



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 340

Creación de una comunidad de aprendizaje para el desarrollo de una estructura de mentorizaje vertical y generación de contenidos digitales para la formación en competencias de investigación y mejora de la empleabilidad

Responsable del proyecto:

Ricardo Llorente Miguel

Facultad de Medicina

Departamento: Fisiología

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Los estudiantes de Ciencias Biomédicas bien al final de su grado o si posteriormente deciden realizar un máster, deben elaborar el trabajo de fin de grado (TFG) y el de fin de máster (TFM). Es muy habitual que gran parte de estos trabajos se desarrollen en un laboratorio, en los que los estudiantes no sólo aprenden diferentes técnicas, sino que incluso forman parte activa de la investigación que se realiza en los mismos. Esto permite que desarrollen una serie de competencias y habilidades tales como la capacidad del trabajo en equipo, búsqueda de información, pensamiento crítico, organización de tiempo y planificación de las diferentes tareas que implican el trabajo investigador, aprendizaje-realización y selección de las técnicas de investigación más adecuadas para abordar el problema o cuestión científica de interés, análisis estadístico y crítico de resultados. Es decir, en estas estancias en laboratorios de investigación se prepara a los estudiantes para el desarrollo de una carrera científica en un futuro, se les enseña a ser profesionales de la investigación en muy diversos campos de las Ciencias Biomédicas.

El desarrollo del TFG o el TFM también requiere del alumno la capacidad de redactar y posteriormente presentar y defender oralmente el proyecto de investigación desarrollado en el área en el que haya estado inmerso, es decir, la capacidad de buscar y contrastar la información bibliográfica disponible del tema de estudio, y de comunicar y divulgar los resultados de la investigación realizada; por lo que el estudiante ha de trabajar y desarrollar competencias relacionadas con la búsqueda de información, la organización de ideas, con la estructuración de textos, con su capacidad de transmitir ideas complejas de forma clara y organizada, y de ser capaz de transmitir de forma efectiva su investigación científica a diferentes tipos de público, desde sus compañeros de laboratorio, miembros de la comisión que evalúen los trabajos, pero también a otros sectores de la sociedad.

Nuestra experiencia en la formación de estudiantes de Grado y Máster en nuestro laboratorio nos indica que a lo largo de la carrera no han tenido experiencias previas que les permitan desarrollar muchas de esas competencias, y no siempre están preparados para trabajar en un entorno de laboratorio de investigación, ya sea de investigación básica o clínica. Durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio de las diferentes asignaturas que cursan, los estudiantes se enfrentan a experimentos únicos, diseñados para una determinada duración, y en los que es el profesorado quién marca las hipótesis de trabajo y los parámetros a evaluar; por el contrario, en el desarrollo del trabajo en un grupo de investigación, los estudiantes han de enfrentarse a una cuestión de investigación mucho más amplia, han de estudiar para determinar los objetivos que establecer, y se han de responsabilizar en la ejecución de diversos experimentos que, a lo largo del tiempo, permitan valorar la veracidad (o no) de la hipótesis planteada. Este cambio en el paradigma del trabajo en el laboratorio será un reto que les permita entender de forma más amplia y global las implicaciones del desarrollo de una carrera investigadora. Dicho cambio puede ser relativamente traumático por ello nuestro proyecto se centra en que esta transición sea más paulatina y por lo tanto mejore la evolución de su aprendizaje, y que a medida que desarrollan sus tareas reciban formación adicional de forma clara, accesible, flexible, que enriquezca su formación y puedan combinar su aprendizaje como estudiantes y su inicio a una formación en un entorno profesional. Por ello nos planteamos los siguientes objetivos:

- Desarrollar una serie de vídeos formativos y seminarios on-line de las diversas técnicas experimentales y actividades (búsqueda bibliográfica, análisis estadísticos de resultados, redacción de trabajos científicos...) que se llevan a cabo en un laboratorio
- Desarrollar un sistema de evaluación mediante encuestas y rúbricas de la tarea de cada uno de los actores implicados, de forma que se vaya mejorando la

experiencia, reduciendo los errores y centrándose en las debilidades que se encuentren a cada paso.

- Crear una comunidad de aprendizaje en la que todos los niveles de investigadores en formación (incluyendo los estudiantes de último año del grado) en un laboratorio y en el contexto universitario, se impliquen en el desarrollo profesional de los estudiantes que se formarán en el seno del grupo de investigación a través del establecimiento de un sistema de mentoría vertical, en el cual los investigadores predoctorales contratados, formados y guiados por sus directores, actúen como mentores de los estudiantes que realizan su TFM (telémacos) , los cuales a su vez actuarán como mentores de los estudiantes que realizan su TFG (telémacos) en el laboratorio. Todo el trabajo de los distintos niveles de mentores y telémacos estará supervisado por los profesores PDI del grupo de investigación.
- Mejorar en el desarrollo de competencias tales como:
 - Desarrollo de pensamiento crítico.
 - Planificación y organización del trabajo.
 - Capacidad de resolución de problemas que se plantean en un laboratorio.
 - Expresión escrita, oral y difusión de resultados ante audiencias formadas tanto por especialistas como no especialistas de la materia.
 - Transmisión de conocimiento.
- Obtener una correcta preparación para el desarrollo de diferentes actividades en un entorno laboral y colaborativo.

Como objetivos secundarios nos planteamos:

- Enseñar a enseñar: Implicación de los investigadores predoctorales en la formación de futuros investigadores. Como parte de la comunidad universitaria es importante que se formen en competencias relacionadas con la comunicación, divulgación y supervisión de estudiantes, que es un aspecto muy importante para su futuro como investigadores, a la hora de crear y establecer grupos de investigación.
- Enseñar el manejo de herramientas de docencia *on-line*. Mejorar en el uso de las plataformas de educación on-line, en concreto *Microsoft Teams* lo cual consideramos esencial al ser la que se emplea en Moodle para la docencia *on line*, uso de aplicaciones y elaboración de contenidos para su uso en la red por parte del equipo docente.
- Enseñar las bases y el funcionamiento de la investigación y de la carrera científica. Fomentar el conocimiento de cómo se trabaja en ciencia desde los principios de ética y calidad, y fomentar el desarrollo nuevas vocaciones científicas, al mostrar de forma práctica y participativa nuestra actividad a estudiantes de Bachillerato

2. Objetivos alcanzados

A lo largo del desarrollo del proyecto hemos logrado:

- Establecer una comunidad de aprendizaje, en la que:
 - Los investigadores predoctorales han dirigido a los tres estudiantes que han desarrollado su TFM en nuestro laboratorio, en el manejo y uso de las técnicas, explicándoles su desarrollo, el motivo de elección y supervisando la ejecución de las actividades realizadas por los estudiantes.

- Los estudiantes de Máster han compatibilizado sus tareas propias del curso y su actividad en el laboratorio, con la elaboración y presentación de seminarios sobre diversos temas relacionados con la investigación. Además, han dirigido el aprendizaje de un estudiante de Bachillerato en algunas de las técnicas que utilizamos en el laboratorio, en la metodología empleada en investigación básica, y en los principios básicos de escritura científica.
 - En todos los casos, han estado bajo la supervisión de los profesores y responsables del laboratorio: Meritxell López Gallardo, Eva M^a Marco López, Alberto Lázaro Fernández, Ricardo Llorente Miguel.
- Se han preparado rúbricas para evaluar la eficacia de esta metodología de trabajo, y se han distribuido encuestas a todos los participantes del proyecto para valorar no sólo la efectividad del proyecto, sino el grado de satisfacción de los miembros del equipo con el mismo (ver anexos 1, 2, 3 y 4).
 - Se ha generado un banco de videos-tutoriales que están en el repositorio del MS Teams y que quedarán a disposición del grupo de investigación para los siguientes cursos. La preparación, edición y montaje de estos videos ha sido realizada por los investigadores predoctorales, los estudiantes de máster, y bajo la supervisión del IP de este proyecto (ver anexos 5 y 6).
 - Los seminarios y reuniones del grupo de investigación también han quedado grabados en MS Teams y han quedado incorporados al repositorio para su uso en próximos cursos.

El resultado de las encuestas (ver anexo 2) respecto a los ítems destinados a valorar si se ha comprendido la importancia del método científico y su correcto desarrollo indican, por ejemplo, que la mayoría está de acuerdo o muy de acuerdo con las expresiones *“En la labor científica el trabajo en equipo es importante”*, *“Uno de los valores que debe tener un investigador es el rigor y la honestidad en sus trabajos”* y *“Las conclusiones de un trabajo de investigación deberían estar relacionadas con los resultados, aunque no fueran los esperados”*, mientras que se encuentran muy en desacuerdo con expresiones tales como *“El origen de la información no es relevante, sólo que diga lo que me interesa”*, *“En una investigación científica los resultados definen la hipótesis y no al revés”* y *“En el laboratorio lo importante es hacer experimentos para obtener resultados, ya se decidirá que estudiar a partir de ellos”*. Es decir, que han comprendido las bases del método científico y la importancia de aplicar el pensamiento crítico a la interpretación de los resultados que se obtienen, evitando que las conclusiones vayan en línea con pensamientos preconcebidos, y sigan lo que indican los hechos resultantes de la experimentación. También la importancia de formar equipos y que los miembros colaboren unos con otros para conseguir los diferentes objetivos establecidos.

Otros puntos que también reflejan las encuestas es la percepción por parte de los estudiantes de su aprendizaje. Así al analizar las respuestas con el nivel de lo poco o mucho que están de acuerdo los estudiantes con expresiones como *“Mis conocimientos en Biología/Biomedicina han aumentado”*, *“Conozco y sé realizar técnicas y protocolos experimentales que antes no dominaba”*, *“He aprendido la utilidad del uso de las citas bibliográficas en ciencia”*, *“He aprendido la importancia de los comportamientos éticos en Ciencia”*, *“Conozco mejor el método científico y su importancia”*, *“He aprendido el uso y significado de diversas técnicas de investigación”*, *“He aprendido a manejar material biológico y de investigación”*, *“He adquirido conocimientos de la recogida de datos y su manejo estadístico”*, *“Conozco nuevas fuentes bibliográficas científicas y cómo manejarlas”* todos han contestado estar *“muy de acuerdo o totalmente de acuerdo”*. Algo

que también se observa en los ítems relacionados con la mejora de las actitudes en el puesto de trabajo. Esto implica que la percepción de los estudiantes sobre el proceso de aprendizaje durante este periodo ha sido positiva.

También es muy positiva la visión de los estudiantes sobre los materiales recibidos y su relación con sus tutores. Es decir, los estudiantes no sólo perciben que han mejorado en ciertas competencias si no que los materiales y estrategias usados para ello han sido útiles para alcanzar este objetivo.

Respecto al uso de MS teams como herramienta de aprendizaje y flexibilización del estudio los resultados del ítem que hace referencia al mismo son muy variados, con valoraciones positivas y negativas. Esto quiere decir que es necesario invertir más tiempo en la formación de los estudiantes en su uso para que puedan familiarizarse con ella y les resulte un recurso útil en su formación, ya que es una herramienta muy útil para ello, por su flexibilidad y la capacidad de poder compartir material multimedia u otro tipo de forma sencilla y accesible.

Para la evaluación del aprendizaje y si la comunidad de aprendizaje vertical ha resultado un medio de mejorar la adquisición de habilidades tanto técnicas como docentes, se utilizaron rúbricas de forma que los estudiantes pudieran valorar la función de los tutores y los tutores dar una evaluación final del desempeño de los estudiantes. En el caso de los profesores se evaluaron tres ítems, Docencia, Disponibilidad y Actitud (ver anexo 3), y el resultado global es muy positivo, tanto de los investigadores predoctorales como de los estudiantes de TFM alcanzando en todos los ítems valores por encima del 90 (sobre un máximo de 100). Además las rúbricas permiten ver fortalezas y debilidades de los que han ejercido como tutores. Como era de esperar dado que los tutores son estudiantes o investigadores con muy poca experiencia en docencia, el ítem con el valor más bajo ha sido el de Docencia (90,7), donde se valora la forma de explicar del tutor, la estructuración del discurso y el nivel de conocimientos, aún así la valoración es elevada por lo que podemos concluir que el desempeño como mentores ha sido sobresaliente, teniendo en cuenta que es la primera vez que se desarrolla el proyecto y con un número de estudiantes limitado.

En cuanto a la evaluación de los estudiantes se evaluaron cuatro ítems (ver anexo 4): Presencialidad, Actitud, Trabajo autónomo, Trabajo en equipo y Progresión. El estudiante de bachillerato ha tenido un desempeño sobresaliente, presentando una actitud y progresión notable, y también ha obtenido buenas valoraciones en el ítem de trabajo en equipo. Dado que está todavía en un nivel de educación básico y se iniciará en breve en los estudios superiores (universitarios o módulos de Formación Profesional) los resultados son muy buenos y si mantiene esa actitud será un buen profesional.

Respecto a los estudiantes de TFM, también sus resultados son notables, con un gran nivel en lo que respecta al trabajo autónomo, la actitud y trabajo en equipo. Cabe destacar que el ítem mejor valorado es la progresión (90 sobre 100), indicando que la metodología usada les ha ayudado a mejorar sus competencias profesionales, al menos desde el punto de vista de los tutores que les han evaluado.

El desarrollo de este proyecto ha sido posible gracias a la implicación de todas las personas que formaban parte de él. Como aspecto más positivo del mismo consideramos que el haber formado una red de aprendizaje en la que los diferentes miembros del equipo del equipo han tenido que interaccionar para sacar adelante diferentes proyectos de investigación, enseñar y aprender diferentes técnicas, resolver los problemas que se iban planteando y trabajar estrechamente en equipo ha hecho que el grupo gane cohesión y que la integración de los nuevos miembros haya sido positiva. Además, tanto los estudiantes a nivel de Máster como los investigadores predoctorales

en formación, han mejorado sus competencias relacionadas con la responsabilidad de llevar a cabo un proyecto, trabajar con otras personas y ser los responsables de su aprendizaje, mejora en el trabajo autónomo y la toma de decisiones; competencias que no sólo les serán útiles en el ámbito profesional científico, si no en cualquier otro ámbito profesional.

Creemos que tanto la experiencia como los resultados obtenidos en el presente proyecto son susceptibles de ser presentados en un congreso de innovación docente, en el que expliquemos el procedimiento, sus puntos positivos y las posibilidades de mejora del mismo, dándolo a conocer entre la comunidad educativa.

3. Metodología empleada en el proyecto

Elaboración de vídeos de unos 20 a 30 minutos donde se distinguen dos partes

- Pequeña explicación sobre el problema que se busca resolver con el uso de esa técnica y la base teórica de la misma
- Desarrollo de la técnica mostrando y explicando los pasos que se van dando.

Creación de un equipo utilizando la plataforma Microsoft Teams, que usamos:

- para realizar seminarios de on-line, que son grabados y forman parte del banco de vídeos dirigido al aprendizaje de los estudiantes
- como medio de comunicación entre los miembros del equipo.
- para compartir el material audiovisual generado.
- para la asignación de tareas.

Generación de encuestas para los estudiantes a través de la plataforma Google forms:

- Encuesta previa donde se trataba de valorar los conocimientos previos sobre el método científico y el trabajo del laboratorio de los estudiantes. En este caso solo aplicable al estudiante de Bachillerato.
- Encuesta final en la que se valoraba la percepción de la adquisición de los conocimientos y crecimiento como profesionales de los estudiantes.

Evaluación a través de rúbricas:

- Rúbrica de los “estudiantes” valorando a sus “mentores”.
- Rúbrica de los “mentores” evaluando la adquisición de conocimientos y destrezas de sus “estudiantes”

4. Recursos humanos

La naturaleza del proyecto ha implicado la participación activa de todos los miembros del equipo, ya que el objetivo principal era establecer una comunidad de aprendizaje piramidal, en la que los investigadores predoctorales enseñaban los estudiante de TFM y los estudiantes de TFM a su vez enseñaban a un estudiante de Bachillerato, mientras que todo ello era coordinado y dirigido por los profesores, tres de la Facultad de Medicina y una de la Facultad de Biológicas. Además, todos los miembros del laboratorio han participado de forma activa en la elaboración del proyecto: grabación, edición y montaje de los vídeos, creación de las encuestas y rúbricas, análisis de los resultados, etc.

Los estudiantes de TFM e investigadores predoctorales no sólo se implicaron en el entrenamiento y enseñanzas del trabajo de laboratorio, también participaron de forma activa en el desarrollo del material audiovisual y seminarios realizados. Los profesores, además de generar el equipo de MS Teams, tutorizamos la labor de todos los actores

implicados, fueron los últimos responsables de comprobar que las labores en el laboratorio se realizaban correctamente, se cumplían los plazos establecidos, y editaban y preparaban el montaje final del material audiovisual. El IP del proyecto supervisó de forma directa la edición y montaje de los vídeos y todos los implicados en el proyecto participaron en los seminarios y reuniones del equipo. Durante el desarrollo de los vídeos y su difusión se establecieron tutorías para la resolución de dudas.

La preparación y elaboración de las rúbricas fue responsabilidad de los profesores del grupo, aunque para ello se contó con la opinión y sugerencias realizadas por los investigadores predoctorales. Los profesores se encargaron además de la distribución de las rúbricas y del análisis y valoración de los resultados obtenidos.

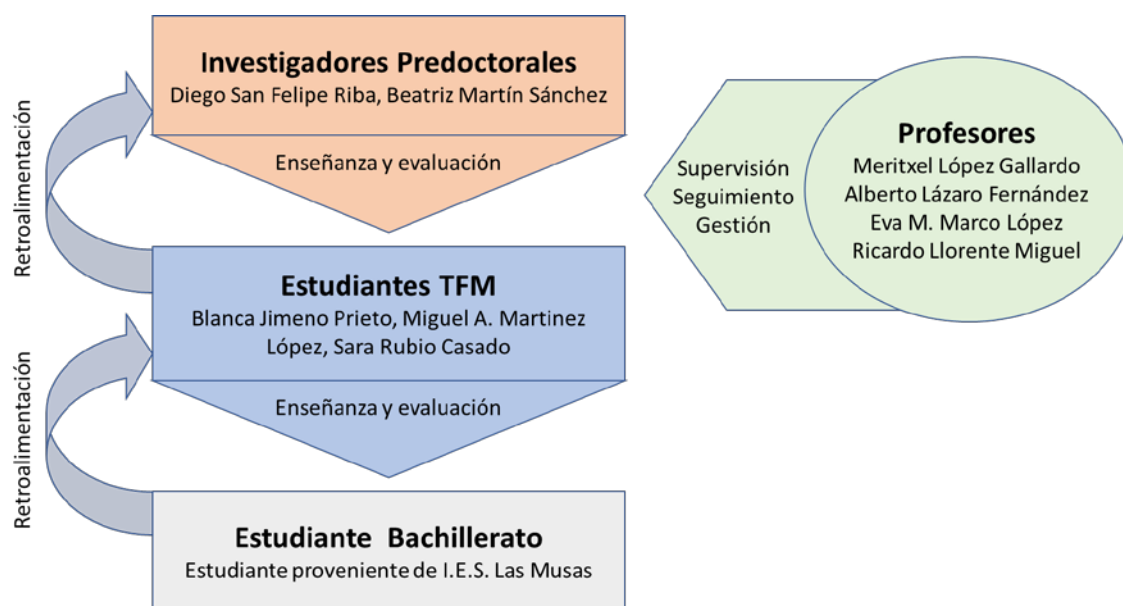


Fig. 1: Esquema que muestra la distribución de tareas entre los participantes del proyecto de innovación docente.

5. Desarrollo de las actividades

Preparación del proyecto:

Se realizó una primera reunión que podía seguirse de forma presencial u on-line a través del MS Teams en el que se abordaron los siguientes puntos:

- Presentación del estudiante de Bachillerato al resto del equipo: profesores, investigadores predoctorales y estudiantes de TFM.
- Distribución de las tareas, se especificó quién sería el tutor de los estudiantes en cada caso y los roles de cada miembro del equipo. En resumen, los investigadores predoctorales instruirían y acompañarían a los estudiantes de TFM; los estudiantes de TFM enseñarían y resolverían las dudas que surgieran al estudiante de bachillerato; y los profesores coordinarían y supervisarían la labor de todos ellos.
- Establecimiento de un calendario para determinar los días en las que se iban a realizar actividades presenciales y *on-line*:
 - Programa de grabación de los protocolos
 - Seminarios
 - Realización de las encuestas
 - Realización de rúbricas

- Información sobre el material que iba a estar disponible en el equipo de Teams y cómo acceder a él.

Grabación vídeos:

Durante la realización del proyecto uno de los objetivos era la grabación de vídeos que se pudieran utilizar para mostrar a los alumnos las técnicas y tuvieran la oportunidad de manera más flexible de ir instruyéndose en el trabajo que se realiza en el laboratorio.

Se hicieron dos tipos de vídeos:

- Vídeos sobre técnicas. Estos vídeos grabados con la tablet adquirida en el proyecto, contenían una pequeña introducción indicando el trasfondo teórico y utilidad de una técnica que se usa en el laboratorio, y luego se mostraba el protocolo a través de la grabación de la realización de la técnica. De esta forma se pudieron realizar tres vídeos con las técnicas que se estaban empleando en los proyectos de los TFM y del estudiante de Bachillerato:
 - Un vídeo sobre el procesado de las muestras para su uso en técnicas de inmunohistoquímica.
 - Dos vídeos de un protocolo de una inmunofluorescencia en la que se buscaba mostrar cómo se teñían las muestras una vez habían sido procesadas para detectar un determinado marcador celular, tanto para la observación en microscopía óptica como de fluorescencia.
 - Un vídeo donde se mostraba el uso del microscopio.
- Vídeos de los seminarios que se fueron haciendo a lo largo del curso grabados directamente de las sesiones que se establecían en el Teams. Durante el periodo que duró el proyecto se hicieron seminarios sobre
 - Método científico
 - Bibliografía y citación en ciencias
 - Estadística
 - Uso del Ms Teams

Todos los vídeos fueron editados con el programa “Camtasia” para mejorar el sonido, facilitar el visionado y eliminar partes irrelevantes, y subidos al Teams usando la aplicación “Microsoft Stream” que permite la generación automática de subtítulos y su posterior edición. Con esta herramienta hemos podido generar vídeos accesibles a todos los estudiantes, teniendo en cuenta la diversidad que pueda darse entre las personas que tengan acceso a ellos, evitando barreras que puedan dificultar su visualización y comprensión.

Respecto a los vídeos en los que se mostraban técnicas y protocolos una vez estaban disponibles en la plataforma se enviaba un aviso a los estudiantes de forma que supieran que podían visualizarlos. Posteriormente se quedaba con ellos y los tutores asignados les mostraba la técnica *in situ* en el laboratorio, permitiendo que participaran activamente en su desarrollo, aunque siempre bajo supervisión.

Formación de los estudiantes:

Se organizaron grupos de aprendizaje-trabajo en los que los investigadores predoctorales se encargaban de instruir en diferentes técnicas a los estudiantes de TFM, los cuales previamente debían haber visualizado los vídeos, además también se les guiaba en la toma de datos, el análisis de resultados y su futura difusión. A su vez, los estudiantes de TFM establecieron reuniones puntuales con el estudiante de Bachillerato para proceder de la misma manera, y enseñarle técnicas que previamente habían aprendido y que estaban usando en su proyecto, de forma que aprovechaban la instrucción recibida y el trabajo asociado a sus proyectos de fin de máster para enseñar al estudiante.

También, como parte de su formación les correspondió preparar una serie de seminarios, donde explicaban en qué consistía su proyecto y otros donde demostraron sus conocimientos sobre el método científico y sus partes aplicadas en el contexto del trabajo que se realiza en el laboratorio. Éstos últimos seminarios formaban parte también de la formación del estudiante de Bachillerato.

Tanto la realización de los experimentos como el análisis de datos y seminarios eran supervisados por los profesores, corrigiendo posibles errores, dando consejos y asegurando que todo se realizara correctamente y la información transmitida fuera rigurosa y veraz. Así como que el trabajo finalizara en el plazo oficial establecido.

Con el fin de favorecer las competencias de comunicación en otros idiomas de interés científico, algunos de los seminarios se impartieron en inglés, además esto facilitará la adaptación e inclusión de posibles futuros estudiantes extranjeros (Erasmus, o de otras modalidades) que muestren interés por incorporarse a este grupo de investigación

Elaboración y distribución de encuestas usando la aplicación “Google Forms”:

Se elaboraron dos tipos de encuestas (ver ítems y resultados en el anexo 1 y 2):

- Una en la que se trataba de valorar el conocimiento previo y expectativas de los estudiantes. El criterio para hacer esta encuesta era que los estudiantes no hubieran trabajado previamente en el grupo de investigación. En nuestro caso sólo el estudiante de bachillerato cumplía esta condición por lo que fue el único que la realizó.
- Otra encuesta realizada en la que se valoraba la percepción de los estudiantes sobre lo que habían aprendido, las competencias y habilidades adquiridas, así como la labor de los tutores. Esta encuesta fue realizada tanto por los estudiantes de TFM como por el estudiante de bachillerato.

En ambas encuestas la distribución de los ítems se hizo por bloques de preguntas.

En la encuesta para valorar el conocimiento previo los bloques estaban distribuidos de la siguiente forma:

- Un primer bloque para conocer el nivel de formación de los estudiantes y las asignaturas cursadas relacionadas con la ciencia, así como su familiaridad con redes sociales, y realización de trabajos escritos u orales para las clases.
- Un segundo bloque para conocer si el estudiante estaba familiarizado con el Método científico y si había estado o hecho algún tipo de práctica en algún laboratorio.
- Un tercer bloque donde las preguntas iban dirigidas a valorar las expectativas del estudiante sobre su aprendizaje en el laboratorio.

En la encuesta en la que valoraba la percepción de los estudiantes sobre lo que habían aprendido, las competencias y habilidades adquiridas, así como la labor de los tutores los bloques de preguntas se dividieron de la siguiente manera:

- Un primer bloque para conocer si había mejorado el conocimiento de los estudiantes sobre el Método Científico y su aplicación en el contexto de un laboratorio y un proyecto de investigación.
- Un segundo bloque para conocer la percepción de los estudiantes sobre la evolución del aprendizaje y si se habían cumplido sus expectativas.
- Un tercer bloque donde se valora la percepción del trabajo realizado, los materiales utilizados y la labor de los tutores.
- Un último bloque para valorar la percepción sobre el ambiente del trabajo y el trato con compañeros y tutores.

Elaboración de rúbricas (ejemplo en anexos 4 y 5):

Se elaboraron dos rúbricas para evaluar los resultados del aprendizaje de los estudiantes y la labor desarrollada por los profesores

- Una rúbrica en la que se evaluaba los resultados del aprendizaje de los estudiantes. Como en este caso la enseñanza es jerárquica, los estudiantes de

TFM evaluaron como profesores al estudiante de bachillerato y ellos fueron evaluados por los investigadores predoctorales. Esta rúbrica se realizó con la intención de estudiar 5 ítems:

- Presencialidad: se evalúan aspectos como la asistencia y la puntualidad.
 - Actitud: se evalúa la implicación del estudiante en el trabajo, si se muestra proactivo durante el trabajo, presta atención e incluso interviene en las discusiones relacionadas con los experimentos en realización.
 - Trabajo autónomo: se valora si el estudiante ha hecho uso del material aportado y su capacidad para trabajar de forma individual fuera del entorno de trabajo.
 - Trabajo en equipo: se evalúa la capacidad del estudiante para trabajar con el resto de los compañeros, así como su actitud para ayudar a los demás.
 - Progresión: se valora cómo ha ido mejorando el estudiante a lo largo de su estancia en el laboratorio, desde que comenzó a trabajar hasta que se ha realizado la evaluación. Aquí entraría la evaluación tanto de la destreza alcanzada para realizar diferentes técnicas instrumentales como la capacidad de comunicarse y nivel de conocimientos.
- Una rúbrica donde se evaluaba la labor docente o de tutorización durante la duración del proyecto. En este caso el estudiante de Bachillerato evaluó la labor docente de los estudiantes de TFM y los estudiantes de TFM la de los investigadores predoctorales. Los estudiantes valoraron tres ítems:
 - Docencia: capacidad del tutor para explicar las técnicas y trasfondo teórico asociado de forma clara, así como se valora el nivel de conocimiento de lo explicado y su capacidad de estructurar el discurso
 - Disponibilidad: se evalúa si el tutor establece tutorías de forma frecuente y está accesible para responder cualquier tipo de duda.
 - Actitud: se evalúa el trato del profesor al estudiante, su nivel de educación e implicación con la mejora del estudiante en el entorno del trabajo.

6. Anexos

Anexo 1. Captura de imagen mostrando la encuesta realizada por los estudiantes para evaluar sus conocimientos previos:

Encuesta de perspectivas de aprendizaje
Por favor responda a las siguientes cuestiones:

* Required

¿Qué estudios está cursando actualmente? *

Bachillerato
 Grado
 Máster
 Formación Profesional
 Otra

Si su respuesta ha sido Bachillerato, por favor indique la rama escogida: *

Artes
 Humanidades y Ciencias Sociales
 Ciencias

Si su respuesta ha sido Bachillerato, por favor indique el curso: *

Primero

Por favor en las siguientes afirmaciones indique del 1 al 5 si está poco de acuerdo o muy de acuerdo con lo que dicen, siendo 1 "en total desacuerdo" y 5 "totalmente de acuerdo":

	1	2	3	4	5
El origen de la información no es relevante, sólo que diga lo que me interesa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En una investigación científica los resultados definen la hipótesis y no al revés.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En la labor científica el trabajo en equipo es importante.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En el laboratorio lo importante es hacer experimentos para obtener resultado, ya se decidirá que se estudia a partir de ellos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Preguntas realizadas e ítems:

- Valoración del nivel de estudios y actividades relacionadas con la investigación o el trabajo científico:
 - ¿Qué estudios está cursando actualmente?
 - Si su respuesta ha sido Bachillerato, por favor indique la rama escogida
 - Si su respuesta ha sido Bachillerato, por favor indique el curso
 - Si su respuesta ha sido Ciencias, por favor indique las asignaturas elegidas de las opciones que se le dan a continuación (puede marcar varias)
 - Ha usado alguna de las siguientes aplicaciones para el desarrollo de sus clases (puede marcar varias)
 - ¿Ha realizado trabajos escritos o exposiciones orales?
 - En caso de que la respuesta anterior sea afirmativa, qué fuentes usó para preparar dichos trabajos o charlas (puede marcar varias)
 - ¿Le han explicado en qué consiste el método científico?
 - Por favor indique si ha usado o le han explicado el uso de algunos de estos instrumentos y aparatos (puede marcar varios)
- Valoración del nivel de conocimientos respecto al método científico y el trabajo en un laboratorio:
 - Por favor en las siguientes afirmaciones indique del 1 al 5 si está poco de acuerdo o muy de acuerdo con lo que dicen, siendo 1 "en total desacuerdo" y 5 "totalmente de acuerdo":
 - El origen de la información no es relevante, sólo que diga lo que me interesa.
 - En una investigación científica los resultados definen la hipótesis y no al revés.
 - En la labor científica el trabajo en equipo es importante.

- *En el laboratorio lo importante es hacer experimentos para obtener resultados, ya se decidirá que se estudia a partir de ellos.*
 - *Las conclusiones de un trabajo de investigación deberían estar relacionadas con los resultados, aunque no fueran los esperados.*
 - *La divulgación científica tiene que emplear un lenguaje muy técnico y específico para que parezca verosímil.*
 - *La investigación científica básica es necesaria para conocer mejor el mundo que nos rodea.*
 - *Uno de los valores que debe tener un investigador es el rigor y la honestidad en sus trabajos*
- **Valoración de las expectativas de aprendizaje:**
 - **Respecto a la adquisición de nuevos conocimientos (indique del 1 al 5 si está poco de acuerdo o muy de acuerdo con lo que dicen, siendo 1 “en total desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”):**
 - *Espero aumentar mis conocimientos en Biología/Biomedicina.*
 - *Espero aumentar mis conocimientos en técnicas experimentales.*
 - *Espero aumentar mis conocimientos en estadística.*
 - *Espero incrementar mi conocimiento en ética en investigación.*
 - **Respecto a la adquisición o mejora de actitudes (indique del 1 al 5 si está poco de acuerdo o muy de acuerdo con lo que dicen, siendo 1 “en total desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”):**
 - *Espero mejorar en pensamiento crítico.*
 - *Espero incrementar mi conocimiento en principios de no plagio y honestidad.*
 - *Espero mejorar mi capacidad de comunicación escrita.*
 - *Espero incrementar mi conocimiento en ética en investigación.*
 - *Espero mejorar mi capacidad de comunicación oral.*
 - *Espero mejorar mi capacidad de comunicación en inglés.*
 - *Espero mejorar mi capacidad para trabajar en equipo.*
 - **Respecto a la adquisición de nuevas destrezas (indique del 1 al 5 si está poco de acuerdo o muy de acuerdo con lo que dicen, siendo 1 “en total desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”):**
 - *Espero aprender el manejo de diversas técnicas.*
 - *Espero poder manipular material biológico y de experimentación.*
 - *Espero aprender en la recogida de datos y su posterior análisis estadístico*
 - *Espero aprender a manejar diferentes fuentes para obtener información y bases bibliográficas.*

Esta encuesta sólo fue realizada por el estudiante de Bachillerato, ya que se consideró que los estudiantes de TFM tenían un conocimiento previo de las bases de método científico suficientemente alto.

Anexo 2. Análisis de resultados de la encuesta realizada por los estudiantes para evaluar su percepción del aprendizaje alcanzado:

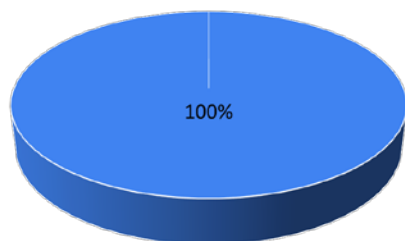
Resultados basados en las respuestas de 4 estudiantes: 1 de nivel Bachillerato y 3 de nivel Máster

Distribución de las preguntas realizadas:

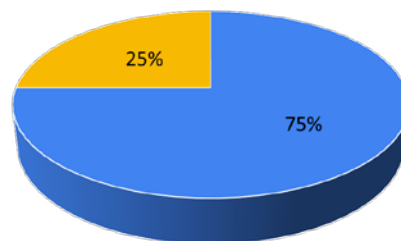
- Valoración del conocimiento adquirido acerca de la metodología científica y el trabajo en el laboratorio:
 - *El origen de la información no es relevante, sólo que diga lo que me interesa.*
 - *En una investigación científica los resultados definen la hipótesis y no al revés.*
 - *En la labor científica el trabajo en equipo es importante.*
 - *En el laboratorio lo importante es hacer experimentos para obtener resultados, ya se decidirá que se estudia a partir de ellos.*
 - *Las conclusiones de un trabajo de investigación deberían estar relacionadas con los resultados, aunque no fueran los esperados.*
 - *La divulgación científica tiene que emplear un lenguaje muy técnico y específico para que parezca verosímil.*
 - *La investigación científica básica es necesaria para conocer mejor el mundo que nos rodea.*
 - *Uno de los valores que debe tener un investigador es el rigor y la honestidad en sus trabajos.*

Resultados: Porcentaje de las respuestas dadas a cada ítem, refleja si los estudiantes han aprendido acerca del empleo del método científico y su significado.

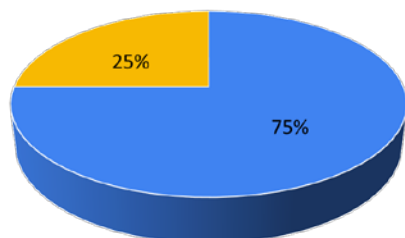
El origen de la información no es relevante, sólo que diga lo que me interesa.



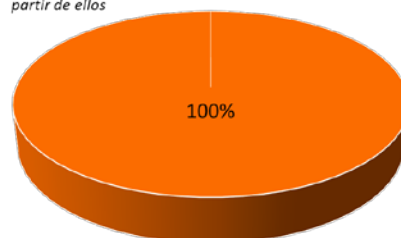
En la labor científica el trabajo en equipo es importante.



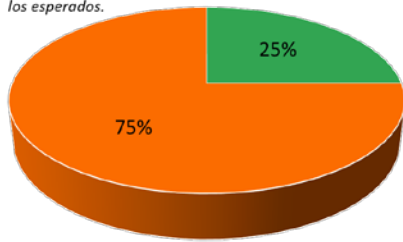
En una investigación científica los resultados definen la hipótesis y no al revés.



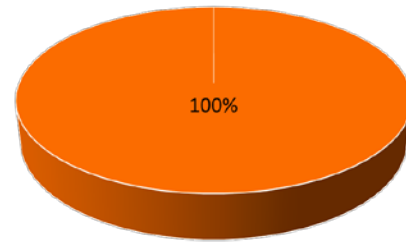
En el laboratorio lo importante es hacer experimentos para obtener resultado, ya se decidirá que se estudia a partir de ellos



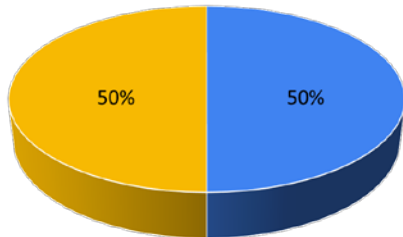
Las conclusiones de un trabajo de investigación deberían estar relacionadas con los resultados, aunque no fueran los esperados.



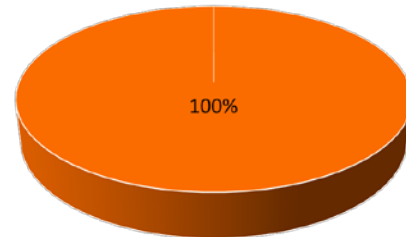
La investigación científica básica es necesaria para conocer mejor el mundo que nos rodea.



La divulgación científica tiene que emplear un lenguaje muy técnico y específico para que parezca verosímil.



Uno de los valores que debe tener un investigador es el rigor y la honestidad en sus trabajos.

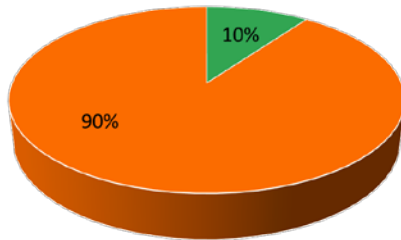


- Valoración de la percepción que tienen los estudiantes acerca de la mejoría que han adquirido en diferentes competencias a lo largo del desarrollo del proyecto, materiales e información recibida, se divide en ítems que van a evaluar:
 - La adquisición de nuevos conocimientos (5 ítems):
 - Mis conocimientos en Biología/Biomedicina han aumentado
 - Conozco y sé realizar técnicas y protocolos experimentales que antes no dominaba
 - He aprendido la utilidad del uso de las citas bibliográficas en ciencia
 - He aprendido la importancia de los comportamientos éticos en Ciencia
 - Conozco mejor el método científico y su importancia
 - La adquisición y mejora de actitudes (6 ítems):
 - Tengo una mayor capacidad para el uso del pensamiento crítico.
 - Sé lo que implica el buen uso de la bibliografía y evitar el plagio
 - He mejorado mi capacidad de comunicarme de manera escrita
 - Ha mejorado mi capacidad de comunicación oral
 - Ha mejorado mi manejo en el inglés
 - Ha mejorado mi capacidad para trabajar en equipo con desconocidos
 - La adquisición de nuevas destrezas (4 ítems):
 - He aprendido el uso y significado de diversas técnicas de investigación.
 - He aprendido a manejar material biológico y de investigación]
 - He adquirido conocimientos de la recogida de datos y su manejo estadístico.
 - Conozco nuevas fuentes bibliográficas científicas y cómo manejarlas.
 - Material e información recibida (4 ítems):
 - Los vídeos de los protocolos me han permitido conocer mejor las técnicas.

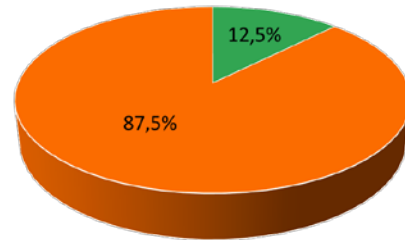
- *Mis tutores me han aportado el material necesario y me han acompañado en mi aprendizaje.*
- *La herramienta MS Teams me ha permitido flexibilizar mis periodos de aprendizaje.*
- *Las herramientas informáticas me han ayudado en mi formación.*

Resultados: Porcentaje medio agrupando las respuestas de cada bloque.

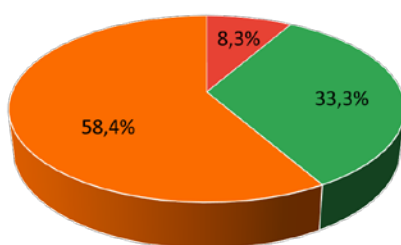
Resultado agrupados de las respuestas a los ítems respecto a la adquisición de nuevos conocimientos



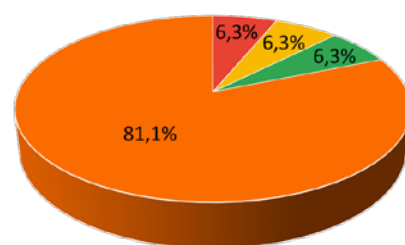
Resultado agrupados de las respuestas a los ítems respecto a la adquisición de nuevas destrezas



Resultado agrupados de las respuestas a los ítems respecto a la adquisición o mejora de actitudes.



Resultado agrupados de las respuestas a los ítems respecto a la información y material recibido.

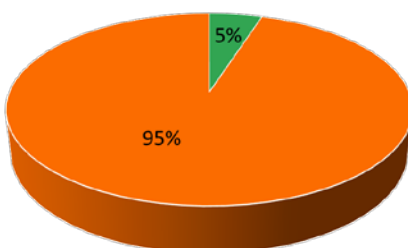


En este caso los valores más cercanos al 5 (“estoy muy de acuerdo”) indican que el estudiante percibe que ha mejorado durante el desarrollo del proyecto.

- Valoración de la percepción que tienen los estudiantes sobre la relación que han tenido con los tutores y los demás compañeros del equipo de investigación (5 ítems):
 - *Los tutores me han acompañado durante todo el proceso de aprendizaje.*
 - *Las indicaciones de los tutores han sido precisas y útiles para avanzar en el desarrollo del trabajo.*
 - *El ambiente en el grupo de laboratorio ha sido profesional y agradable.*
 - *El trabajo en equipo en el laboratorio es un valor muy importante en el grupo.*
 - *Además de los tutores otros miembros del equipo se han mostrado dispuestos a ayudar y aconsejarme durante el proceso de aprendizaje.*

Resultados: Porcentaje medio agrupando las respuestas de cada bloque.

Resultado agrupados de las respuestas a los ítems respecto a la relación con los tutores y compañeros.



Anexo 3. Rúbrica empleada para evaluar el desempeño de los tutores durante el proyecto.

CRITERIOS	SOBRESALIENTE (100%)	NOTABLE (75%)	APROBADO (50%)	DEFICIENTE (25%)
Docencia	Sus explicaciones son claras y concisas, es evidente que conoce la materia que trata	Sus explicaciones son claras pero mejorables, es evidente que conoce la materia que trata	Sus explicaciones son claras, pero en ocasiones demasiado extensas, tiene un nivel de conocimiento adecuado de la materia que trata	Sus explicaciones son farragosas y extensas, no está claro que tenga un nivel adecuado de la materia que trata.
	Estructura bien el discurso, es fácil de comprender y conocer los puntos más relevantes del mismo, los objetivos de aprendizaje de esa explicación	Estructura bien el discurso, pero le falta enfatizar los puntos más relevantes, los objetivos de aprendizaje no están del todo claros	La estructuración del discurso es correcta, pero falta concreción, no están del todo claros los objetivos de aprendizaje.	No existe un discurso estructurado, es difícil saber que es lo más relevante, o entender que se debe aprender
	Evalúa de forma objetiva, indica lo que se debe mejorar y valora los éxitos	Evalúa de forma objetiva, pero la retroalimentación que ofrece es incompleta	Evalúa de forma objetiva pero cuenta entender los errores cometidos	La forma de evaluar es incomprensible, no explica los errores cometidos, no aclara que objetivos de aprendizaje se deben obtener.
Disponibilidad	Establece tutorías frecuentemente y no le importa establecer tutorías extraordinarias	Establece tutorías frecuentemente	Establece pocas tutorías	Apenas realiza tutorías
	Contesta de forma rápida a las dudas planteadas	Contesta a las dudas planteadas en un tiempo aceptable	Contesta a las dudas planteadas, pero puede tardar tiempo en hacerlo	No suele contestar a las dudas o lo hace de forma poco correcta

	<p>Disponible tanto de forma on-line como presencial, es fácil establecer reuniones con el tutor</p>	<p>Disponible tanto de forma on-line, aunque resulta más difícil establecer reuniones presenciales con el tutor</p>	<p>Disponible tanto de forma on-line como presencial, aunque es difícil establecer reuniones con el tutor</p>	<p>Su disponibilidad tanto on-line como presencial es casi inexistente.</p>
Actitud	<p>Se muestra amable y educado en el trato, interesándose por los progresos del estudiante</p>	<p>Se muestra amable y educado en el trato, muestra un interés moderado por el progreso del estudiante</p>	<p>Se muestra amable y educado en el trato, pero no muestra mucho interés por el progreso del estudiante</p>	<p>No se muestra amable y educado en el trato y no muestra ningún interés por el estudiante</p>
	<p>Siempre dispuesto a ayudar cuando surgen problemas o hay dudas</p>	<p>Su disponibilidad para ayudar cuando surgen problemas o hay dudas es elevada</p>	<p>Su disponibilidad para ayudar cuando surgen problemas o hay dudas es baja</p>	<p>Su disponibilidad para ayudar cuando surgen problemas o hay dudas es prácticamente nula</p>
	<p>No le importa repetir varias veces una explicación o demostración práctica si es necesario</p>	<p>Muestra cierta reticencia a repetir varias veces una explicación o demostración práctica si es necesario, pero lo realiza</p>	<p>Le cuesta repetir varias veces una explicación o demostración práctica si es necesario, pero lo realiza</p>	<p>No le gusta repetir las explicaciones o realizar demostraciones prácticas</p>

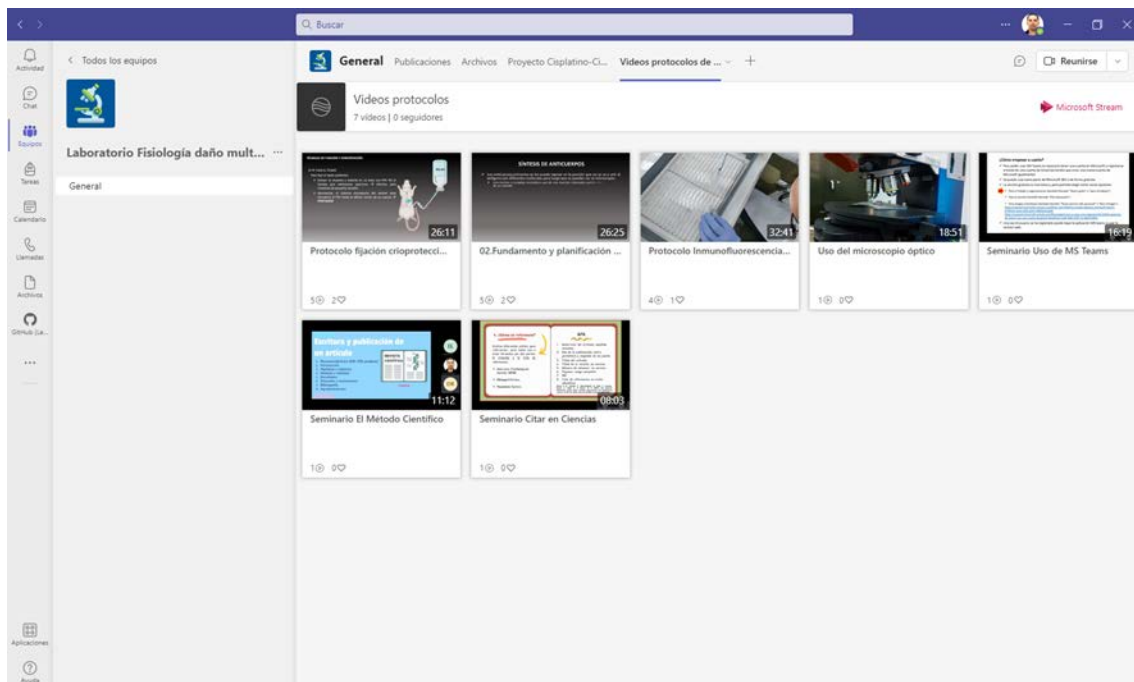
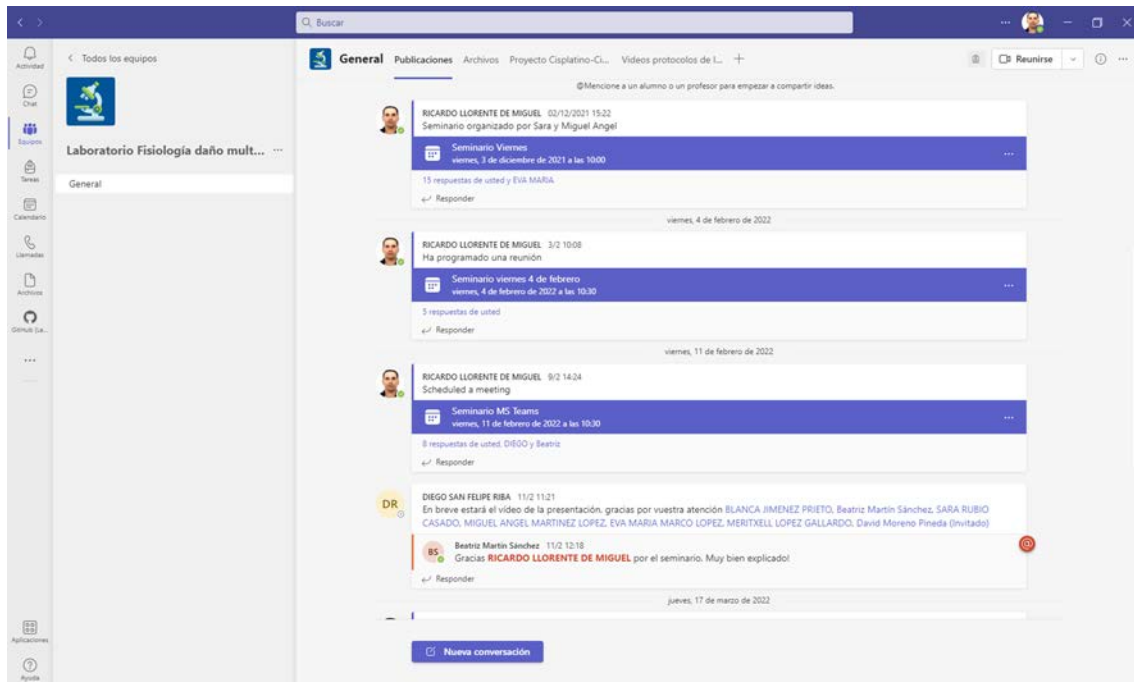
Anexo 4. Rúbrica empleada para evaluar el desempeño de los estudiantes durante el proyecto.

CRITERIOS	SOBRESALIENTE (100%)	NOTABLE (75%)	APROBADO (50%)	DEFICIENTE (25%)
Presencialidad	Asiste a todas las reuniones	Asiste a la mayoría de las reuniones	Asiste al menos a un 50% de las reuniones	No asiste a casi ninguna de las reuniones acordadas con los tutores.
	Es puntual siempre	Es puntual en la mayoría de las reuniones	Es puntual en el 50% de las reuniones	Nunca es puntual
Actitud	Se muestra muy atento durante las explicaciones por parte de los tutores	Se muestra atento durante las explicaciones	Presenta cierto nivel de atención a las explicaciones, pero a veces se distrae	No atiende durante las explicaciones
	Se muestra participativo y con una implicación elevada durante las explicaciones por parte de los tutores	Se muestra participativo y con una implicación moderada durante las explicaciones por parte de los tutores	Muestra poca participación durante las explicaciones por parte de los tutores	No participa durante las explicaciones por parte de los tutores
	Hace aportaciones para la mejora de las explicaciones, plantea dudas y opiniones razonadas	Aporta comentarios durante las explicaciones y plantea algunas dudas	Apenas aporta comentarios o plantea dudas durante las explicaciones	Ni aporta comentarios ni plantea dudas durante las explicaciones
Trabajo autónomo	Ha leído y/o visionado toda la información propuesta,	Ha leído y/o visionado la mayor parte de la información, y se aprecia que tiene buena base para seguir las explicaciones	Ha leído y/o visionado algo de la información propuesta, pero presenta muchas lagunas de base	No ha leído o visionado nada de la información planteada a la reunión acerca del protocolo a aplicar o sobre el tema a tratar

	Se aprecia que tiene buena base para seguir las explicaciones de los procedimientos	Se aprecia que le falta algo de base durante las explicaciones de los procedimientos, pero los ha trabajado.	Ha trabajado con el material dado parcialmente, le falta algo de base	Es evidente que no ha visionado o leído nada del material aportado y carece de base para entender las explicaciones de los procedimientos
	Ha buscado información por su cuenta de los procedimientos, aportando comentarios a la explicación	Aporta comentarios durante la explicación de los procedimientos demostrando ha realizado trabajo previo	Apenas comenta las explicaciones de los procedimientos, plantea dudas que deberían haber sido resueltas con el material dado	No hace comentarios y plantea dudas que dejan claro que no ha trabajado el material dado
Trabajo en equipo	Se muestra muy colaborador y dispuesto a ayudar	No pone pegas a trabajar con cualquiera de los compañeros	Le cuesta trabajar con otros miembros del equipo	No parece interesarse por la labor del grupo
	Presenta una gran iniciativa para ayudar a otros miembros del equipo	Presenta una iniciativa moderada para ayudar a otros miembros del equipo	Muestra poca iniciativa para trabajar con otros miembros	No muestra ningún tipo de iniciativa para ayudar o colaborar con otros miembros del equipo
	Tiene una actitud sociable y amable con todos los miembros del equipo	Presenta un actitud sociable	Presenta una actitud moderadamente sociable, pero le cuesta interactuar con los miembros del grupo	No parece interesarse por nadie del grupo
Progresión	El estudiante se ha adaptado al trabajo, ha demostrado aprender las técnicas hasta el punto de poder realizarlas por sí mismo	El estudiante se ha adaptado al trabajo hasta el punto de poder desarrollar las técnicas aprendidas con un mínimo de supervisión	El estudiante se ha adaptado al trabajo, aunque todavía requiere supervisión en la realización de las técnicas	La adaptación al trabajo del estudiante es deficiente, no parece haber aprendido las técnicas enseñadas

	<p>La progresión del estudiante ha sido buena, ha cumplido los objetivos de aprendizaje y mejorado significativamente en sus aptitudes para la comunicación y el desarrollo del trabajo científico desde que comenzó</p>	<p>La progresión del estudiante ha sido buena, ha cumplido los objetivos de aprendizaje y mejorado algo en sus aptitudes para la comunicación y el desarrollo del trabajo científico desde que comenzó</p>	<p>La progresión del estudiante ha sido suficiente, ha cumplido casi todos los objetivos de aprendizaje y mejorado levemente en sus aptitudes para la comunicación y el desarrollo del trabajo científico desde que comenzó</p>	<p>La progresión del estudiante ha sido baja, apenas ha cumplido los objetivos de aprendizaje y no ha mejorado sus aptitudes para la comunicación y el desarrollo del trabajo científico desde que comenzó</p>
--	--	--	---	--

Anexo 5: Captura del equipo de trabajo creado en MS Teams para el desarrollo del proyecto.



Anexo 6: Links y clips de los vídeos realizados para mostrar cómo se hace una técnica de las empleadas en el laboratorio.

- **Links de los vídeos de las técnicas:**

- Protocolo fijación crioprotección y uso del criostato:
<https://web.microsoftstream.com/video/113bf618-d37d-43b9-bb4a-121e2445f754>
- Fundamento y planificación de una IHQ:
<https://web.microsoftstream.com/video/27c68fa7-d8a4-4051-9372-c1da41c70c54>
- Protocolo de Inmunofluorescencia:
<https://web.microsoftstream.com/video/44d1a05f-8075-4795-86c3-3eb333f757e3>
- Uso del microscopio óptico:
<https://web.microsoftstream.com/video/b9d6b5c4-6f20-4801-9248-5bc8c60cfc82>

- **Links de los vídeos de los seminarios:**

- Uso del MS-Teams: <https://web.microsoftstream.com/video/416190d4-756e-44a5-88fb-a717d20f5247>
- El método científico: <https://web.microsoftstream.com/video/d27924c7-222b-4b2a-960c-e28816fc4b25>
- Citar en ciencias: <https://web.microsoftstream.com/video/afbb8329-033c-4203-aed0-bc3273c4585a>

- **Clips:**

SÍNTESIS DE ANTICUERPOS

- Aislar una proteína o parte de una proteína (que sea única) u otra molécula → **antígeno**
- Inocular ese antígeno en un animal para que su sistema inmune reaccione y genere anticuerpos específicos

Generación de anticuerpo policlonal. Imagen transformada a partir de una imagen de <https://www.labclinics.com/2018/09/07/anticuerpos-policlonales-vs-monoclonales/>

separar el suero del resto celular

Explicación previa



Y añadimos la solución antes

Desarrollo de un protocolo, ej. inmunofluorescencia



tenemos los pinceles estos para

Entrenamiento en el manejo de un aparato, ej. cortes con el criostato