



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

**Proyecto de Innova-Docencia**

**Convocatoria 2017/2018**

**Nº de proyecto: 181**

**Herramientas de aprendizaje para estudiantes de secundaria en el  
campo de la Genética**

**Responsable del proyecto:** M<sup>a</sup> Rosario Linacero de la Fuente  
**Centro:** Facultad de Ciencias Biológicas  
**Departamento:** 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 ha diseñado una actividad práctica que permite que los alumnos del Grado en Biología puedan integrar los conocimientos de la genética, en sus diferentes niveles de complejidad, con los datos genómicos. La actividad desarrollada ha cubierto los objetivos previstos, la formación de los alumnos de grado, y se ha implantado 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 ese proyecto 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 2016 y 2017, completándose el aforo.
- 2.- La formación continua. Curso de Actualización a profesores de Biología en la enseñanza secundaria impartido en 2016.

Por otro lado los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria de las ciencias han de cubrir los siguientes objetivos:

- 1.- Motivar a los alumnos
- 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:

- Actitudes científicas como la curiosidad, la objetividad o la observación que conlleven a plantearse preguntas que se puedan resolver con un diseño experimental sencillo.
- El uso correcto del instrumental científico.
- El conocimiento de la terminología científica.
- La comprensión tanto las aplicaciones técnicas de la Ciencia como de su capacidad de modificar el medio.
- El desarrollo de vocaciones científicas.

El desarrollo del proyecto tendrá un valor añadido: la creación de un documento interactivo (infografía) que permita divulgar el trabajo elaborado.

Para conseguir estos objetivos se ha diseñado una actividad: la caracterización molecular de la mutación de un gen que modifica el color de los ojos en *Drosophila melanogaster*, partiendo de un carácter morfológico, el color de los ojos, se obtendrá la secuencia del gen responsable y su localización en el genoma de la especie. Se pretende desarrollar una actividad práctica que permita a los alumnos de segundo

ciclo de la ESO comprender la genética y la genómica y cómo estos conocimientos se pueden aplicar a distintas áreas: salud, biotecnología o impacto ambiental

Las tareas a realizar en el laboratorio han sido

1. Observación a la lupa de moscas de la fruta normales y mutantes para el color de los ojos. Tipo de herencia.
2. Observación del mapa genético.
3. Obtención y localización de la secuencia del gen relacionado con el carácter morfológico, el color del ojo.
  - a) Aislamiento de ácidos nucleicos: Extracción de ADN.
  - b) Amplificación mediante PCR.
  - c) Análisis de la secuencia: mapa genómico

## **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 plantear nuevas preguntas que se resolverían diseñando un nuevo experimento..

*- El uso correcto del instrumental científico y el conocimiento de la terminología científica*

En la práctica se incluyen distintas herramientas metodológicas, que van desde el análisis mendeliano hasta la bioinformática. El instrumental científico que han usado es variado: micropipetas, centrifugas, fuentes de electroforesis, espectrofotómetros y termocicladores. Se les han dado las instrucciones precisas para utilizar correctamente todo el instrumental, en especial sobre el funcionamiento de las micropipetas. Durante toda la explicación y el trabajo práctico se ha usado la terminología propia de la genética para que los alumnos de secundaria se familiaricen con términos propios de esta disciplina de la biología.

*- Conocer tanto las aplicaciones técnicas de la Ciencia como su capacidad de modificar el medio.*

En el trabajo práctico se han incluido distintas herramientas experimentales, muchas de ellas son transversales y los estudiantes las pueden aplicar, con objetivos diferentes, en otros campos de la Biología y las ciencias de la vida.

*- El desarrollo de vocaciones científicas.*

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

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 recopilado por medio de 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 se ha analizado el interés de la actividad entre los estudiantes de secundaria para evaluar este impacto es el diseño de encuestas que los alumnos han completado al final de la actividad con su profesor de secundaria.

El objetivo de la encuesta es analizar si la actividad tienen el impacto 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 valoran de 1 a 6 (1 en desacuerdo - 6 totalmente de acuerdo).

La encuesta se ha realizado de forma anónima. Han contestado la encuesta 50 estudiantes de los cuatro institutos que han participado en la actividad:

- IES José Luis Sampedro, Tres Cantos
- IES Gonzalo Torrente Ballester, San Sebastián de los Reyes
- IES Arquitecto Ventura Rodríguez, Boadilla del Monte
- IES San Isidoro de Sevilla, Madrid



Pregunta	Media
Interés por la ciencia en general	5,67
Importancia del trabajo de los investigadores	5,66
Interés de la actividad realizada	5,65
Diseño y organización de la actividad	5,64
Interés del trabajo de laboratorio	5,64
Aprendizaje de técnicas que no conocía	5,45
Resolución de dudas y preguntas por los profesores	5,62
Valoración de las instalaciones de prácticas	5,65
La actividad ha cubierto tus expectativas	5,62
Valoración global de la actividad realizada	5,61

Los resultados de la encuesta se presentan en la tabla y figura indican que la valoración entre los alumnos de secundaria es excelente.



En cuanto a las actividades divulgativas:

- 1.- La actividad, adaptada a estudiantes de Bachillerato, se ha ofertado dentro de la Semana de la Ciencia organizada por la Comunidad de Madrid en 2016, 2017 <http://www.madrimasd.org/semanaciencia2016/actividad/del-adn-al-color-de-los-ojos>, completándose el aforo. Se ha propuesto de nuevo para la edición de 2018.
- 2.- Se ha usado esta actividad como formación práctica dentro del curso: "Actualización en Genética", dirigido a profesores de Biología de enseñanza secundaria de la Comunidad de Madrid y certificado por el Centro Territorial de

Innovación y Formación (CTIF) de Madrid Capital. En la organización ha participado la Sociedad Española de Genética (SEG).

### **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 y demografía, 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, 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.

Todos los miembros del proyecto han estado involucrados a lo largo de varios años en la docencia práctica de Genética, por lo que participarán en todas las actividades indicadas, enriqueciéndolas con su experiencia personal y profesional.

En el proyecto se ha incorporado el personal de administración y servicios del Departamento, que habitualmente colabora con la docencia práctica, pues su participación es necesaria para el desarrollo de las actividades propuestas.

Responsable:

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

Profesores:

Francisco Javier Gallego Rodríguez, Julia Rueda Muñoz de San Pedro, Ana Margarita

Figueiras Merino, Nieves Cuñado Rodríguez, Manuel Diez Sancho, Cesar Benito, 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, 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 han formado 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 José Luis Sampedro, Tres Cantos
  - IES Gonzalo Torrente Ballester, San Sebastián de los Reyes
  - IES Arquitecto Ventura Rodríguez, Boadilla del Monte
  - IES San Isidoro de Sevilla, Madrid

En la actividad han intervenido 6 profesores y personal en formación.

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