



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

**Proyecto de Innovación**

**Convocatoria 2018/2019**

**Nº de proyecto: 145**

**Herramientas de aprendizaje para estudiantes de secundaria:  
Aplicación de la Genética a una situación real.**

**Responsable del proyecto:** M. Rosario Linacero de la Fuente

**Centro:** Facultad de Ciencias Biológicas

**Departamento:** De Genética, Fisiología y Microbiología.  
Unidad Docente de Genética

## **1.- Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

En las convocatorias de 2015 y 2016 se presentó el proyecto “Del color de los ojos al interior del genoma. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación: una experiencia en la enseñanza de la Genética.” Se diseñó una actividad práctica que permitió que los alumnos del Grado en Biología pudieran integrar los conocimientos de la Genética, en sus diferentes niveles de complejidad, con los datos genómicos. La actividad desarrollada cubrió los objetivos previstos, la formación de los alumnos de grado, y se implantó en el Grado de Biología como parte de las prácticas de Genética que se imparten a más de 300 estudiantes en el segundo curso del grado.

A partir de esos proyectos se han realizado modificaciones que han permitido transferir algunos de estos contenidos a otros sectores:

- 1.- La divulgación de la Ciencia para alumnos de enseñanza secundaria. Se ha ofertado esta actividad dentro de la semana de la ciencia organizada por la Comunidad de Madrid en 2015, 2016, 2017 y 2018 completándose el aforo.
- 2.- Curso de Actualización a profesores de Biología en la enseñanza secundaria impartido en 2016.

Estas experiencias fueron los antecedentes del proyecto presentado en la convocatoria de 2017, “Herramientas de aprendizaje para estudiantes de secundaria en el campo de la Genética”, enfocado a estudiantes de secundaria.

Los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria de las ciencias han de cubrir los siguientes objetivos:

- 1.- Motivar a los alumnos al ser parte activa del aprendizaje
- 2.- Desarrollar sus actitudes científicas
- 3.- Enseñar técnicas de laboratorio
- 4.- Facilitar el aprendizaje de conocimientos científicos
- 5.- Conocer y utilizar el método científico
- 6.- Promover la capacidad de síntesis y la creatividad de los alumnos

En este contexto los objetivos propuestos en el proyecto han sido promover en los futuros estudiantes:

- El interés y las competencias de los estudiantes en el área de Genética.
- Actitudes científicas como la curiosidad, la objetividad o la observación que conllevan a plantearse preguntas que se pueden resolver con un diseño experimental sencillo.
- Capacidades para diseñar un experimento y aplicar técnicas básicas de Biología Molecular.
- Capacidades para interpretar los resultados obtenidos en el laboratorio y exponer las conclusiones.
- El conocimiento de las aplicaciones técnicas de la Ciencia, así como su capacidad de modificar el medio.

Con este proyecto se pretende aumentar el impacto didáctico, contextualizando la actividad práctica en una situación real que el alumno debe resolver, partiendo de la idea de que la contextualización del trabajo científico favorece el proceso del aprendizaje. Para ello es necesario colaborar con centros educativos de enseñanza

secundaria para mejorar la participación y el aprendizaje del alumnado en disciplinas científicas. Además otro de los objetivos supone generar un documento interactivo (infografía) con el que se divulgará el trabajo realizado.

Para conseguir estos objetivos se ha diseñado una actividad contextualizada en una situación real o verosímil que el estudiante debe resolver: hay sospechas de un posible fraude alimentario en una carne de hamburguesas, en cuyo etiquetado figura que es vacuno 100%. La sospecha es que dichas hamburguesas contienen carne resultante de una mezcla procedente de vacuno y de caballo. Esta actividad práctica va a permitir que los estudiantes de segundo ciclo de la ESO, así como de bachillerato, comprendan cómo la genética puede resolver estos fraudes y cómo los conocimientos genéticos se pueden aplicar a distintas áreas: salud, biotecnología o impacto ambiental.

Las tareas a realizar han sido las siguientes:

1.- En el aula, bajo la tutela del profesor, se ha planteado el problema a resolver. A este fin, se ha enviado a los distintos centros participantes la información pertinente relacionada con la práctica que se iba a llevar a cabo en el laboratorio

2.- En el laboratorio, para responder a la pregunta de si existe fraude o no, se han llevado a cabo las siguientes tareas:

2.1. Extracción de ADN de las muestras problema (carne de las hamburguesas) y del material control (vacuno):

- Se han tomado muestras de distintas hamburguesas.
- Se ha extraído ADN de las distintas muestras.

2.2. Amplificación mediante PCR de un marcador específico de caballo:

- Se ha explicado cómo se diseñan los cebadores para amplificar una región del ADN mitocondrial de caballo.
- Se ha amplificado una región correspondiente al ADN mitocondrial mediante la técnica de PCR

2.3. Realización de la electroforesis con el ADN amplificado:

- Preparación de geles de agarosa.
- Realización de la electroforesis.
- Observación de los fragmentos amplificados y determinación de su tamaño por comparación con un marcador.

2.4.- Interpretación de los resultados obtenidos y su discusión.

- Resolución del caso.

## **2.- Objetivos alcanzados.**

*- Promover actitudes científicas como la curiosidad, la objetividad o la observación que conlleven a plantearse preguntas que se pueden resolver con un diseño experimental sencillo.*

El diseño de la actividad, su realización experimental en el laboratorio, y el análisis de los resultados que se van obteniendo permiten estimular la curiosidad entre los estudiantes. El planteamiento del trabajo permite suscitar nuevas preguntas que se resolverían diseñando un nuevo experimento.

- *Capacidades para diseñar un experimento y aplicar técnicas básicas de Biología Molecular y Capacidades para interpretar los resultados obtenidos en el laboratorio y exponer las conclusiones.*

En la práctica los alumnos se han familiarizado con la utilización de material común en técnicas de Biología Molecular, tales como micropipetas, centrifugas, fuentes de electroforesis y termocicladores. A lo largo de la actividad los estudiantes no sólo han desarrollado los protocolos que se les habían facilitado sino que han sido conscientes de la utilidad de su aplicación para resolver el caso. Además, durante todas las explicaciones teóricas se han utilizado términos genéticos para enriquecer el conocimiento de los alumnos de secundaria en esta disciplina de la Biología.

- *El conocimiento de las aplicaciones técnicas de la Ciencia como su capacidad de modificar el medio.*

Las distintas herramientas experimentales que se han utilizado han permitido transmitir a los alumnos la importancia de las herramientas genéticas para la resolución de problemas reales. En este caso concreto, para determinar la existencia de un posible fraude en la comercialización de una carne de hamburguesa. Las metodologías que se han aplicado podrían utilizarse en otros campos (estudios clínicos, de ecología, de biotecnología industrial, análisis forenses...)

- *El desarrollo de vocaciones científicas.*

Esperamos que todo ello haya contribuido a aumentar el interés de los estudiantes por la ciencia, especialmente por la Biología

De manera complementaria, a lo largo de la actividad se han ido recopilando imágenes de los alumnos trabajando en el laboratorio. Este material ha sido integrado en una infografía (del inglés *informational graphics*), creada mediante el programa *Piktochart*. La infografía permite la difusión visual de la información de manera iconográfica, por combinación de sencillas imágenes esquemáticas. Los resultados del trabajo pueden consultarse en el siguiente enlace: <https://create.piktochart.com/output/32934826-new-piktochart>

En este caso se ha incluido el guion correspondiente a la actividad desarrollada e imágenes de los estudiantes realizando la práctica.

Al final de la sesión práctica se ha analizado el interés de la actividad entre los estudiantes de secundaria mediante encuestas con el objetivo de analizar si la actividad ha tenido el interés esperado.

Preguntas incluidas en la encuesta:

1. ¿Cuál es tu edad?
2. ¿Qué estudios quieres realizar?
3. A continuación te pedimos que indiques tu interés por la ciencia en general
4. El trabajo de los investigadores es muy importante
5. Interés de la actividad realizada
6. El diseño y la organización de la actividad me parece apropiado
7. El trabajo de laboratorio me ha resultado interesante
8. He aprendido técnicas que no conocía

9. Los profesores han resuelto las dudas y preguntas
10. Valora las instalaciones donde se han realizado las prácticas
11. La actividad realizada ha cubierto mis expectativas
12. Valoración global de la actividad realizada

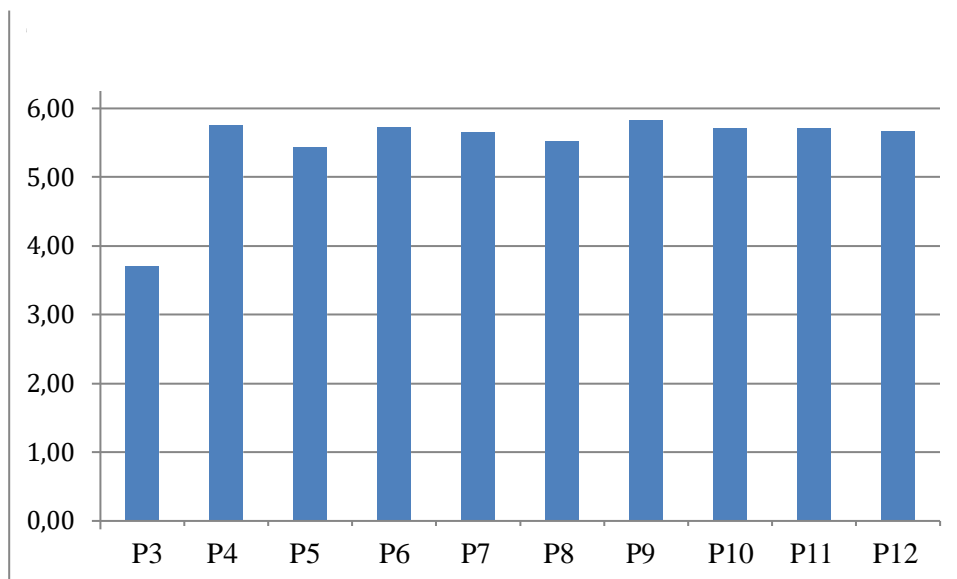
Las cuestiones se han valorado de 1 a 6 (siendo 1 “en desacuerdo” y 6 “totalmente de acuerdo”).

La encuesta se ha realizado de forma anónima. Los resultados recogen la opinión de 64 estudiantes de los cuatro institutos que han participado en la actividad a lo largo de cinco días:

1. IES Arquitecto Ventura Rodríguez, Boadilla del Monte, 4 abril de 2019
2. IES José Luis Sampedro, Tres Cantos, 8 de abril de 2019
3. IES San Isidoro de Sevilla, Madrid, 9 de abril de 2019
4. IES Gonzalo Torrente Ballester. San Sebastián de los Reyes, 10 y 11 de abril de 2019



Los resultados de la encuesta se presentan en la siguiente figura e indican que la valoración de la actividad entre los alumnos de secundaria ha sido excelente.



Así como en años anteriores, esta actividad ha sido propuesta para la Semana de la Ciencia de este año

### **3.- Metodología empleada en el proyecto.**

- 1.- Oferta de la actividad a distintos institutos de enseñanza secundaria
- 2.- Reuniones de los miembros del grupo con los profesores de enseñanza secundaria para establecer el calendario de prácticas y su organización:
  - a.- Organización de las actividades
  - b.- Material de prácticas
- 3.- Trabajo en el laboratorio
  - a. Organización de los espacios docentes de acuerdo con la actividad planificada: puestos de trabajo, número alumnos por equipo, distribución del equipamiento, etc. En este punto será imprescindible la ayuda del personal de administración y servicios.
  - b. Realización de la práctica en los laboratorios
  - c. Recopilación del material gráfico.
- 4.- Generación y análisis de las encuestas.
- 5.- Diseño y maquetación de una infografía mediante el programa *Piktochart*.
- 6.- Elaboración del informe final.

### **4.- Recursos humanos.**

Todos los profesores que han participado en el proyecto pertenecen a la unidad de Genética (Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología) y forman parte de distintos grupos de investigación.

Por un lado, esta posición les permite tener una amplia experiencia en la docencia de la Genética, tanto en asignaturas del Grado en Biología, (Genética, Métodos en Biología, Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica, Biología del Desarrollo, Biología Evolutiva, Proyectos y Estudios en Biología, Genética Humana, Análisis Biológico y Control de Calidad, Cultivos Celulares y Transgénesis, Iniciación a la Investigación, Trabajo de Fin de Grado) como del Grado de Bioquímica (Biología, Laboratorio integrado de Biología, Biotecnología de Plantas), y en diversos Másteres.

Por otro lado, puesto que cada miembro del proyecto pertenece a un campo de investigación diferente dentro del ámbito de la Genética, su participación enriquece sumamente el proyecto, ya que éste es abordado desde diferentes perspectivas.

En el proyecto, la participación del personal de administración y servicios de la Unidad de Genética, que habitualmente colabora con la docencia práctica, ha sido necesaria para el desarrollo de las actividades propuestas.

Responsable:

Linacero de la Fuente, M. Rosario. Directora del Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología

Profesores participantes:

Francisco Javier Gallego Rodríguez, Ana Margarita Figueiras Merino, Nieves Cuñado Rodríguez, Manuel Diez Sancho, Tomás Naranjo Pompa, Alicia de la Peña Gómez, María del Pilar de Arana Montes, Mónica Pradillo Orellana, Mónica González Sánchez, Carmen Callejas Hervás, Francisco Javier Espino Nuño, Juan Manuel Vega Melero, Juan Luis Santos Coloma, Beatriz Beroiz Remírez.

Personal de Administración y Servicios:

José Barrios Díaz, Carolina Llanos Saavedra, María del Carmen Moreno Ortiz.

## **5.- Desarrollo de las actividades.**

- Reunión entre los integrantes del proyecto para el reparto de las diferentes tareas. En esta primera reunión general se designaron los grupos de trabajo que han ido desarrollando los distintos aspectos del proyecto.
- Organización de los espacios docentes de acuerdo con la actividad a desarrollar en el laboratorio y en las salas de ordenadores: puestos de trabajo, número alumnos por equipo, distribución del equipamiento, etc. En esta tarea ha sido fundamental la participación del personal de administración y servicios.
- Desarrollo de la actividad presencial. La actividad práctica se ha realizado en grupos de 15-20 alumnos de bachillerato de cuatro centros públicos:

IES Arquitecto Ventura Rodríguez, Boadilla del Monte

IES José Luis Sampedro, Tres Cantos

IES San Isidoro de Sevilla, Madrid

IES Gonzalo Torrente Ballester. San Sebastián de los Reyes

En la actividad han intervenido 5 profesores, personal de administración y servicios y personal en formación.

- Elaboración de las encuestas.
- Análisis de las encuestas y elaboración de la infografía y del informe final.