

# MEMORIA FINAL<sup>1</sup>

## Compromisos y Resultados

### Proyectos de Innovación y Mejora Docente

#### 2022/2023

Identificación del proyecto	
Código	sol-202200229835-tra
Título	<b>Introducción del análisis transcriptómico de ARN no codificantes en la asignatura de Análisis Biómico del Grado de Biotecnología a través de la metodología <i>Learning by doing</i>.</b>
Responsable	<b>María Calderón Domínguez</b>

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	<i>Realizar una búsqueda de literatura científica sobre miRNAs circulantes como biomarcadores de una patología.</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>1.1. Realización de un taller teórico con los alumnos del Grado de Biotecnología para completar un cuestionario de respuestas cortas relacionado con las técnicas más usadas en el campo de la Transcriptómica. De esta manera los alumnos realizarán una búsqueda guiada durante el taller, obteniendo información sobre los diversos procedimientos usados para la medición de miRNAs circulantes como biomarcadores de diferentes patologías. Este cuestionario tendrán que llevarlo a cabo para la consecución del objetivo 2.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	En los dos últimos años el tema dedicado a la transcriptómica, su metodología y análisis, tiene un gran peso en el plan docente de la asignatura, ya que se ven con detenimiento otras ciencias ómicas como la genómica y la proteómica. Una vez introducido el nuevo concepto sobre los RNA no codificantes (ncRNAs), que difiere de lo que se ha impartido durante el resto del grado, se les presentan a los ncRNA circulantes, así como su papel como nuevos biomarcadores. Se realizó una encuesta oral en clase (es una asignatura muy valorada por el alumnado de Biotecnología, asistiendo un promedio de 52 alumnos y alumnas del total de 55 matriculados de media a las clases de teoría), en el que se valoraba el previo conocimiento de los ncRNAs, específicamente los miRNAs. Sorprendentemente, se observó que el alumnado no ha visto nada sobre este tipo de ncRNA en otras asignaturas. Para remarcar el auge de los miRNAs en la Biomedicina, y su uso como biomarcador, se realizó una actividad de búsqueda en PUBMED sobre los artículos científicos que describen el uso de los miRNAs como biomarcadores, así como las diferentes patologías y el tipo de plataforma usado para su análisis (recordad que este taller se imparte en el Bloque de la asignatura denominado “Análisis de datos”). En grupos formados por 3 componentes

<sup>1</sup> Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

	<p>fueron buscando ejemplos, que se expusieron en los últimos 15 minutos de la clase de teoría. Esta búsqueda bibliográfica en una base de datos de rigor científico les hace ver el auge la última década, y la gran relevancia que presentan estas moléculas, no solo como biomarcadores, sino como potenciales dianas terapéuticas frente a diversas patologías. Cada una de las técnicas usadas, las patologías, y los miRNAs, se van apuntando en la pizarra a modo de lluvia de ideas, generando una mini-red, que le da más peso a la importancia de estas moléculas y su estudio. Lo que hace que estén más interesados en los siguientes objetivos que se presentan a continuación.</p> <p>Se considera que la actividad ha sido realizada con éxito.</p>
--	--

<b>Objetivo nº 2</b> <i>Aumentar el conocimiento teórico-práctico del alumnado de la medición de miRNAs circulantes como biomarcadores mediante la técnica qRT-PCR.</i>	
<p>Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:</p>	<p><i>2.1 Taller teórico: se realizará una descripción detallada de la técnica que se va a ejecutar para que los alumnos de Biotecnología entiendan el procedimiento y las bases moleculares por el cual se detectan los niveles de los miRNAs en plasma mediante qRT-PCR.</i></p> <p><i>2.2 Taller práctico: los alumnos podrán visualizar y ejecutar el procedimiento de la metodología Human Serum/Plasma Focus, miRCURY LNA miRNA Focus PCR Panel, basada en el uso de la técnica qRT-PCR, para medir unos miRNAs seleccionados en plasma, la cual conocen por la asignatura implicada en el actual proyecto de innovación docente.</i></p>
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p>2.1. La introducción sobre las diversas metodologías usadas en la transcriptómica, sirve de base para llevar a cabo el objetivo 2.1. Además los alumnos recuerdan fácilmente algunos de los conceptos básicos sobre la qRT-PCR, que si ha sido usada previamente en el transcurso del grado de Biotecnología, que es la técnica que vamos a usar en el objetivo 2.2, pero con algunos cambios. Para llegar a esta técnica, previamente se debe realizar un aislamiento del RNA directamente de las muestras de plasmas de los pacientes, por lo que también se describe como obtener estas. Una vez se obtiene el RNA, se procede a su reversotranscripción, y finalmente la qRT-PCR. Además, el sistema que se usa en este proyecto, presenta unos controles internos de calidad de los resultados, que también son presentadas al alumnado. Al haber sido introducidas las características estructurales y funcionales de los miRNAs en el objetivo 1, el alumnado comprende sin problema el uso de la qRT-PCR para medir los miRNAs como biomarcadores.</p> <p>2.2. Aprovechando las prácticas del laboratorio del Bloque de Análisis de Datos, los alumnos y las alumnas pudieron cargar las muestras de cDNA procedentes de una RT-PCR (totalmente inocuas) en unas placas de 96 pocillos prediseñadas para el análisis de los 179 miRNAs principales en las muestras de plasma humano, para su posterior análisis mediante la qRT-PCR. Para ello el alumnado aprenden como trabajar en condiciones libres de RNAsas y DNAsas, utilizando unas cantidades y volúmenes muy pequeños, por ello usan las micropipetas específicas de volumen de 0,5 a 2 microlitros y de 2 a 120 microlitros. Al estar en el penúltimo semestre del grado, se desenvuelven con soltura en ello, y disfrutan</p>

	<p>mucho del uso de este material tan novedoso para el alumnado, como son las placas prediseñadas. Además les motiva y divierte el mimetizar las condiciones en las que se debe trabajar con este material, cabello recogido, guantes, batas, mascarilla, etc. En este punto, muchos de ellos se animan a realizar su TFG en este tema. Cabe destacar que las practicas están montadas para las ciencias omicas como la genómica y proteómica, por lo que por primera vez se ha introducido esta ciencia ómica, la transcriptómica, en las prácticas de la asignatura análisis Biómico.</p> <p>Se considera que la actividad ha sido realizada con éxito.</p>
--	---

Objetivo nº 3	<i>Aumentar el conocimiento teórico-práctico del alumnado del análisis de los miRNAs circulantes y análisis in silico de sus genes diana y posibles vías moleculares y celulares fisiopatológicas subyacentes</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<p>3.1. Taller práctico. Análisis estadístico de los niveles de los miRNAs circulantes obtenidos en el objetivo 2 de la qRT-PCR mediante el método Delta Ct.</p> <p>3.2. Taller práctico: Análisis bioinformático de los genes diana de los miRNAs analizados y su análisis de enriquecimiento funcional. Para ello utilizaremos diversas herramientas bioinformáticas, como las bases de datos miRBase (<a href="http://www.mirbase.org">www.mirbase.org</a>), miRDB (<a href="http://mirdb.org/">http://mirdb.org/</a>) y TargetScan612 (<a href="http://www.targetscan.org">http://www.targetscan.org</a>). El análisis en red de los genes diana de los miRNAs candidatos se obtendrá con la herramienta miRNet (<a href="https://www.mirnet.ca">https://www.mirnet.ca</a>), y la STarMiR (<a href="https://sfold.wadsworth.org/cgi-bin/starmir.pl">https://sfold.wadsworth.org/cgi-bin/starmir.pl</a>) se utilizará para la predicción de sitios de unión de los miRNAs la region 3'UTR de su correspondiente RNAm. El enriquecimiento funcional de los genes diana de los miRNAs se analizará utilizando el software FunRich (<a href="http://www.funrich.org/">http://www.funrich.org/</a>). Para ello se analizarán utilizando las bases de datos del Gene Ontology (GO), Uniprot, Reactome y FunRich, y así identificar la función molecular, procesos biológicos, componentes celulares, vías de señalización celular, dominios de proteínas, factores de transcripción y fenotipos celulares asociados a los genes diana de los miRNAs.</p>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>3.1. Una vez obtenidos los resultados de la qRT-PCR, se realiza el taller en el que se explica cómo se obtienen los niveles de los miRNAs en plasma mediante el método Delta Ct. Primero, se realiza un ejemplo por parte del profesorado de los pasos a seguir de uno de los miRNAs de tres grupos de estudio, llamados grupo sanos, asintomáticos y graves, explicando los pasos a seguir en el Delta Ct. Se reparten en grupos de 3 miRNAs para ser analizados por el alumnado, con su correspondiente <i>housekeeping</i> o miRNA de referencia para normalizar los valores. El alumnado realiza esta actividad en el mismo taller, mediante calculadora o uso del Excel. Una vez obtenido los valores de los niveles de estos miRNAs, los grupos los exponen, y por parte del profesorado se les indica como se continuaría el análisis estadístico de los miRNAs para ser clasificados como buenos biomarcadores de una enfermedad (curvas ROC, análisis bivalente y multivalente). Cabe destacar que en el examen teórico se incluye una de estas cuestiones, donde el alumnado debe analizar y comentar los resultados obtenidos de los valores de un miRNA en plasma. El resultado obtenido es tan satisfactorio, que un 98% del alumnado es capaz de responder satisfactoriamente esta pregunta.</p> <p>3.2. Una vez tenemos los miRNAs seleccionados como biomarcadores,</p>

se lleva a cabo en análisis *in silico* o bioinformático de los genes diana de éstos. Esta práctica presenta una gran aceptación entre el alumnado, ya que descubren muchas herramientas bioinformáticas útiles tanto para la transcriptómica, genómica, proteómica, metabolómica, etc. Además se presenta el estudio del enriquecimiento funcional de los genes diana de los miRNAs. El aprendizaje del enriquecimiento funcional de estos genes es valioso en una variedad de contextos, desde la investigación científica básica hasta aplicaciones médicas y farmacológicas más avanzadas. Proporciona herramientas para comprender y aprovechar la información de la función de estos miRNAs de manera significativa y relevante, por lo que su aprendizaje acaba siendo muy satisfactorio para el alumnado.

Se considera que la actividad ha sido realizada con éxito.

2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

#### *Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto*

El alumnado transmite su plena satisfacción con el proyecto docente presentado, mostrando una excelente valoración de la propuesta respecto a la adquisición de las competencias y el aprendizaje de los contenidos, llevado a cabo por la metodología *Learning by doing*. Ello se ve reflejado en las encuestas del profesorado de la asignatura, superiores a la media del departamento y del Grado.

La asignatura relacionada con el proyecto es una de carácter obligatorio del grado de Biotecnología, y el resultado de su impartición ha sido muy favorable, cumpliéndose las siguientes competencias del grado:

**CB3.** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**CB4.** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

**CE-14.** Obtener e interpretar información de las principales bases de datos biológicos, ómicos, bibliográficos y emplear las herramientas bioinformáticas básicas.

La realización del presente proyecto de innovación y mejora docente ha sido tan productiva, que el informe de las prácticas y su actividad evaluable ha sido modificado para el curso 2023-2024, incluyendo ejercicios relacionados con los realizados en los talleres teóricos y prácticos.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

<b>Opinión de los alumnos al inicio del proyecto</b>				
Número de alumnos matriculados: 55				
<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
3		13	30	9
<b>Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto</b>				
<i>Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
45	7	2	1	
<i>Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
-	-		46	9
<b>En el caso de la participación de un profesor invitado</b>				
<i>La participación del profesor invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
-	-	-	-	-
<b>Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos</b>				
<p>Aunque la acogida del proyecto de innovación y mejora docente ha sido satisfactoria por el alumnado de la asignatura de Análisis Biómico del Grado de Biotecnología, algunos de los alumnos y alumnas han criticado no poder realizar el proceso completo, es decir, desde el aislamiento del RNA, RT-PCR a la qRT-PCR. Se les explica que no es posible realizar los dos primeros pasos, principalmente porque el RNA es de fácil degradación en las condiciones de los laboratorios de prácticas de la Facultad, realizándose el último paso, la qRT-PCR y su análisis en el taller práctico. Sin embargo, el resultado final en la opinión del alumnado es más que conforme y halagador, ya que han conseguido ver una aproximación a una de las ciencias ómicas que más peso tiene en la asignatura, la Transcriptómica. Así como la presentación de los miRNAs, moléculas esenciales en la fisiopatología de varias enfermedades, y prometedoras dianas terapéuticas frente a éstas.</p> <p>Conforme pasa el curso académico, son muchos los alumnos y alumnas que se acercan y comentan que con posterioridad les han introducido el concepto de miRNA en otras asignaturas, y al realizar el contenido de este proyecto de innovación docente les ha permitido asimilar con mayor facilidad el nuevo temario, y su uso en estas. Además, se propusieron varios alumnos para realizar su TFG sobre el tema. Por lo que creemos que la valoración sobre la influencia ejercida en la opinión del alumnado es gratificante, a la par que positiva.</p>				

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo<sup>2</sup>.

#### Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud

Tras la finalización de las tareas planteadas en el actual proyecto de innovación tanto el profesorado como el alumnado implicado impartirán una charla para todos los interesados, en la cual se abordarán los resultados obtenidos con el proyecto, grado de satisfacción de aprendizaje, así como la implicación de cada una de las asignaturas que intervendrán en la actividad multidisciplinar.

La actividad constará de 3 partes bien diferenciadas:

- 1) Descripción de la importancia de un aprendizaje de la transcriptómica y de los ncRNAs relacionado con los biomarcadores no invasivos de diagnóstico, pronóstico y tratamiento de las patologías.
- 2) Explicación de las tareas llevada a cabo, profesores y asignatura implicada, así como resultado obtenido y grado de satisfacción de los alumnos implicados.
- 3) Reproducción del material audiovisual llevado a cabo como resumen del proyecto de innovación y mejora docente.

#### Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

La responsable del proyecto de innovación, junto al resto del equipo, han expuesto los resultados obtenidos a sus compañeros/as del área de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias, presentando la importancia del aprendizaje de la transcriptómica y de los ncRNAs relacionado con los biomarcadores no invasivos de diagnóstico, pronóstico y tratamiento de diversas patologías. Además, se mostró el material audiovisual que resume la técnica utilizada para la obtención de los miRNAs como biomarcadores, el cual será presentado en los siguientes cursos académicos. Aprovecharemos las redes sociales de la asignatura (@análisis\_biomico) para que llegue al alumnado de este curso 2023-2024, y los venideros.

---

<sup>2</sup> Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación