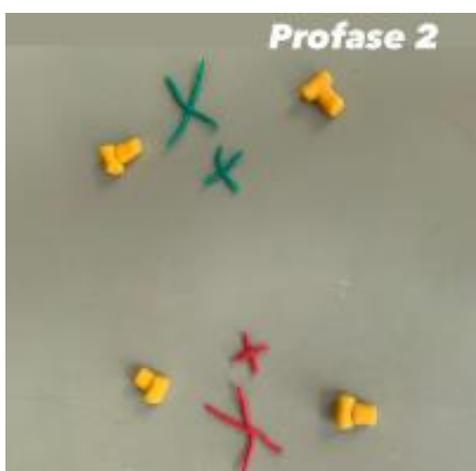
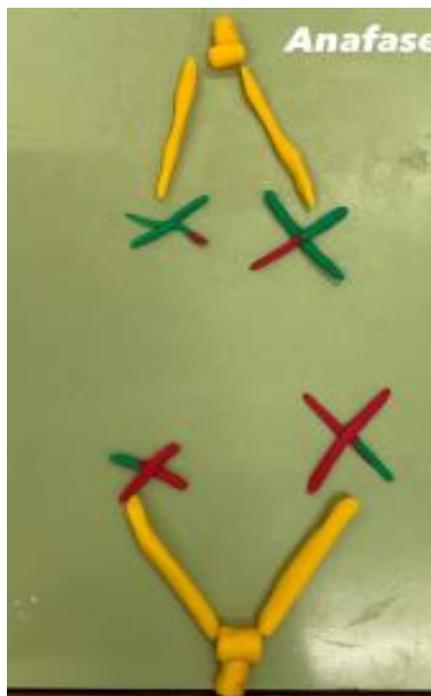
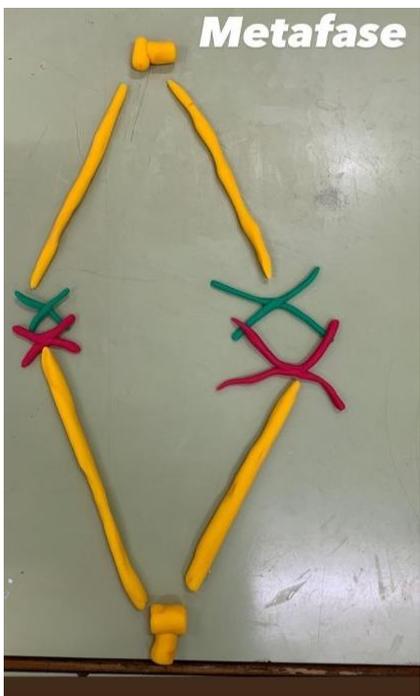
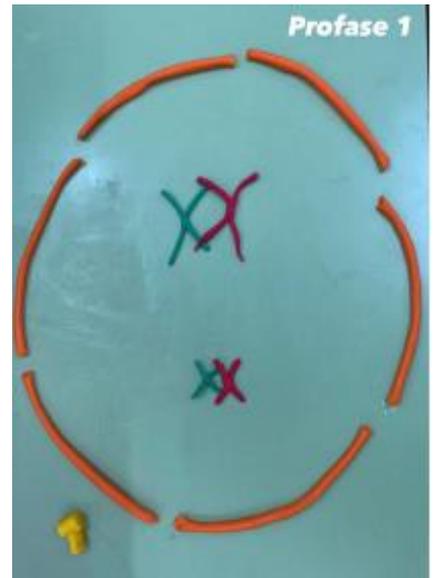
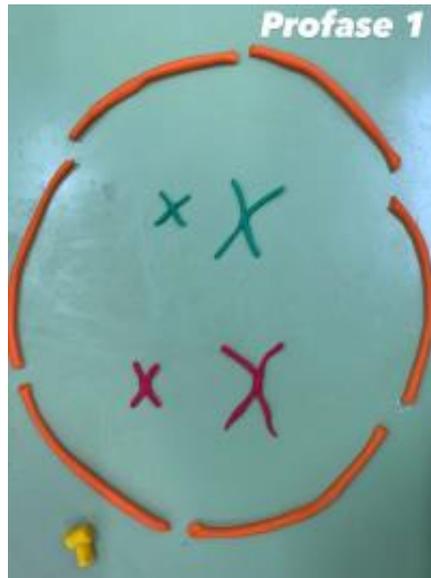
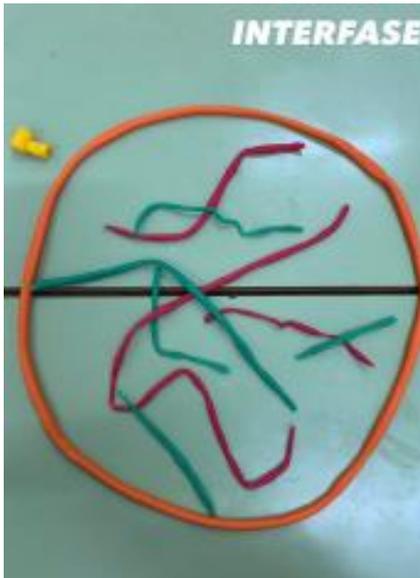


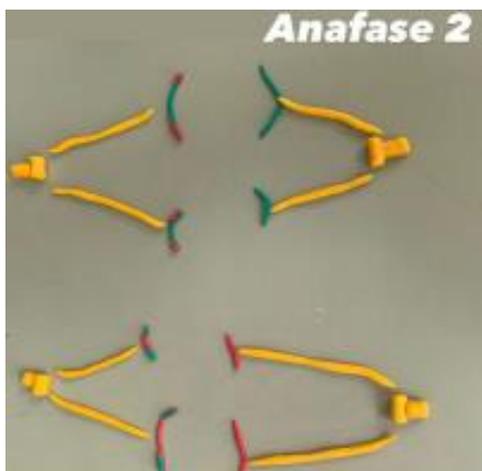


Imágenes del taller Crea tu propio cromosoma en primaria

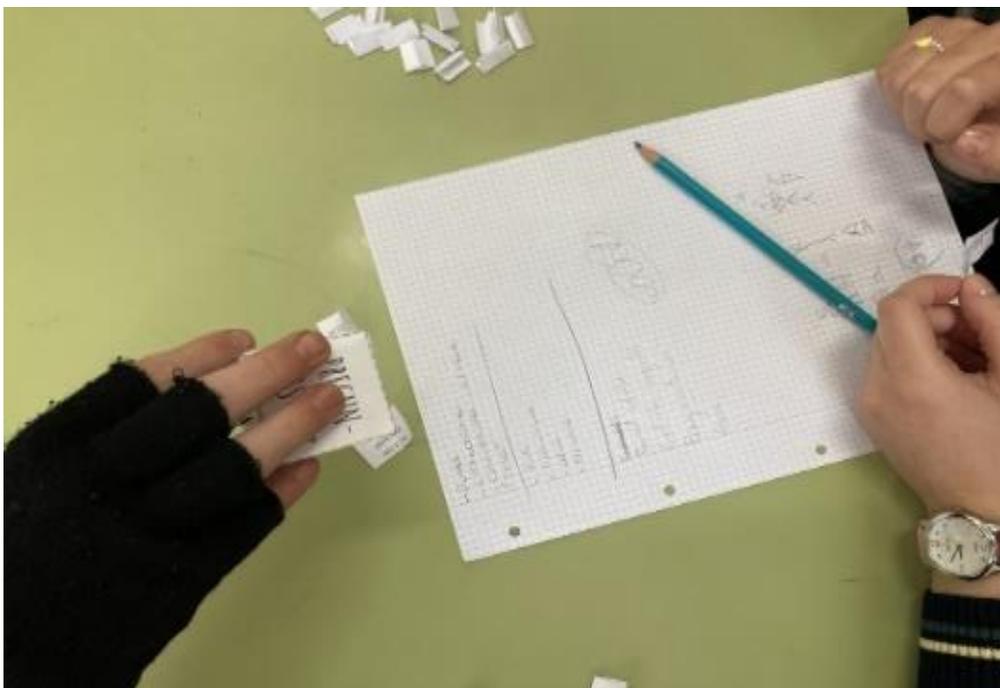


Imágenes del taller *Plastimeiosis en secundaria*

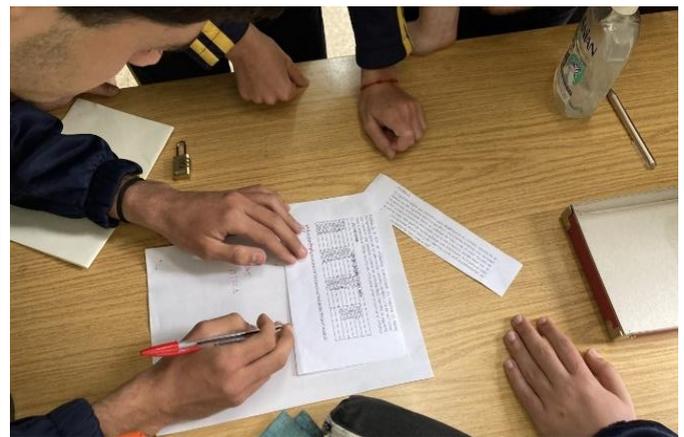
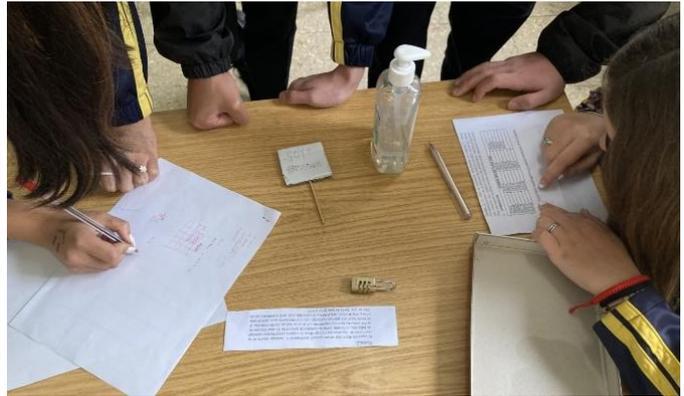




Imágenes del taller *Party & Co científico* en secundaria



Imágenes del taller *Escape Room* en secundaria



8. EXPOSICIÓN DE LAS DIFICULTADES PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

La mayor dificultad que encontré a la hora de desarrollar el proyecto fue la falta de tiempo tanto en primaria como en secundaria. El primer taller de los dos realizados en primaria (Maqueta de ADN) al tratarse de un trabajo manual conllevó mucho más tiempo en unos grupos en comparación con los otros. El mayor problema del taller fue que, con la idea de que viesen que las bases nitrogenadas (A-T y C-G) son complementarias y pueden mantener unidas las dos cadenas del ADN, les hicimos cortar los palos de madera con formas complementarias (círculos o triángulos) y después volver a pegarlos, sin embargo, al pegarlos era difícil mantener los palos unidos y rectos, sobre todo a la hora de girar las cadenas para hacer la forma de hélice los palos se despegaban. A pesar de esto, una de las clases de primaria logró terminar con el taller dentro del tiempo planeado, sin embargo, el otro grupo planteó tantas preguntas durante la presentación que no les dio tiempo a finalizar el taller. Aún así, podemos solucionarlo gracias a que la maestra de primaria nos dejó la siguiente hora de clase para terminar el taller.

Por otra parte, los alumnos de secundaria también tardaron más del tiempo planeado para hacer el taller *Plastimeiosis*, por ello el profesor les dio otra clase para terminarlo y los alumnos que no habían tenido tiempo suficiente pudieron llevarse las plastilinas para hacerles foto a las diferentes fases de la meiosis y poder mandarlas por correo electrónico.

Además, aunque es cierto que los alumnos de secundaria se mantuvieron en su mayoría muy participativos durante el desarrollo del proyecto, mi idea era idear los talleres de primaria también teniendo en cuenta sus ideas. A pesar de que les propuse que pensasen unos talleres que les gustaría hacer con los alumnos de primaria para que estuviesen más integrados en el desarrollo del proyecto, nadie propuso nada, por lo que fui yo la que ideé ambos talleres.

9. BIBLIOGRAFÍA

Altamirano HJ, Ríos MM (2022) Transgénicos: ¿El futuro o un peligro? Observatorio Científico Tecnológico y de Innovación 13: 1-6.

Ayuso GE, Banet E (2002) Alternativas a la Enseñanza de la Genética en Educación Secundaria. Enseñanza de las Ciencias 20(1): 133-157.

Batlle R. Blog de Roser Batlle. Aprendizaje-Servicio (<http://roserbatlle.net/>).

Blank W (1997) en Promising practices for connecting high school to the real world, ed. Harwell S (Educational Resources Information Center) pp. 15-21.

Blumenfeld PC, Soloway E, Marx RW, Krajcik JS, Guzdial M, Palincsar A (1991) Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. Educational Psychologist 26(3-4): 369-398.

Clemente S, Domínguez A, Ruiz AB (2019) en Biología y Geología 4ESO, eds Alcón A, Fernández E, García MI, Sánchez M, Sacristán M (Anaya), pp 10-54.

De Sousa S, Macedo H, Durelli VHS, Isotani S (2014) A Systematic Mapping on Gamification Applied to Education. Association for Computing Machinery 14: 216-222.

Escofet A, Folgueiras P, Luna E, Palou B (2016) Elaboración y validación de un cuestionario para la valoración de proyectos de aprendizaje-servicio. Revista Mexicana de Investigación Educativa 21: 929-949.

García JA, Quinto P, Martínez J (2015) Understanding of Mendelian Inheritance Model after conventional teaching methods in Secondary Education students. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales 29: 275-299.

González R (2020) Guía de Laboratorio Biología. Corporación Universitaria Rafael Núñez.

Ibieta M (2021). Tecnologías en diabetes: bomba de insulina. Fundación diabetes juvenil de Chile (11 de enero de 2021; [Tecnologías en Diabetes: Bomba de Insulina – Fundación Diabetes Juvenil de Chile \(diabeteschile.cl\)](https://tecnologiasendiabetes.com/)).

Iñiguez FJ (2005) La Enseñanza de la genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona.

Llobet L (2015) Ciencia en casa: programa de adaptación de prácticas de laboratorio de la materia de Biología y Geología de 1º y 3º de la ESO para su realización en el hogar. Trabajo fin de máster, Universidad Internacional de la Rioja.

Martínez M (2009) en El prácticum más allá del empleo: Formación vs. Training, eds Raposo M *et al.* (Universidade de Santiago de Compostela), pp. 23-34.

Ministerio de Universidades. Gobierno de España (2021) Datos y cifras del Sistema Universitario Español. Publicación 2020-2021. Programa Editorial del Ministerio de Universidades.

Ormazabal JR (2021) Escape Room Genetics. Gobierno de Aragón. Blog de experiencias de aula. Formación del profesorado (17 de abril de 2021; [Escape Room Genetics – Blog de experiencias de aula. FORMACIÓN DEL PROFESORADO -D.G.A.- \(catedu.es\)](#)).

Porlan R, Rivero A, Martín R (2000) en Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias, eds Perales FJ, Cañal P (Marfil) pp. 507-534.

Ramos MA (2010) Manual de prácticas de Laboratorio de Biología. Benemérita Universidad autónoma de Puebla.

Román F (2021) La neurociencia detrás del aprendizaje basado en problemas (ABP). Journal of Neuroeducation (JONED) 1(2): 50-56.

Sierra I *et al.* (2017) en Researching the university teaching through Service-Learning, eds Carrillo-Rosúa FJ, Arco-Tirado JL, Fernández-Martín FD (Editorial Universidad de Granada), pp 589-595.

Solomon J (1988) Una perspectiva social de los esquemas conceptuales. Investigación en la escuela 5: 17-20.

Soro EM, Álvarez E, Miramón V, Martínez M, Martín M, Domínguez S (2021) Alimentos transgénicos. Revista Sanitaria de Investigación 2: 2660-7085.

Tapia MN (2008) en Aprendizaje servicio y responsabilidad social de las universidades, ed Martínez M (Editorial Octaedro), pp 27-56.

Tejada J (2013) La formación de las competencias profesionales a través del aprendizaje servicio. Cultura y Educación 25(3): 285-294.

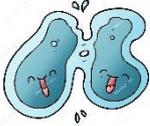
Triviño L, Rico L (2016) Proposals based on service-learning methodology to arouse interest in heritage education in teacher training. International Journal of Educational Research and Innovation 5: 1-13.

Universitat de València. Projectes Natura. Delegación para la Incorporación a la Universidad ([Projectes Natura 2021-2022 \(uv.es\)](#)).

10. ANEXO

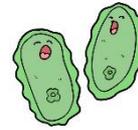
ANEXO I: EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA. ALUMNOS DE PRIMARIA

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DEL PROYECTO: ALUMNOS DE PRIMARIA



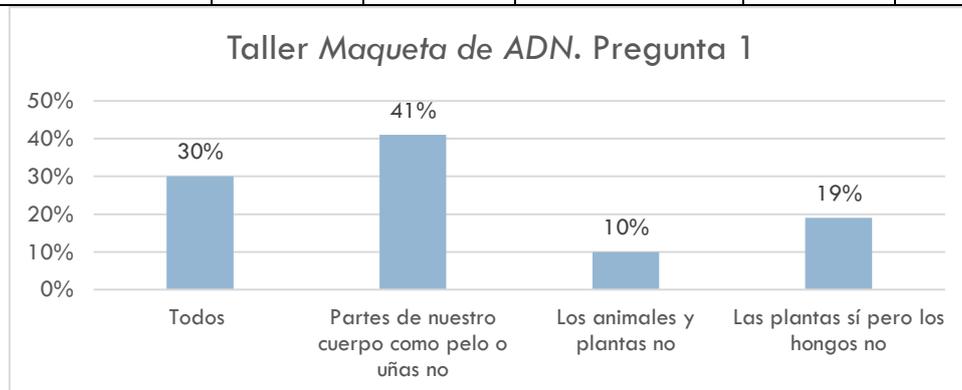
PRIMARIA

TALLER ADN

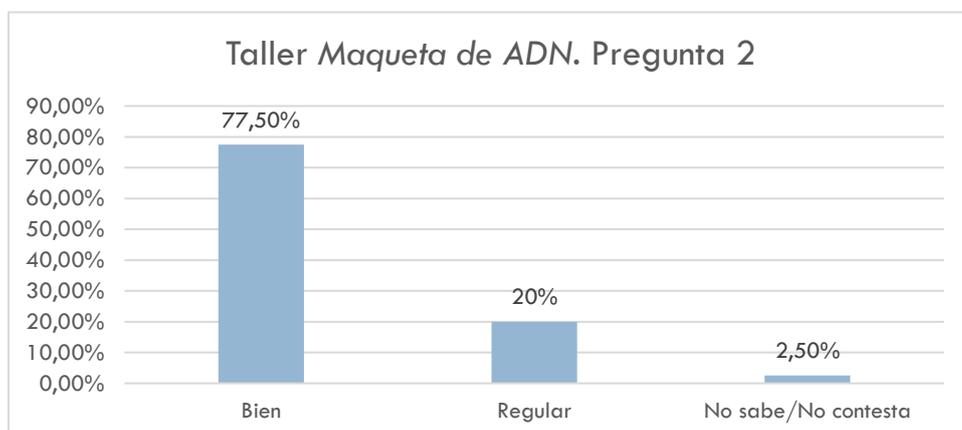


1.- Nosotros estamos formados por miles de estructuras muy pequeñas que se llaman células. Marca sí o no según si las siguientes partes de nuestro cuerpo y organismos están formados por células.

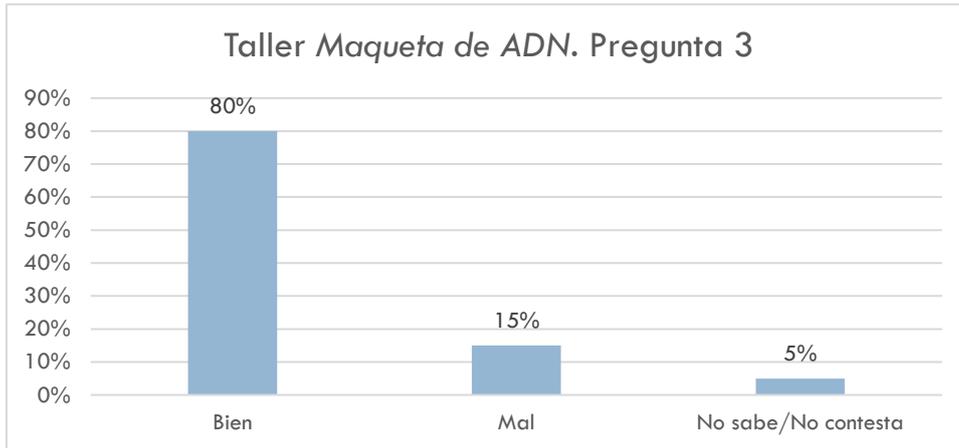
	SÍ	NO		SÍ	NO
Pelo			Planta		
Dientes			Perro		
Dedos			Hongo		
Uñas			Lagartija		



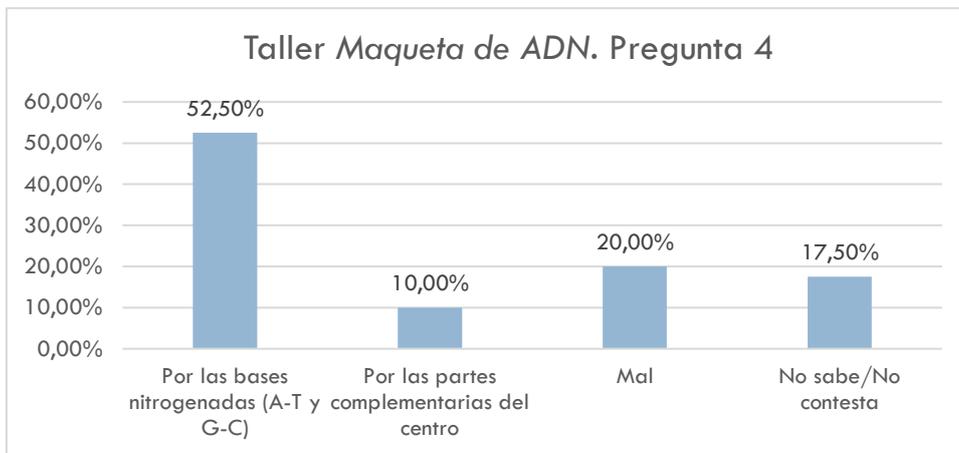
2.- Dentro del núcleo de nuestras células encontramos el ADN que tiene la información genética que va a decir cómo somos. ¿Qué forma tiene este ADN? Dibújalo.



3.- ¿Cómo definirías la genética?

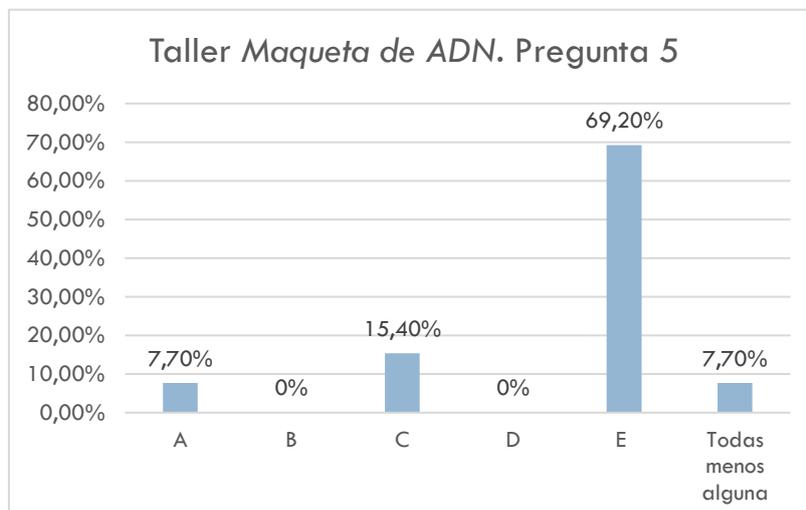


4.- El ADN está formado por dos cadenas diferentes con forma de hélice, ¿cómo están unidas estas dos cadenas?

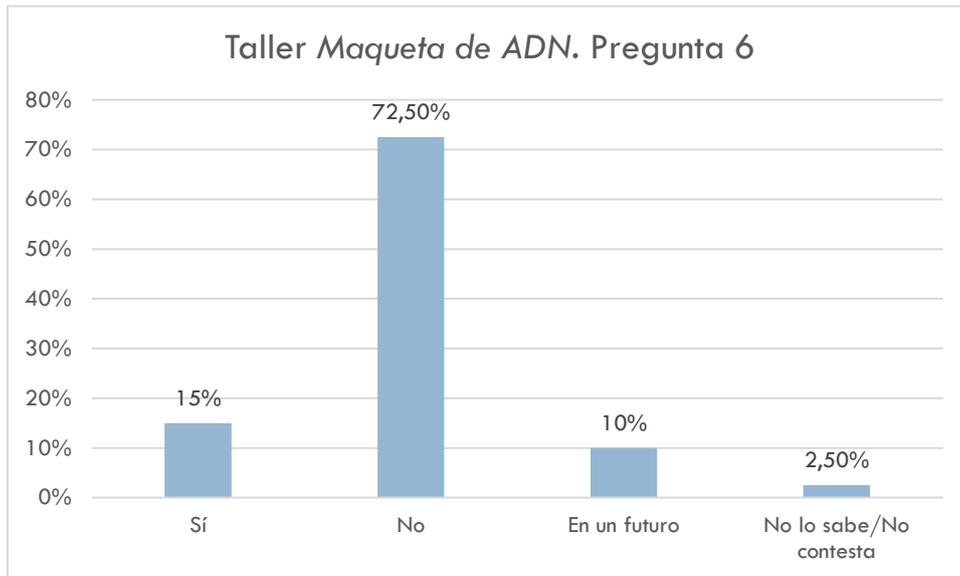


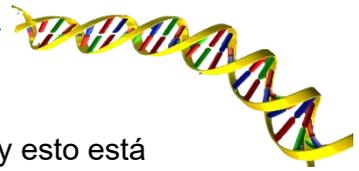
5.- Rodea la opción correcta. ¿Cuál de los siguientes tipos de células tienen ADN?

- a) Los espermatozoides
- b) Las células del corazón
- c) Las células de los músculos
- d) Las células de los riñones
- e) Todas las anteriores



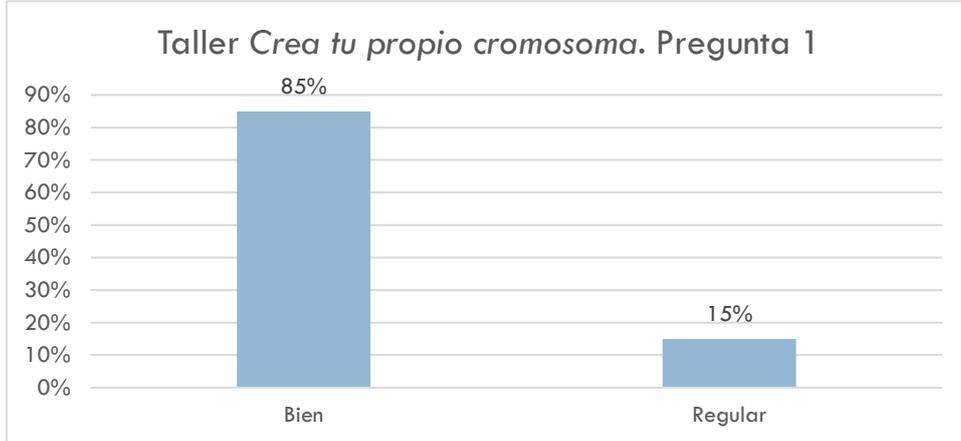
6.- ¿Crees que podemos cambiar el ADN de las células de algunos organismos?



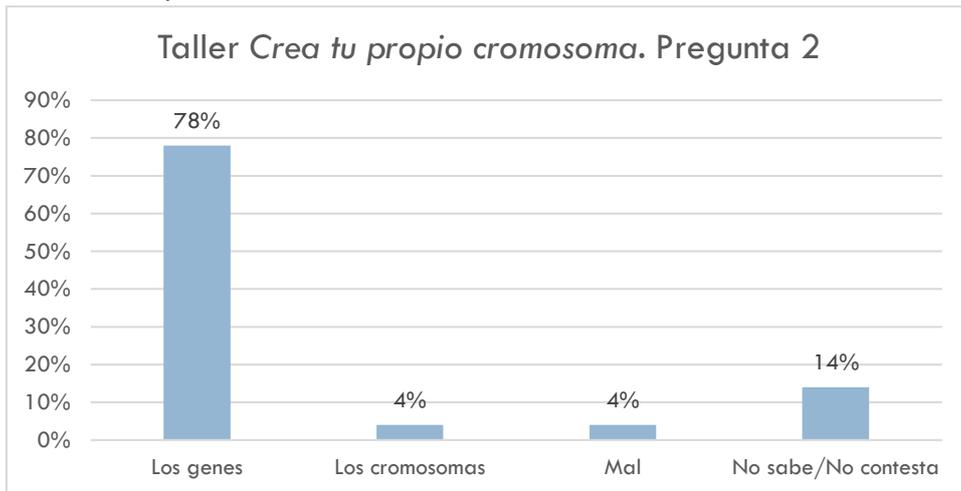


EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DEL PROYECTO: ALUMNOS DE PRIMARIA TALLER CROMOSOMAS

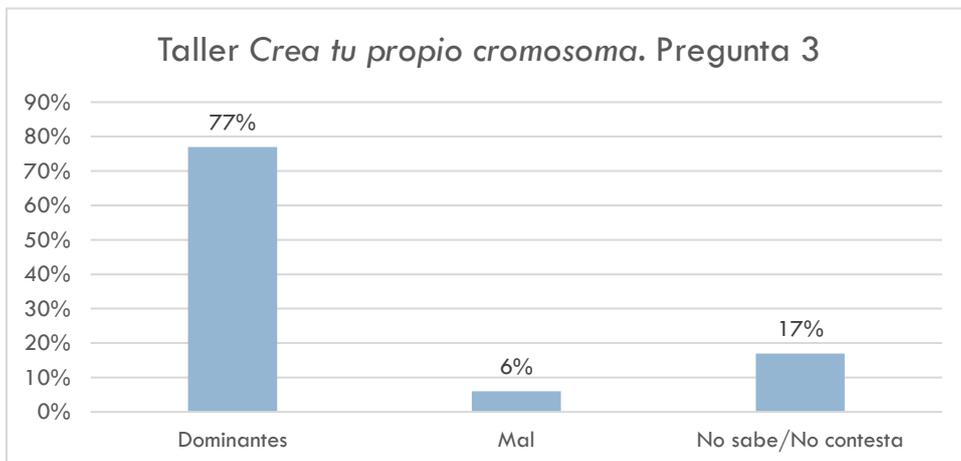
1.- Un cromosoma es la forma que tiene el ADN cuando se compacta y esto está dentro del núcleo de una célula. Dibuja la forma que tienen los cromosomas.



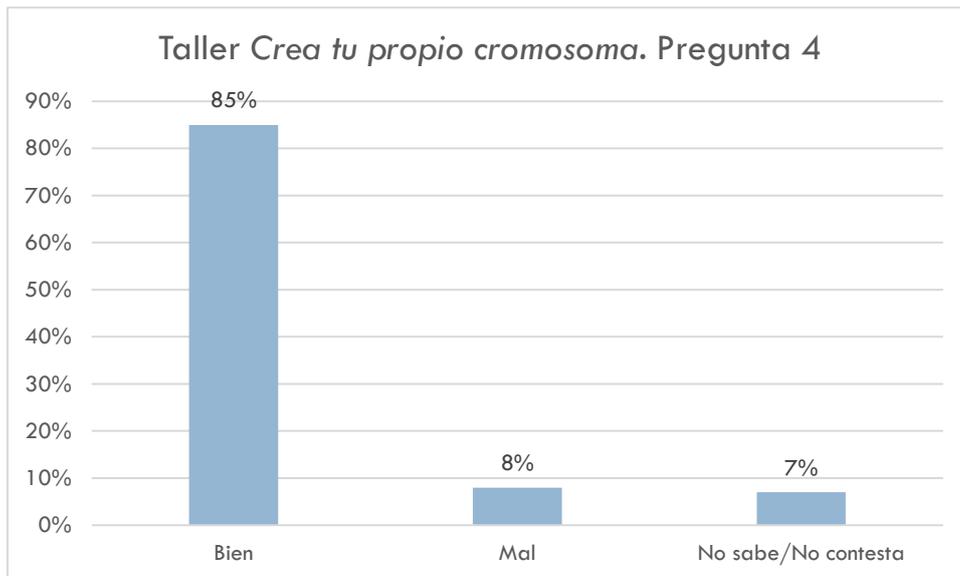
2.- En nuestros cromosomas y ADN hay unas partes que definen cómo somos físicamente. ¿Cómo se llaman estas partes?



3.- ¿Cómo se llaman los caracteres que mandan sobre otros? Pon un ejemplo.



4.- Si un hombre con pico de viuda se relaciona con una mujer sin pico de viuda, ¿el hijo que tengan tendrá pico de viuda o no? ¿Por qué?

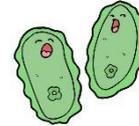


ANEXO II: EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA. ALUMNOS DE SECUNDARIA

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DEL PROYECTO: ALUMNOS DE SECUNDARIA



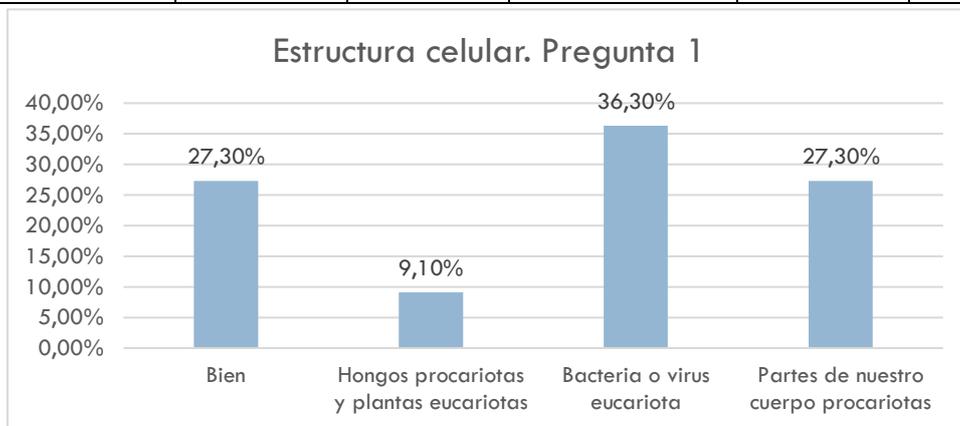
ESTRUCTURA CELULAR DE LOS



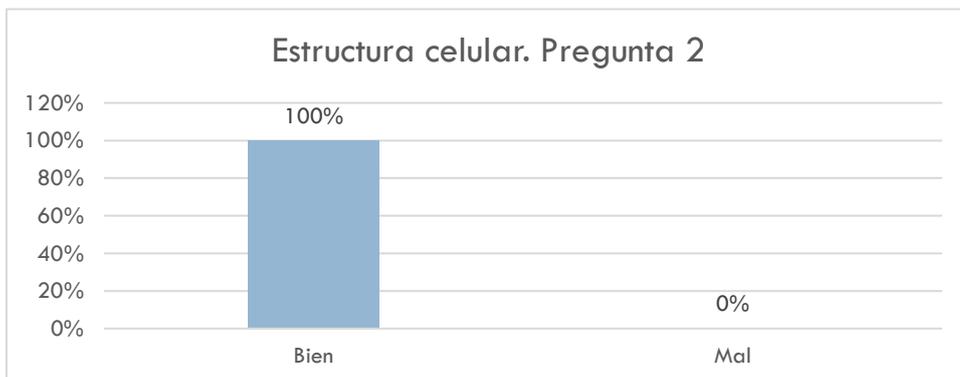
SERES VIVOS. ADN

1.- ¿Qué es una célula? Completa la siguiente tabla marcando con una X según el tipo de célula por el que están formados los siguientes organismos y estructuras de nuestro cuerpo

	Célula procariota	Célula eucariota		Célula procariota	Célula eucariota
Pelo			Planta		
Virus			Perro		
Bacterias			Hongo		
Uñas			Lagartija		

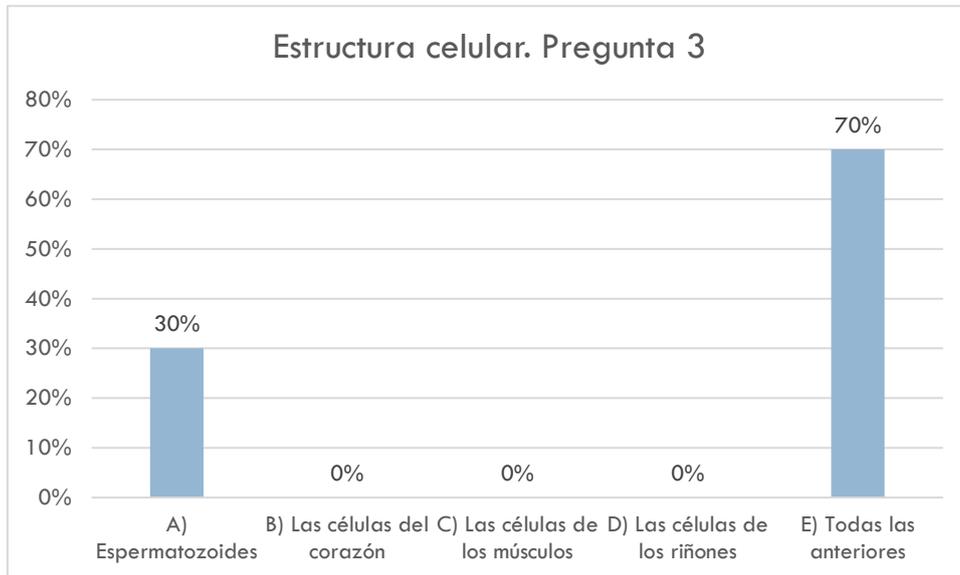


2.- Dentro del núcleo de nuestras células encontramos el ADN que tiene la información genética que va a decir cómo somos. ¿Qué forma tiene este ADN? Dibújalo e indica sus partes

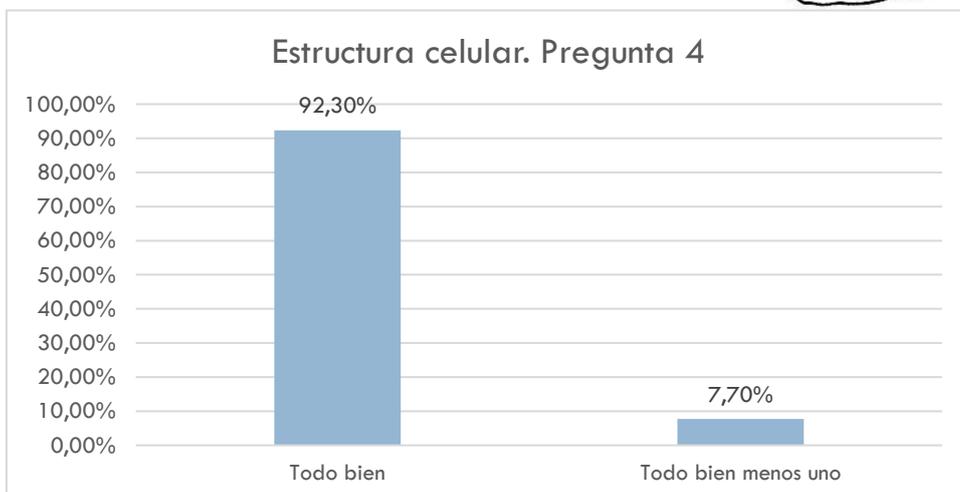
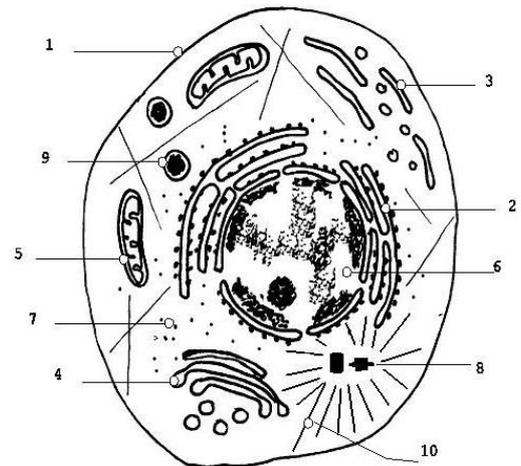


3.- Rodea la opción correcta. ¿Cuál de los siguientes tipos de células tienen ADN?

- a) Los espermatozoides
- b) Las células del corazón
- c) Las células de los músculos
- d) Las células de los riñones
- e) Todas las anteriores



4. Indica las partes de la célula

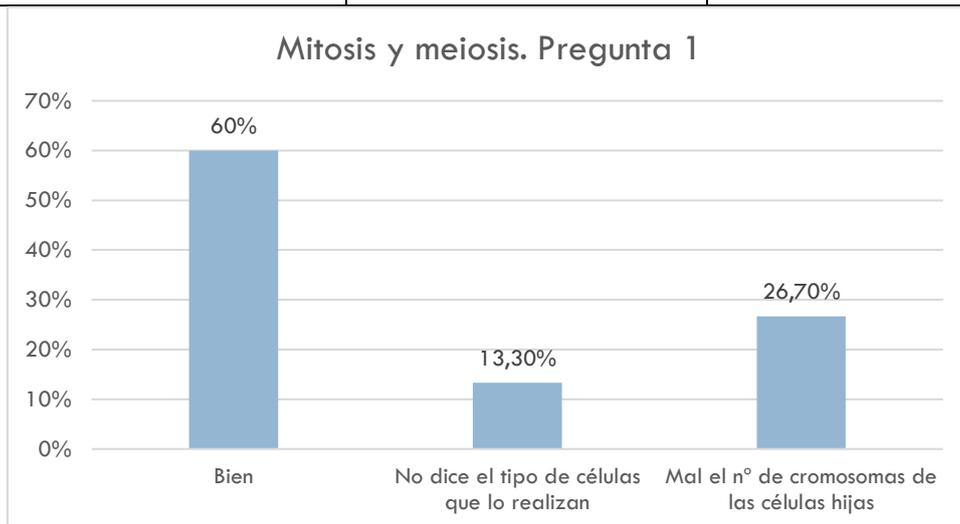


MITOSIS Y MEIOSIS. CROMOSOMAS

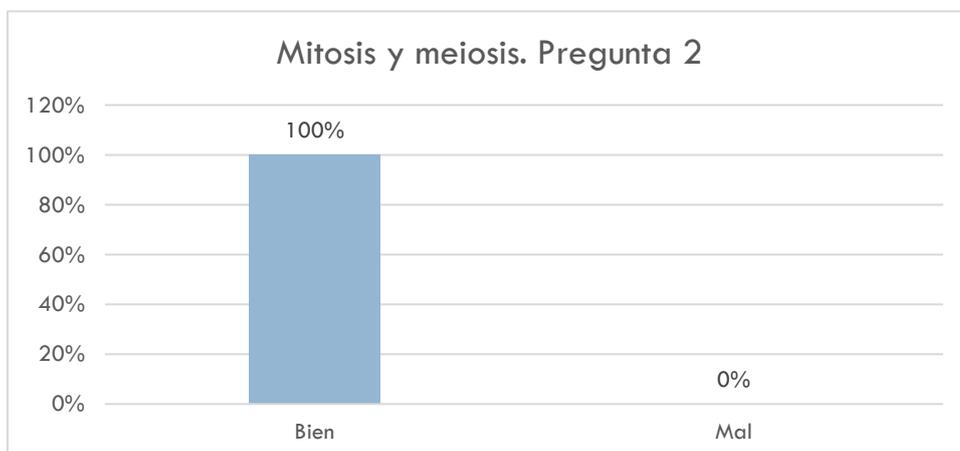


1.- Rellena la siguiente tabla indicando las diferencias entre ambos procesos

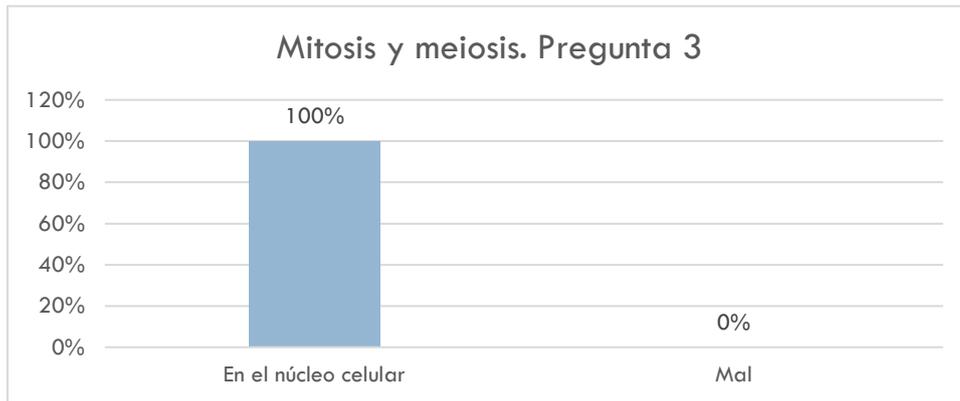
	MITOSIS	MEIOSIS
Tipos de células que lo realizan		
Nº de cromosomas de las células hijas		
Nº de divisiones que sufre el núcleo		
Nº de células hija que se obtienen		
Función		



2.- Cuando nuestras células van a sufrir división celular empaquetan su ADN adquiriendo una forma específica. ¿Qué nombre recibe esta forma? Dibújalo la estructura e indica sus partes



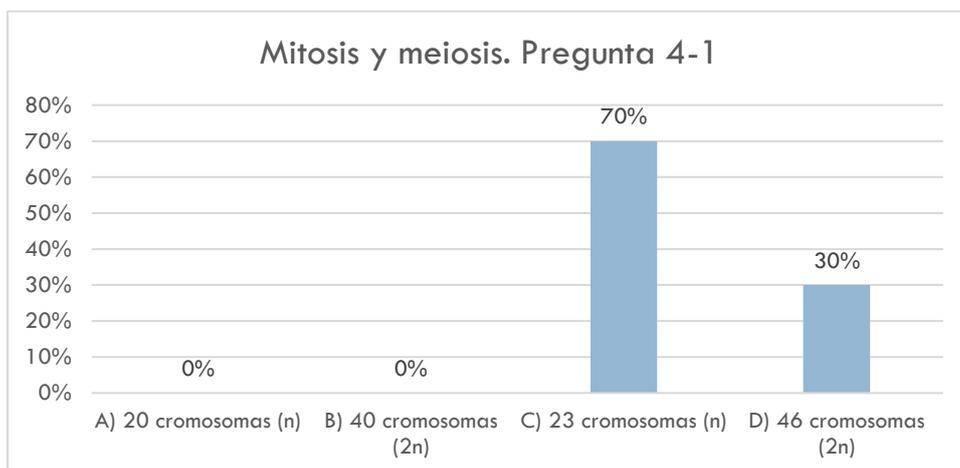
3.- ¿Dónde se encuentran nuestros cromosomas?



4.- Selecciona la opción correcta:

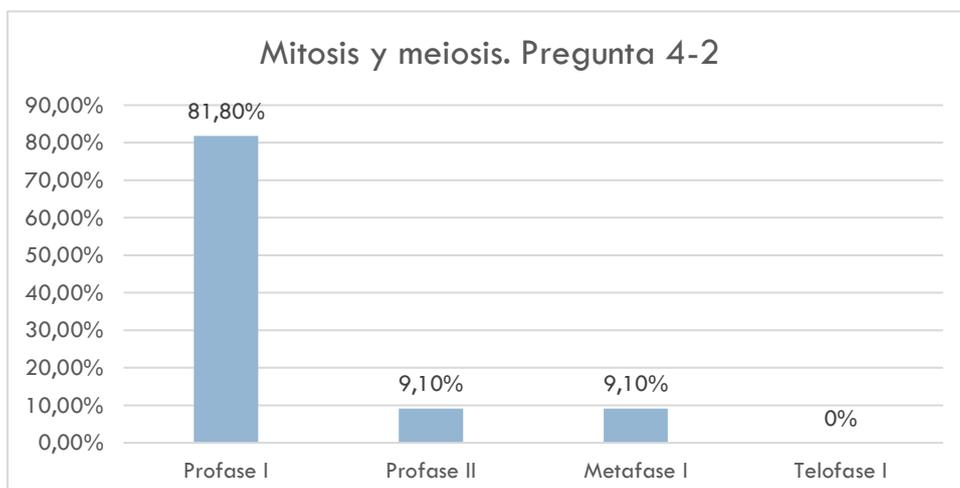
1) Un gameto humano tiene:

- a) 20 cromosomas (n)
- b) 40 cromosomas (2n)
- c) 23 cromosomas (n)
- d) 46 cromosomas (2n)



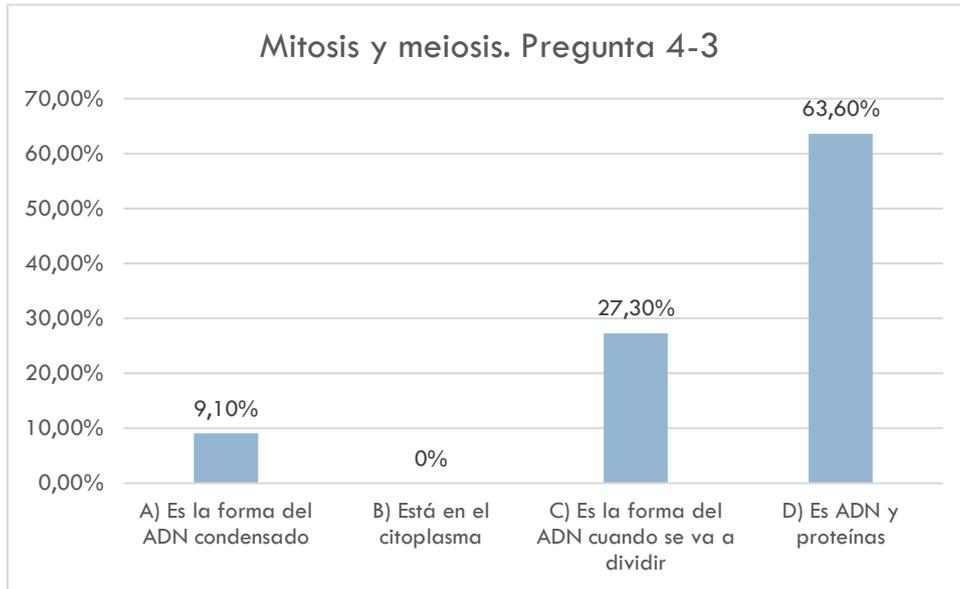
2) El entrecruzamiento en la meiosis se da en:

- a) Profase I
- b) Profase II
- c) Metafase I
- d) Telofase I



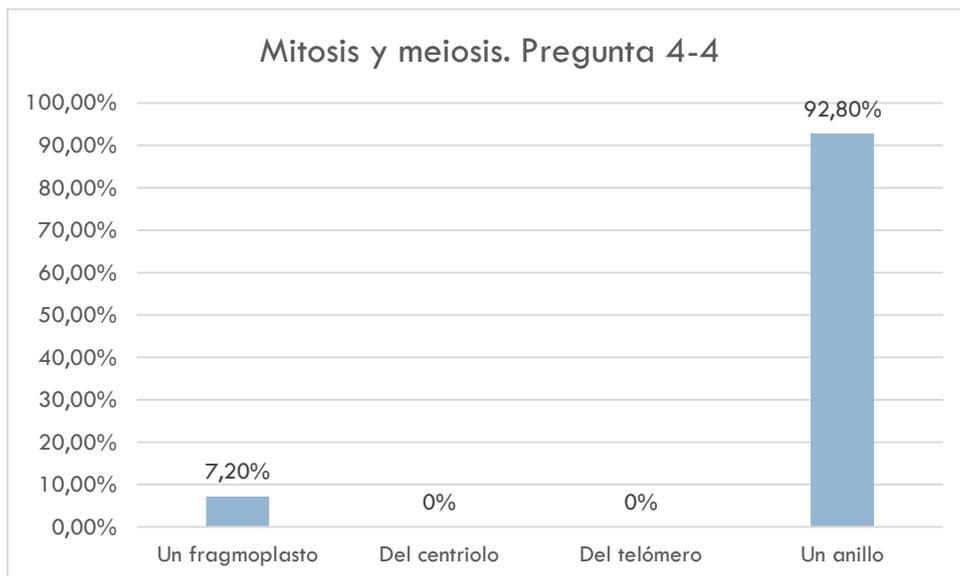
3) La cromatina:

- a) Es la forma del ADN condensado
- b) Está en el citoplasma
- c) Es la forma del ADN cuando se va a dividir
- d) Es ADN y proteínas

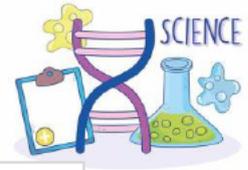


4) La forma de división de las células animales es por formación de:

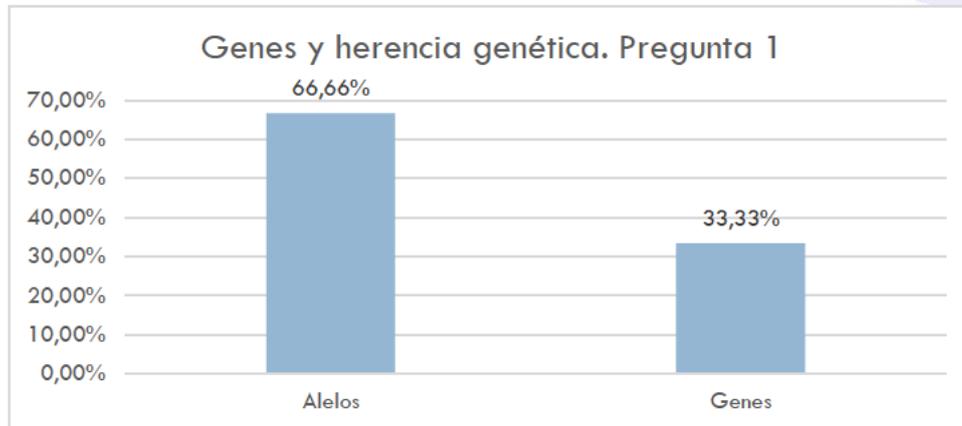
- a) Un fragmoplasto
- b) Del centriolo
- c) Del telómero
- d) De un anillo



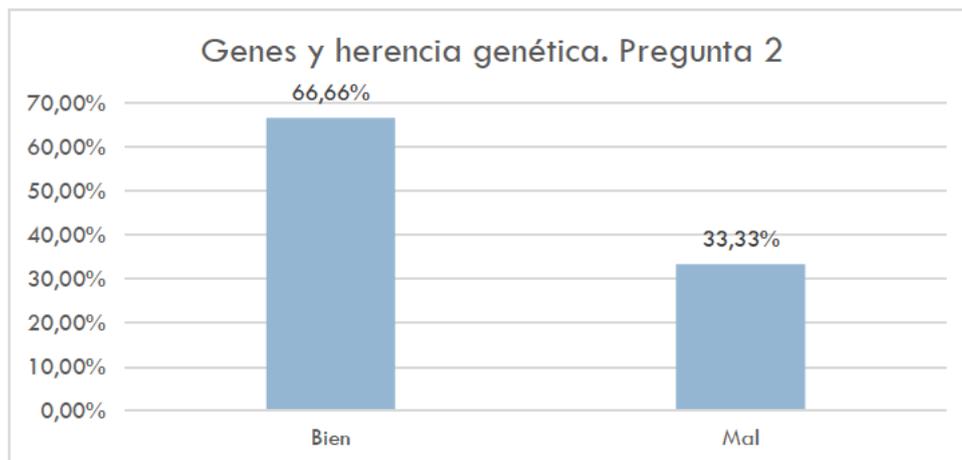
GENES Y HERENCIA GENÉTICA



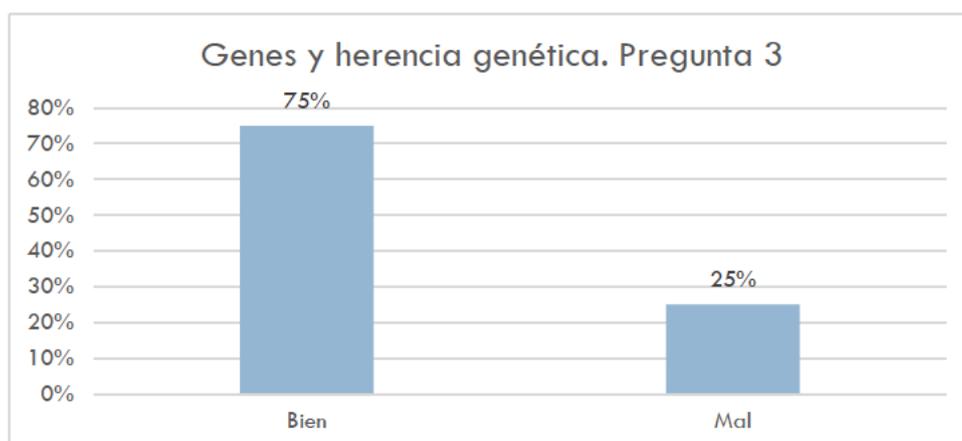
1.- En nuestros cromosomas y ADN hay unas partes que definen cómo somos físicamente. ¿Cómo se llaman estas partes?



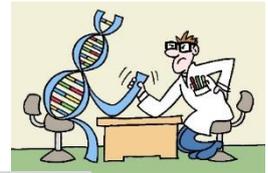
2.- Nombra todos los tipos de relaciones que existen entre los genes (su tipo de herencia).



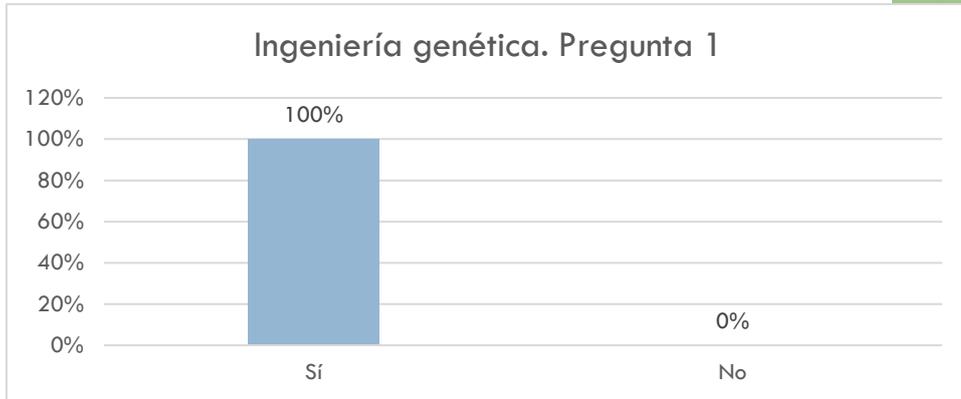
3.- Resuelve el siguiente problema genético. Un hombre heterocigoto para el gen que determina el pico de viuda con el lóbulo de la oreja pegado se reproduce con una mujer sin pico de viuda y con el lóbulo de la oreja libre (homocigoto). Determina las probabilidades de los fenotipos de la F1.



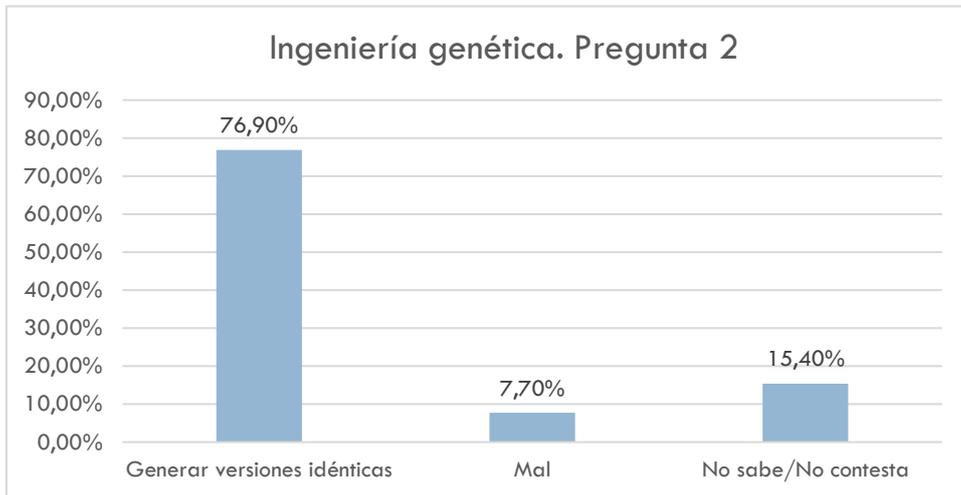
INGENIERÍA GENÉTICA



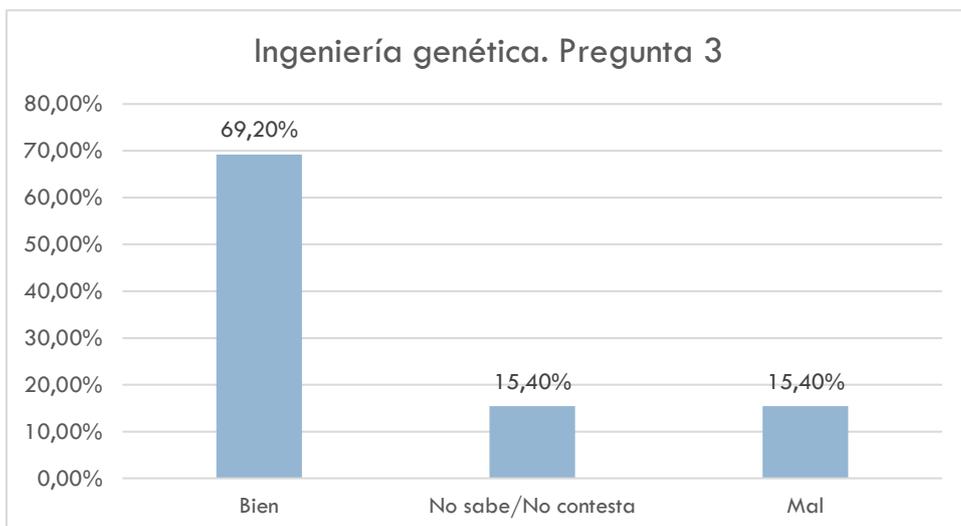
1.- ¿Podemos modificar la información genética de un individuo?



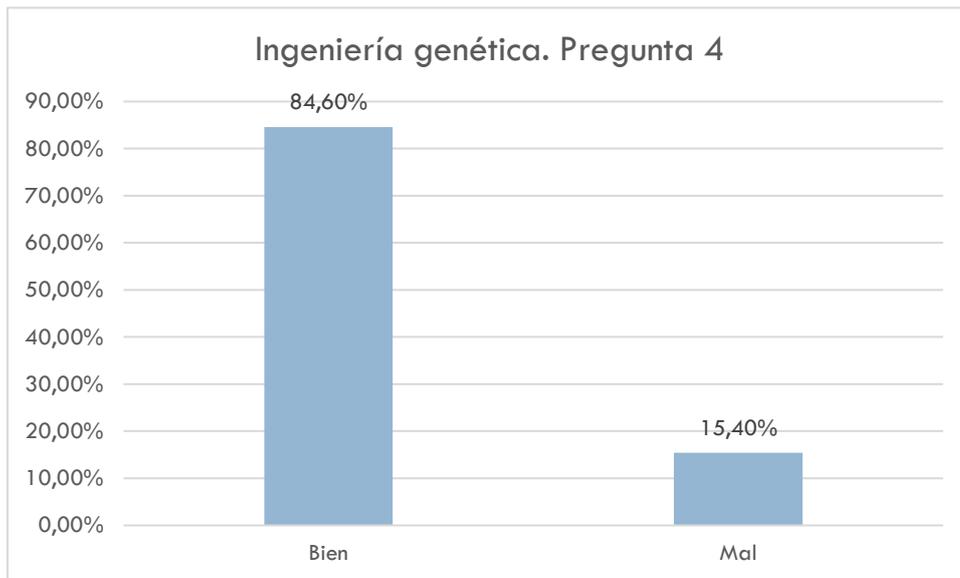
2.- ¿En qué consiste la clonación de los seres vivos?



3.- ¿Cuáles son las características de los alimentos transgénicos?



4.- ¿Cuál es la diferencia entre un OGM (Organismo Genéticamente Modificado) y un transgénico?

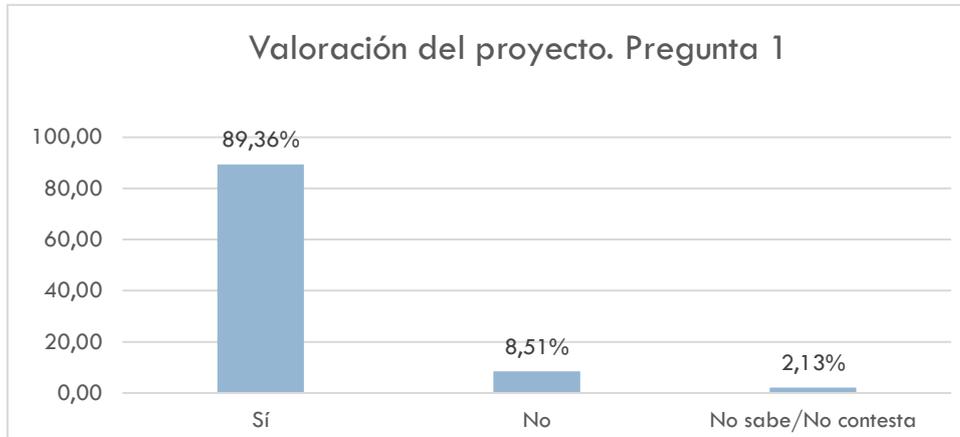


ANEXO III: VALORACIÓN DEL PROYECTO. ALUMNOS DE PRIMARIA

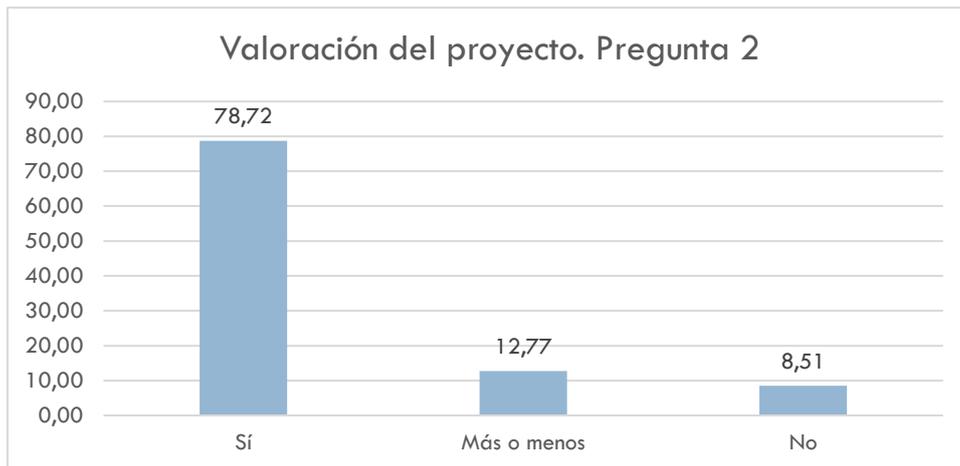
VALORACIÓN DEL PROYECTO: ALUMNOS DE PRIMARIA



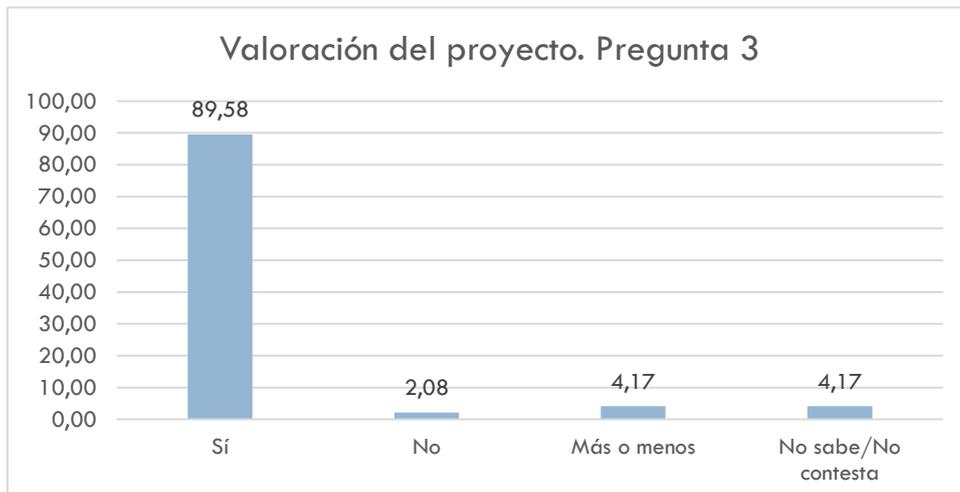
1.- ¿Has aprendido conceptos nuevos de genética que no conocías? ¿El qué?



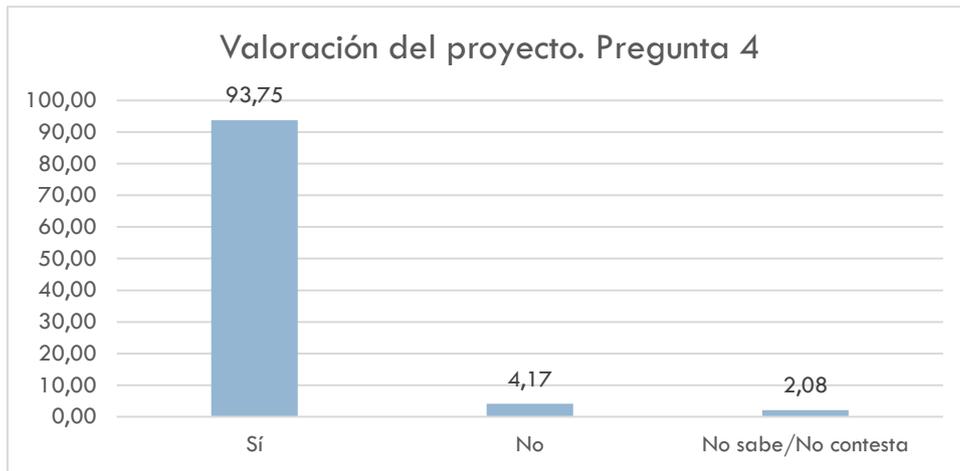
2.- ¿Después de haber hecho estos 2 talleres te gusta más la genética?



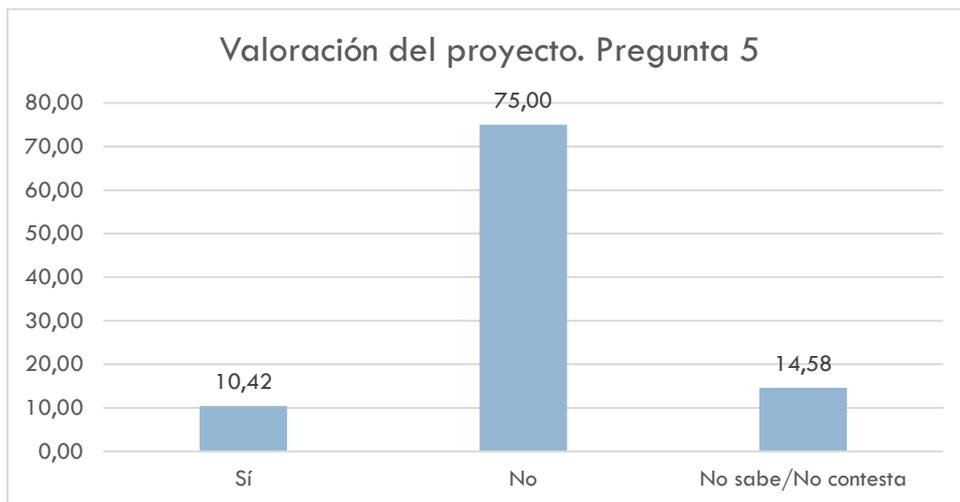
3.- ¿Crees que aprender con talleres de este estilo te ayuda a entender más fácilmente? ¿Por qué?



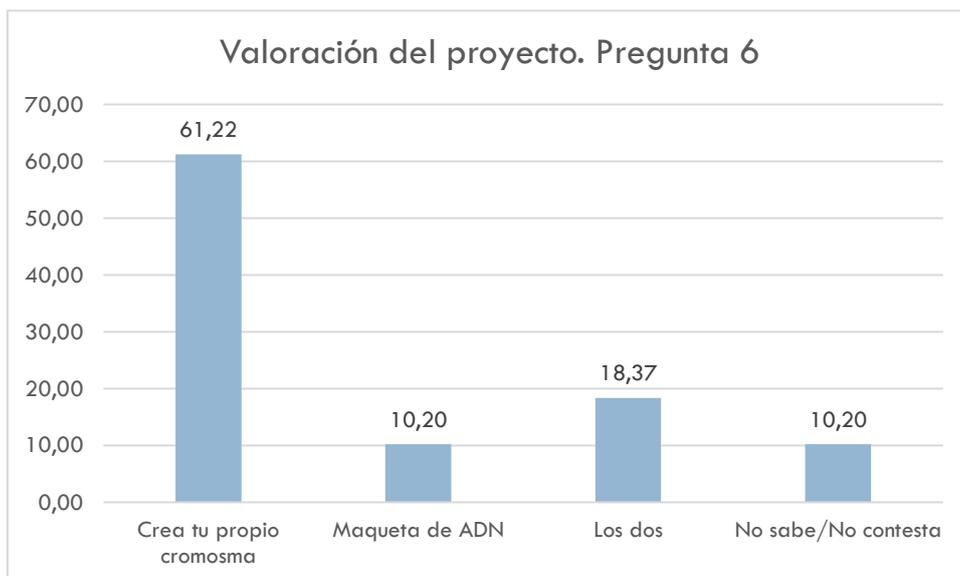
4.- ¿Te gustaría que este proyecto se hiciese en más cursos?



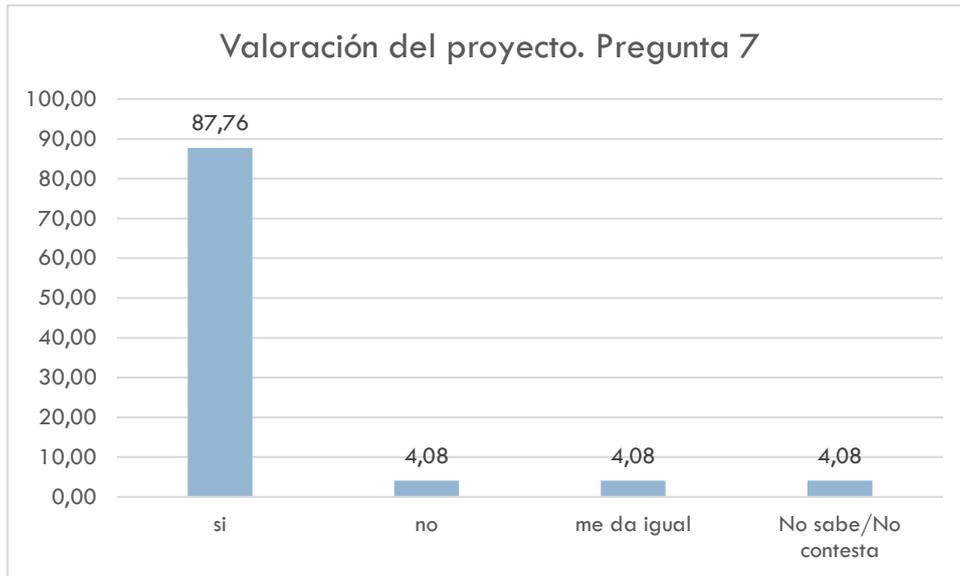
5.- ¿Crees que se podría mejorar algo del proyecto?



6.- ¿Qué taller te ha gustado más? ¿Por qué?



7.- ¿Te ha gustado que sean los alumnos de secundaria los que han dado los talleres?



ANEXO IV: VALORACIÓN DEL PROYECTO. ALUMNOS DE SECUNDARIA



**VALORACIÓN DEL PROYECTO:
ALUMNOS DE SECUNDARIA**

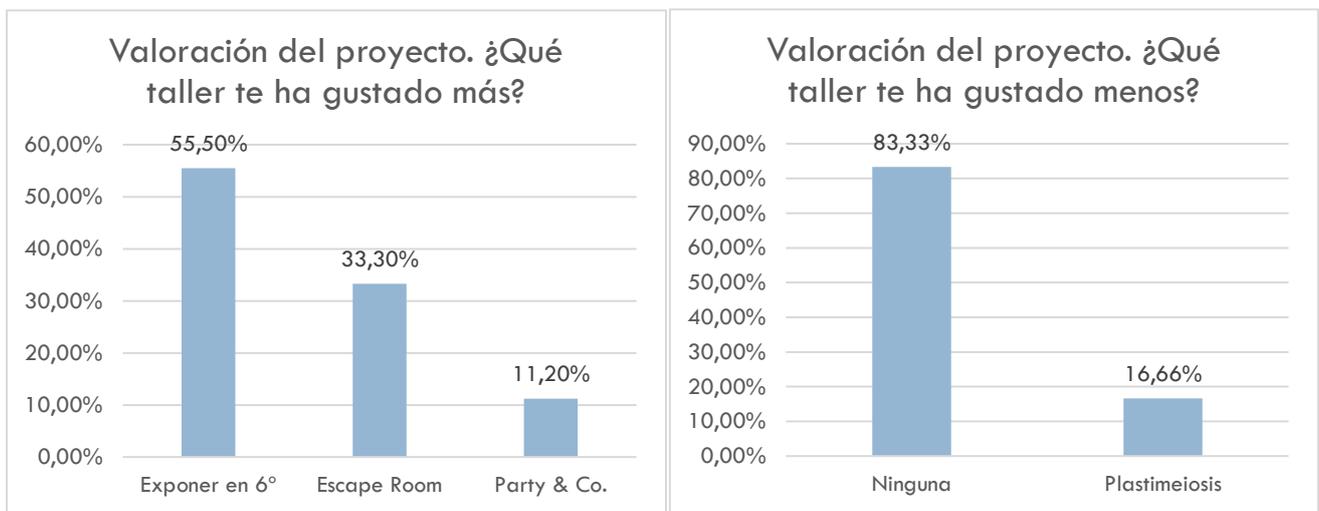


	1	2	3	4	5
La experiencia ApS me ha ayudado a conocer conceptos nuevos de genética	0	0	15,80%	36,80%	47,40%
Estoy satisfecho con los resultados obtenidos		4,50%		63,60%	31,90%
He podido aplicar conocimientos teóricos y procedimientos estudiados en la asignatura		5%	30%	30%	35%
Los contenidos son apropiados para la edad y el nivel educativo de los estudiantes			10,50%	36,85%	52,50%
La actividad me ha ayudado a comprender algún aspecto de lo tratado en la asignatura		5%	5%	40%	50%
Aprender con proyectos de este estilo me aporta más que aprender de la forma tradicional				30%	70%
La experiencia ApS ha hecho que sienta más atracción por la genética			26,40%	36,80%	36,80%
El proyecto tiene una estructura cooperativa			23,50%	53%	23,50%

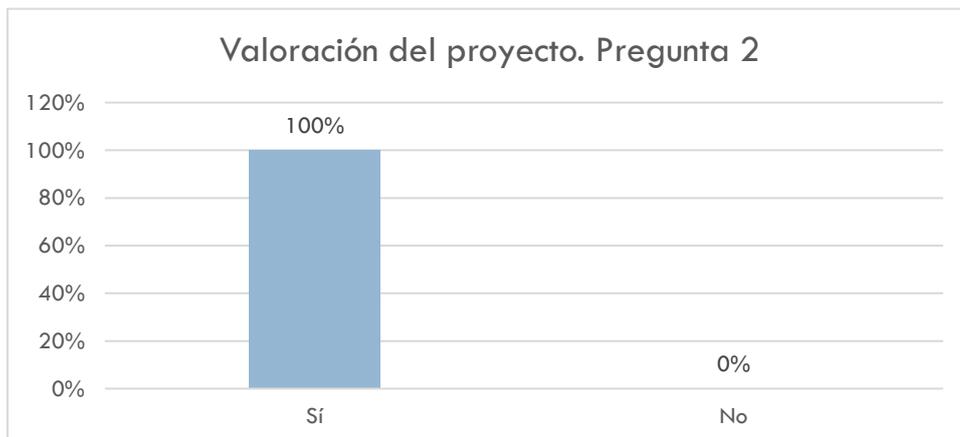
Participaría de nuevo en un proyecto similar			17,65%	23,55%	58,80%
Recomendaría el proyecto en siguientes años			5,30%	31,60%	63,10%
Total porcentajes		1,45%	13,40%	38,25%	46,90%

Media total: 4,3

1. ¿Qué te han parecido las actividades que has hecho en este proyecto? ¿Cuáles te han gustado más y cuáles menos?



2. ¿Crees que ha tenido un resultado positivo en los alumnos de primaria y les ha sido útil? ¿Qué crees que habrán aprendido?



3. ¿Qué taller quitarías? ¿Pondrías alguno nuevo?

4. Otras sugerencias para la mejora del proyecto:

VALORACIÓN DE MI PARTICIPACIÓN

	1	2	3	4	5
Me he visto más motivado/a por la asignatura gracias al proyecto y ha despertado mi interés en ciencia			19,05%	52,40%	28,55
Ha mejorado mi capacidad de trabajo en grupo	4,80%	4,80%	33,30%	19,05%	38,05%
Ha ayudado a desarrollar mejor mi capacidad de transmitir conocimientos adaptándolos a alumnos de primaria		5,00%	15,00%	50,00%	30,00%
La actividad ha propiciado la reflexión sobre cuestiones estudiadas en la asignatura.			30,00%	35,00%	35,00%
Ha estimulado el desarrollo de aprendizaje autónomo		5,00%	5,00%	65,00%	25,00%
Ha estimulado la iniciativa, el espíritu emprendedor y liderazgo	4,80%	4,80%	25%	20%	50%
He podido escuchar opiniones distintas y dialogar sobre ello	9,50%	9,50%	14,30%	19,10%	47,60%
Considero que he participado activamente en el desarrollo del proyecto	9,50%	5%	15%	35%	35,50%
Total porcentajes	3,4%	4,10%	19,50%	36,80%	36,20%

Media total: 3,98

ANEXO V: VALORACIÓN DEL PROYECTO. PROFESORES



**VALORACIÓN DEL PROYECTO:
PROFESORES**



	1	2	3	4	5
Los alumnos de 4to han sabido adaptar el material didáctico a los alumnos de 6to					100%
Los alumnos han mostrado interés por los talleres					100%
Los alumnos han reforzado su capacidad de trabajo en equipo				33,33%	66,66%
Los alumnos han aprendido a transmitir su conocimiento					100%
Se han conseguido los objetivos fijados					100%
Los alumnos han aprendido nuevos conceptos de genética					100%
Creo que los alumnos aprenden más con proyectos de este estilo					100%
La actitud de los alumnos de primaria					100%
La actitud de los alumnos de secundaria					100%
Recomendaría el proyecto en siguientes años					100%

Participaría de nuevo en un proyecto similar					100%
Total porcentajes				3,03%	96,97%

Media total: 4,97

¿Qué te han parecido las actividades hechas en este proyecto? ¿Cuáles te han gustado más y cuáles menos?

¿Crees que ha tenido un resultado positivo en los alumnos de primaria y les ha sido útil?
¿Qué crees que habrán aprendido?

¿Qué taller quitarías? ¿Pondrías alguno nuevo?

Otras sugerencias para la mejora del proyecto: