



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2019/2020

Nº de proyecto: 211

Herramientas de aprendizaje para estudiantes de secundaria: Aplicación de la Genética y la Genómica.

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, 2018 y 2019 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: Aplicación de la Genética y de la Genómica”, 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 de aprendizaje del presente proyecto son promover en los estudiantes de secundaria:

- 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 como su capacidad de modificar el medio.
- La colaboración con centros educativos de enseñanza secundaria para mejorar la participación y el aprendizaje del alumnado en disciplinas científicas.

Partiendo de la idea de que la contextualización del trabajo científico favorece el proceso del aprendizaje, la propuesta se ha basado en la presentación de un problema ficticio contextualizado para que los alumnos, utilizando un modelo de aprendizaje basado en la indagación, lo resuelvan. De este modo esperamos que el alumno asuma el rol de investigador y entienda los planteamientos del método científico.

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 de secundaria, se planteará el problema a resolver y cómo llevar a cabo esta investigación, exponiendo como sería el diseño del trabajo experimental.

2.-En el laboratorio llevarán a cabo el trabajo experimental para responder a la pregunta inicial, si existe o no fraude. Las tareas a realizar en el laboratorio serán:

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

Toma de muestras.

Extracción de ADN de las distintas muestras.

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

Diseño de los cebadores para amplificar una región del ADN mitocondrial de caballo.

Preparación de la PCR del marcador mitocondrial.

2.3.Realización de la electroforesis con el ADN amplificado.

Preparación del gel de agarosa.

Realización de la electroforesis.

Observación de los fragmentos amplificados y cálculo de su tamaño.

2.4.Interpretación los resultados obtenidos y obtención de las conclusiones.

Resolución del caso.

3.-Al final de la actividad se analizará si la experiencia propuesta tiene el impacto esperado: Que los alumnos entiendan el método científico y sus aplicaciones. El sistema propuesto para evaluar este impacto es el diseño de encuestas que los profesores y los estudiantes han de completar al final de la actividad con su profesor de secundaria.

4.-De manera complementaria, a lo largo de la actividad se irán recopilando imágenes y cortas grabaciones en las que los alumnos expliquen de manera sencilla los protocolos aplicados, para que éstos sean fácilmente entendidos por otros alumnos, con el fin de facilitar su difusión. Este material interactivo será recopilado por medio de infografías, creadas mediante el programa *Piktochart*.

5.-El material interactivo se puede transferir a los centros de educación secundaria para que los profesores puedan utilizarlo con sus estudiantes.

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.

- *Capacidades para interpretar los resultados y exponer las conclusiones*

Este punto no pudo llevarse a cabo al entrar en el estado de alarma por COVID 19.

- *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...).

- *La colaboración con centros educativos de enseñanza secundaria para mejorar la participación y el aprendizaje del alumnado en disciplinas científicas.*

Este punto no pudo llevarse a cabo al entrar en el estado de alarma por COVID 19.

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.

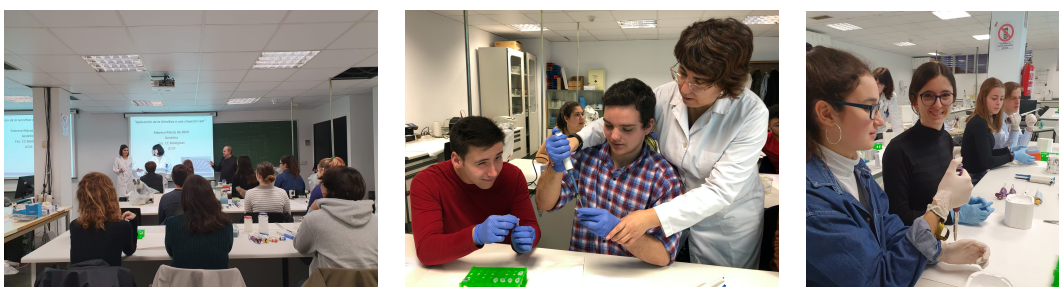
Preguntas incluidas en la encuesta:

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

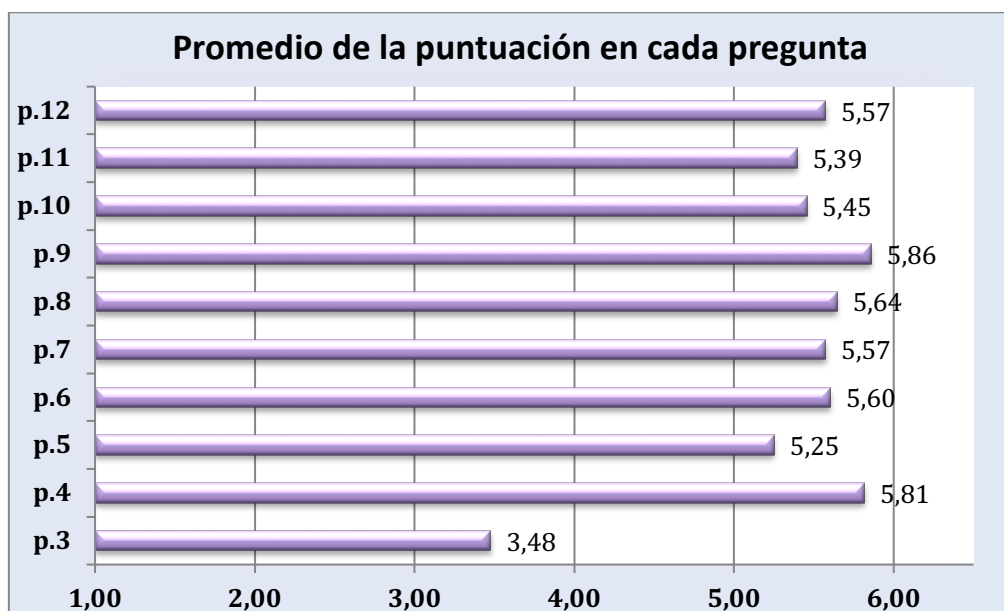
9. Los profesores han resuelto las dudas y preguntas
10. Valora las instalaciones donde se han realizado las prácticas
11. La actividad realizada ha cubierto mis expectativas
12. Valoración global de la actividad realizada

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:

IES José Luis Sampedro, Tres Cantos
 IES Arquitecto Ventura Rodríguez, Boadilla del Monte
 IES San Isidoro de Sevilla, Madrid
 IES Cardenal Cisneros, Madrid



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.

Profesores participantes

M Rosario Linacero de la Fuente, M. Rosario (responsable), F Javier Espino Nuño, F Javier Gallego Rodríguez, Carmen Callejas Hervás, Mónica González Sánchez, , Juan Manuel Vega Melero, María del Pilar de Arana Montes, Beatriz Beroiz Remírez. Nieves Cuñado Rodríguez, Ana Margarita Figueiras Merino, Alicia de la Peña Gómez, César Benito

Personal de Administración y Servicios:

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

Personal en Formación: Daniel Buendía Ávila, Francesco Blasio, Esther Lantero Bringas, Beatriz Matallana, Belén Méndez Cea, Fernando Gómez-Aldecoa.

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 José Luis Sampedro, Tres Cantos

IES Arquitecto Ventura Rodríguez, Boadilla del Monte

IES San Isidoro de Sevilla, Madrid

IES Cardenal Cisneros, Madrid

En la actividad han intervenido 6 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.