

# TRABAJO FIN DE MÁSTER



## UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

### FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y DE LA COMUNICACIÓN

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación  
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y  
Enseñanzas de Idiomas

## **Aprendizaje colaborativo para alumnos del Grado Superior de Técnico de Laboratorio aplicado a la Biología Molecular**

Autor: Laura Binimelis Martín

Directora:

D<sup>a</sup> Patricia Guerrero Meseguer

Murcia, septiembre de 2018







# TRABAJO FIN DE MÁSTER



## UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

### FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y DE LA COMUNICACIÓN

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación  
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y  
Enseñanzas de Idiomas

## **Aprendizaje colaborativo para alumnos del Grado Superior de Técnico de Laboratorio aplicado a la Biología Molecular**

Autor: Laura Binimelis Martín

Directora:

D<sup>a</sup> Patricia Guerrero Meseguer

Murcia, septiembre de 2018



## ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN .....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. APRENDIZAJE COLABORATIVO Y ABPC .....	10
2.2. APRENDIZAJE PRÁCTICO FUERA DEL AULA.....	13
2.3. APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE LABORATORIOS VIRTUALES .....	15
3. OBJETIVOS .....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. METODOLOGÍA.....	17
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	18
4.2 CONTENIDOS .....	19
4.3 ACTIVIDADES .....	20
4.3.1. TEST .....	21
4.3.2. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	21
4.3.3. LABORATORIO VIRTUAL .....	23
4.3.4. PRACTICAS EN CENTROS COLABORADORES.....	23
4.3.5. INFORME DE INVESTIGACIÓN.....	24
4.4 RECURSOS.....	25
4.5 TEMPORALIZACIÓN.....	25
5. EVALUACIÓN .....	27
6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL .....	28
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
8. ANEXOS .....	31



## **1. JUSTIFICACIÓN.**

Durante el período de prácticas con los alumnos del primer curso del Grado Superior (GS) de Técnico de Laboratorio Clínico y Biomédico, he podido comprobar que se imparten gran cantidad de contenidos relacionados con las Técnicas de la Reacción en cadena de la Polimerasa (PCR) y no se aplican ninguno en el laboratorio. De hecho, se dedica aproximadamente un mes y medio a la impartición de conceptos teóricos y la realización de actividades por escrito, relacionadas con la PCR, las técnicas que se utilizan y sus aplicaciones en los distintos campos de investigación. Sin embargo, no disponen de material de laboratorio para realizar ni una sola práctica de PCR.

Por ello, propongo un proyecto innovador basado en el aprendizaje colaborativo utilizando metodologías activas de enseñanza como el aprendizaje basado en proyectos colaborativos (ABPC), el aprendizaje práctico fuera del aula en centros colaboradores y el uso de novedosos recursos digitales, como son los laboratorios virtuales, para solucionar el problema y completar su aprendizaje con la aplicación real de lo aprendido. La combinación de las metodologías empleadas se trataría de una metodología “moderna” basada en métodos orientados al trabajo en equipo a la vez del aprendizaje autónomo.

Es imprescindible que los alumnos del GS entren en contacto directo con las técnicas de la PCR y asimilen de forma constructiva los contenidos teóricos y prácticos, de hecho así lo contempla el currículo, ya que es una de las técnicas que más deberán dominar en sus futuros trabajos, por lo que el proyecto les ayudará a coger confianza porque dominarán la PCR, sabrán solucionar los problemas que se presenten en cada paso del proceso y practicarán la toma de decisiones en cada momento y el análisis lógico y crítico de los resultados obtenidos. Además, realizar este proyecto les motivará y mejorará su autoconcepto con vistas a su formación profesional.

Para llevar el proyecto a la práctica, buscaríamos la colaboración con diversos centros que dispongan de todo el material necesario para llevar a cabo la técnica de la PCR y se firmaría un convenio para que los alumnos realizaran las prácticas de forma segura y bajo las condiciones que se definan. Además, realizarían prácticas con laboratorios virtuales y pondrían en marcha su imaginación realizando un proyecto de investigación por equipos.

## **2. MARCO TEÓRICO.**

Puesto que se quiere conseguir la profesionalidad de los alumnos ante técnicas importantes de la Biología Molecular, mediante un aprendizaje colaborativo que les motive basado en metodologías activas, el marco teórico bajo el que se sustenta el proyecto innovador se dividirá en tres pilares fundamentales: aprendizaje colaborativo y ABPC, el aprendizaje fuera del aula y aprendizaje mediante el uso de laboratorios virtuales.

### **2.1. Aprendizaje colaborativo y ABPC.**

El aprendizaje colaborativo (AC) consiste en procesos intencionales de un grupo para alcanzar objetivos específicos. A diferencia del aprendizaje cooperativo, en el que se estructura el grupo dividiendo el trabajo entre los distintos componentes, el colaborativo se caracteriza por ser un proceso en el que cada participante es el responsable de una parte de la resolución del problema a investigar o resolver. Por ello, en el proyecto, se busca que los alumnos participen por igual en la investigación práctica, en la resolución de los posibles inconvenientes que se encuentren a la hora de aplicar las técnicas y analizar las muestras biológicas y, en definitiva, se busca que colaboren y aprendan entre todos a conseguir un mismo objetivo.

Otra de las definiciones de AC, según plantean Guitert y Jiménez (2000), es la de que se da cuando existe reciprocidad entre un grupo de individuos que saben o aprenden a contrastar sus distintos puntos de vista de forma que llegan a crear un proceso de construcción del conocimiento. En dicho proceso, cada participante aprende más de lo que aprendería por sí solo gracias a la interacción de los integrantes del grupo. Además, Cros (2000), defiende que trabajar de forma colaborativa implica compartir experiencias y conocimientos para conseguir un objetivo grupal. Así, plantea que el conocimiento adquirido solo se logra si el trabajo grupal se realiza colaborando y siendo el grupo el que decide cómo realizar las tareas, los procedimientos y la distribución del trabajo y responsabilidades.

Por otro lado, el objetivo de un trabajo colaborativo es adquirir un conocimiento que todos podamos utilizar y que genere una motivación en todos los integrantes de un grupo de trabajo. Si los alumnos de Biología implicados en el proyecto son capaces de crear un grupo basado en la confianza,

compromiso, comunicación, coordinación y complementariedad, conseguiremos que el aprendizaje colaborativo logre los objetivos propuestos.

Varios autores afirman que los recursos tecnológicos que ofrecen las TIC representan ventajas para el proceso de aprendizaje colaborativo puesto que permiten estimular la comunicación interpersonal, el acceso a información y contenidos del aprendizaje, el seguimiento del progreso del participante, la gestión y administración de los alumnos, y la creación de escenarios para la coevaluación y autoevaluación. Por ello, al igual que las TIC son un instrumento muy valioso para el intercambio de información y fluidez de comunicación entre distintos centros que colaboran para llevar a cabo un aprendizaje cooperativo, participativo y conjunto, entre los centros de todos los lugares del mundo (Puigvert, 2006), las prácticas reales en centros colaboradores pueden contribuir del mismo modo al tipo de aprendizaje mencionado. Es decir, con la colaboración entre centros y la realización de prácticas de laboratorio de alumnos provenientes de varios centros, se puede contribuir también a este aprendizaje con el que se consigue un intercambio cultural, superación de conflictos causados por los prejuicios ante lo desconocido, promoción de la comunicación entre los distintos alumnos y profesores, etc.

Como se indica en el artículo de “La Interculturalidad a través de las TIC”, la creación de grupos cooperativos y colaborativos en los centros hace posible la construcción de una ciudadanía intercultural (Juan José Leiva Olivencia, 2013). En nuestro caso, se trataría de grupos reales presenciales realizando prácticas de Biología Molecular, pero la finalidad de aprendizaje y desarrollo sería la misma; los alumnos del centro sin recursos para la práctica pueden aportar más conocimientos teóricos mientras que los del centro colaborador pueden aportarles más técnica y conocimientos prácticos, consiguiendo con la unión un intercambio variado de cultura, distintas experiencias y conocimientos.

Por su parte, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) muestra al estudiante el camino para la obtención de los conceptos convirtiéndolo en un sujeto activo que creará las soluciones ante las contradicciones que se encuentre. Este modelo de aprendizaje exige que el profesor sea un guía que motive a los alumnos a aprender y a conseguir la solución de las incógnitas.

Además, el ABP proporciona una experiencia que involucra al estudiante en un proyecto complejo mediante el cual desarrollará sus capacidades, habilidades, actitudes y valores, acercándose a una realidad concreta realizando un proyecto de trabajo con el resto de componentes del equipo que serán personas con perfiles distintos, ya que las diferentes personalidades permitirán el intercambio de saberes y los preparará para trabajar en un ambiente y economía cambiante (Maldonado, 2008).

Cabe mencionar que las estrategias de instrucción basadas en proyectos tienen sus raíces en la aproximación constructivista que evolucionó a partir de los trabajos de psicólogos y educadores tales como Lev Vygostky, Jerome Bruner, Jean Piaget y John Dewey. A diferencia del constructivismo, con el ABP aprenden construyendo ideas nuevas basadas en sus conocimientos previos mediante la realización de proyectos que tengan aplicación en el mundo real, fuera del aula. Rojas (2005), por su parte, menciona que los principales beneficios del ABP son que prepara a los estudiantes para sus futuros puestos de trabajo, aumenta la motivación en ellos, crea la conexión entre aprendizaje-escuela-realidad, ofrece oportunidades de colaboración para construir conocimiento, aumenta sus habilidades sociales y de comunicación, desarrolla las habilidades para la solución de problemas, les ofrece oportunidades para contribuir en la escuela y mejora el autoconcepto.

El trabajo colaborativo utilizando el ABP mejora exponencialmente la motivación y aprendizaje de los alumnos, ya que requiere una participación activa de los estudiantes y los involucra en problemas de investigación auténticos (Maldonado, 2008). Por ello, se puede decir que con el ABP se estimula el AC y, con lo cual, el Aprendizaje Basado en Proyectos Colaborativos (ABPC) es más que el simple trabajo en equipo.

Figarella (2004), plantea que el ABPC consta de proyectos distintos al resto de los proyectos incluidos en metodologías de EA por los motivos siguientes:

- Deben estar centrados en el estudiante y dirigidos por éste.
- El contenido debe ser significativo para los estudiantes.
- Contienen problemas del mundo real.

- Están centrados en investigaciones de primera mano, sensibles a la cultura local, que conectan el ámbito académico con la vida y competencias laborales.
- Propician oportunidades de retroalimentación y evaluación por parte de expertos.
- Promueven la reflexión y autoevaluación por parte del estudiante.

El ABPC estimula tanto aspectos cognitivos como éticos y afectivos, lo que permite enseñar mediante una pedagogía activa y los estudiantes se convierten en investigadores aprendiendo y generando ideas. Los proyectos del ABPC permiten poner en práctica el aprendizaje colaborativo, la organización de grupos, la integración de recursos disponibles, una evaluación distinta, la interacción legítima entre estudiantes en las actividades curriculares incorporando las buenas experiencias educativas que hasta el momento han sido propias de las actividades extracurriculares.

Vélez (1998) defiende que estimulando el trabajo colaborativo mediante el ABP se busca facilitar el funcionamiento de los nuevos ambientes de aprendizaje, posibilitando el desarrollo de la creatividad y del autoestima, y recuperando la percepción del mundo, el respeto por la variedad, los valores culturales, la democratización y la solidaridad.

Hoy en día la integración del ABP en el currículo no es un acontecimiento innovador puesto que la gran mayoría de docentes lo utilizan como estrategia de EA. Sin embargo, el matiz innovador del presente proyecto sería la combinación del ABP con el aprendizaje colaborativo y la realización de prácticas fuera del aula relacionadas con los proyectos realizados por los grupos de alumnos. De este modo, conseguiríamos motivarles a realizar el proyecto para que puedan desenvolverse con facilidad en los otros centros realizando la PCR y estimular su participación con el resto de alumnos.

## **2.2. Aprendizaje práctico fuera del aula: salidas a otros centros.**

Sánchez y Galvis (2016) afirmaron que cuando el alumno sale del centro, se dispone a interactuar con situaciones reales, dónde "La creatividad y la observación hacen más accesible la apropiación de conocimiento y su estructuración".

Molina (2007) defiende que al salir del centro educativo pueden encontrarse herramientas que estimulen la imaginación y el carácter de una persona, localizando a los estudiantes en situaciones muy diferentes a las que experimentan en el día a día escolar. Además, "Aprenden más fácilmente sobre su herencia cultural, técnica y artística".

Por su parte, González (2010) expone que sacar a los alumnos de las aulas supone un contacto directo con la realidad y un plus de motivación, concluyendo que las salidas pueden ser "un gran puente entre la vida escolar y la vida cultural de la comunidad". Además, afirma que visitar empresas o centros externos colaboradores situará a los alumnos frente a situaciones reales, hecho que permite al estudiante aplicar la teoría aprendida en clase.

A parte de resultar novedoso y reconfortante para el alumno, una visita a un centro de investigación o un centro educativo con laboratorios y recursos ampliados, en el que se llevan a cabo prácticas diferentes, supondrá un gran impacto para el estudiante. Hernández (2002) afirmó que "A menudo y en general, se aprende e interioriza más a partir de las piernas que del cerebro".

En conclusión, según estos autores es evidente que es posible aprender fuera del centro educativo, estimulando así competencias clave en el desarrollo del alumno en el proceso de EA. Sin embargo, otros autores puntualizan que la importancia de las prácticas de laboratorio en el proceso de EA de la ciencia es crucial por su efecto motivador y porque familiarizan a los estudiantes con la metodología científica y promueven el aprendizaje de conceptos científicos, pero que puede dejar de serlo cuando las actividades y procesos que se llevan a cabo en las prácticas de laboratorio son tal y como los textos lo proponen y son las que se desarrollan en la mayor parte de los centros educativos (M<sup>a</sup> Félix Bastida de la Calle y colaboradores, 1990).

En la revisión realizada por los profesores de ciencias M<sup>a</sup> Félix Bastida de la Calle, Francisco Ramos Fernández y Julio Soto López (1990), se concluye que para que las prácticas de laboratorio tengan un papel motivador para los alumnos de Biología deberán dejar de centrarse en la mera ilustración, demostración y verificación de los conceptos, leyes o fenómenos ya explicados en las clases magistrales. Así mismo, para que las prácticas consigan el objetivo de familiarización de los estudiantes con la metodología científica, deberán dejar de estar inspiradas en los libros de texto, puesto que estas

prácticas no son la expresión del método científico y los alumnos solo adquieren la imagen de una ciencia empirista en la que los modelos conceptuales no tienen un papel determinante y en la que se atribuye a la experimentación (manipulación de vidrio, organismos y reactivos) una importancia trascendental a la hora de aprender, restando importancia y relevancia a los procesos de desarrollo y reformulación conceptual. En definitiva, en el estudio de Biología de estos profesores de ciencias, se afirma que las prácticas en los laboratorios pueden resultar una inversión poco rentable cuando los profesores basan las prácticas en la simple reproducción de las actividades y procesos descritos en los libros de texto o protocolos de prácticas estandarizadas, limitando la creatividad y motivación del alumno, eliminando cualquier tipo de estimulación al no hacer sus propias hipótesis, búsqueda de muestras y recursos, etc.

Por todo ello, en el proyecto de este TFM se propone que los alumnos lleven a cabo sus propias investigaciones y comprobación de hipótesis mediante la PCR de centros externos o empresas colaboradoras, adaptándose al muestreo y kits de comercialización de los que se dispongan, y dejando paso a la motivación y estimulación total del alumno en dicha investigación.

### **2.3. Aprendizaje mediante el uso de laboratorios virtuales.**

Otro punto importante del proyecto sería el de que los alumnos puedan realizar simulaciones de las prácticas mediante laboratorios virtuales que el centro pueda costear o tener acceso para que los alumnos puedan practicar e investigar tanto desde el centro como desde cualquier lugar a través de su usuario en la plataforma virtual. A continuación se exponen los trabajos de algunos autores que han propuesto ya el aprendizaje mediante dichos laboratorios.

Actualmente, los recursos y espacios de los laboratorios tradicionales (LT) son restringidos y requieren la presencia física del estudiante y supervisión del docente. Una gran solución a este problema es la aplicación en la docencia de los laboratorios virtuales (LV) y remotos (LR). El LV acerca y facilita la realización de experiencias a un mayor número de alumnos, aunque alumno y laboratorio no coincidan en el espacio. Además, permite simular fenómenos y modelos físicos, conceptos abstractos, mundos hipotéticos, controlar la escala

de tiempo, etc., ocultando el modelo matemático y mostrando el fenómeno simulado de forma interactiva. La creciente complejidad de las actividades en el LT y el desarrollo de las TIC y la computación, han hecho que los LV evolucionen, transformándose en laboratorios remotos (LR), donde el alumno utiliza y controla los recursos del laboratorio, a través de una red local (Intranet) o bien a través de Internet.

L. Rosado y J.R. Herrero (2005), informan de las aportaciones didácticas de los LV y LR en la enseñanza de la Física y de la multitud de ventajas que presentan dichas aportaciones. Por un lado, defienden que los LV acercan y facilitan a un gran número de alumnos a la realización experimental aunque laboratorio-alumno no coincidan en el espacio, con lo que se flexibiliza el horario de prácticas y se evita la saturación en el LT; reducen el coste del montaje y mantenimiento de los LT; son una herramienta de autoaprendizaje para los alumnos que aprenden mediante prueba y error sin miedo a provocar un accidente ni sentir vergüenza por equivocarse y pueden encontrar multitud de simulaciones de procesos físicos y biológicos en forma de Java y/o Flash. Algunos inconvenientes de los LV serían el no poder sustituir la experiencia práctica tan enriquecedora del LT, el que el alumno se comporte como mero espectador y que no utiliza elementos reales por no disponer siempre de la simulación adecuada para el tema que el profesor desea trabajar.

Por otro lado, los LR son una “evolución” de los LV y se trata de sistemas basados en instrumentación real de laboratorio (no prácticas simuladas) que permiten al estudiante realizar actividades prácticas de forma local o remota, transfiriendo la información entre proceso y el estudiante de manera uni o bidireccional. Los LR son una innovación en el campo de la educación y habrá que prestar atención tanto a su diseño como al estudio de las ventajas e inconvenientes, desde el punto de vista didáctico. Algunas ventajas estudiadas sobre los LR son el aprovechamiento de los recursos materiales del LT, la oferta horaria para la formación del alumno y que el alumno no necesita disponer del software de simulación (L. Rosado y J.R. Herrero, 2005).

Finalmente, cabe mencionar la revisión de Javier García Zubía (2004) en la que explica los beneficios de las WebLab que ofrece servicios y prácticas de laboratorio a través de Internet, con lo cual se pueden realizar más prácticas

por alumno con menor coste. Las ventajas más importantes estudiadas en alumnos y profesores con el uso de WebLab en el proceso de EA son:

- Facilitan el proceso de aprendizaje del alumno, sintiéndose más motivados cuando controlan las prácticas según sus iniciativas.
- Los estudiantes pueden planificar su programa de prácticas en el tiempo y llevan a cabo un aprendizaje autónomo y autosuficiente.
- Los docentes contactan con los estudiantes de forma autónoma. Además, pueden incluir ejemplos en sus clases teóricas, reduciendo el número de casos prácticos y controlando el sistema de forma remota.

### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1. Objetivo general (OG).**

Conseguir que los alumnos del primer curso del GS de Técnico de Laboratorio Clínico y Biomédico sean capaces de realizar una PCR convencional de forma autónoma para poder desenvolverse con facilidad en sus vidas profesionales.

#### **3.2. Objetivos específicos (OE).**

- Implementar prácticas de laboratorio reales en el campo de la Biología Molecular gracias al convenio con centros colaboradores de Mallorca (OE1).
- Introducir el aprendizaje colaborativo en el aula a través de metodologías activas como las ABPC y el uso de laboratorios virtuales (OE2).
- Desarrollar la motivación y la capacidad emprendedora en los alumnos hacia una búsqueda y producción del conocimiento (OE3).
- Fomentar la habilidad investigadora en el alumno (OE4).
- Generar en los alumnos de Biología la habilidad referente al manejo del instrumental de laboratorio, a los programas informáticos para el estudio de los resultados, a la capacidad de trabajar en equipo y de comunicarse con expertos de otras áreas (OE5).

### **4. METODOLOGÍA.**

Para alcanzar los objetivos del proyecto se llevarán a cabo tres etapas bien diferenciadas. En la primera, los alumnos realizarán un proyecto de

investigación por grupos, sobre una investigación que llevarían a cabo con la PCR. En la segunda, recibirán un usuario a través del cual podrán realizar prácticas de la PCR en un laboratorio virtual confeccionado por el centro. Finalmente, en la tercera etapa, visitarán varios centros externos colaboradores en los que realizarán prácticas con la PCR de forma presencial. Todo ello, intercalando la participación del profesor, que en ocasiones actuará como mero observador y en otras como orientador, de manera que conseguiremos que los alumnos sigan un método activo de aprendizaje en este proyecto innovador en el que realizarán actividades de distinta índole continuamente.

Según la clasificación de metodologías para formar en competencias por modalidad de Mario de Miguel y colaboradores (2006), la metodología principal utilizada en el proyecto sería la “modalidad presencial” en la que se combinarían clases prácticas junto con la modalidad de “prácticas externas”, ya que se realizarán fuera del centro y cuyo objetivo es mostrar a los alumnos cómo actuar a la hora de llevar a cabo una investigación con la PCR y cómo lograr un aprendizaje profesional en contextos laborales.

Finalmente, en cuanto a los métodos relacionados con el trabajo del alumno, se podría decir que el proyecto defiende un método mixto de trabajo porque plantea actividades socializadas e individuales. Las primeras, a la hora de realizar las prácticas de laboratorio por pequeños grupos de trabajo, con lo cual deberán formar un equipo y ponerse de acuerdo en cuanto a funciones de cada uno. Las segundas, serán las que deberán realizar a la hora de entregar los informes que el profesor propondrá para obtener un *feedback* acerca de lo aprendido durante la práctica y durante la realización del proyecto en general.

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

Como hemos mencionado antes, el proyecto basado en un aprendizaje colaborativo se llevará a cabo en 3 etapas y durará 15 horas en total:

- 1) Realización de un proyecto de investigación por equipos para que los alumnos planteen una investigación que utilice la PCR, hipótesis de las causas-efectos y conclusiones esperadas tras la realización de la PCR. Con el ABPC conseguiremos que los alumnos adquieran conocimientos sobre la Biología Molecular actual, desarrollen sus habilidades en

investigación y cojan confianza para realizar las prácticas de la PCR fuera del aula.

- 2) Práctica virtual de la PCR mediante un LV y un usuario particular en la plataforma. Tras la realización del proyecto de investigación y la simulación en el LV, los alumnos estarán preparados para llevar a cabo la práctica de forma presencial en el centro colaborativo.
- 3) Realización de la práctica de la PCR convencional en centros externos. Esta propuesta pretende solucionar un gran problema que es el de que hay pocas instituciones que dispongan del material necesario para realizar la técnica, por lo que interesa que los pocos centros que disponen del material puedan colaborar y compartir la oportunidad de aprender dichas técnicas facilitando la inserción de profesionales en el mundo laboral. Con lo cual, en primer lugar, para conseguir el objetivo inicial habría que llevar a cabo una búsqueda minuciosa de todas las posibles instituciones colaboradoras con el proyecto que existan en Mallorca y, en segundo lugar, en el caso de que las instituciones mencionadas aceptasen colaborar, se diseñaría un convenio para poder concretar y corroborar su participación con nuestro centro. Una vez llegados a este punto, sabiendo la colaboración de la que disponemos, se proseguiría con el desarrollo de un plan de trabajo en el que se describiría cómo se llevarían a cabo las prácticas en dichos centros (horarios, grupos de alumnos, prácticas a realizar con la PCR, etc.).

#### **4.2. CONTENIDOS.**

Siguiendo la Orden ECD/1541/2015, de 21 de julio, por la que se establece el currículo del ciclo formativo del GS correspondiente al título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico (BOE núm. 180, Miércoles 29 de julio de 2015), el proyecto tendría lugar en el segundo trimestre en el Módulo Profesional de Biología Molecular y Citogenética, en la impartición de la unidad didáctica de la PCR.

Gracias a este proyecto innovador se llevaría a cabo la aplicación real de las técnicas de la PCR en Biología Molecular, como debería de realizarse según el Real Decreto 771/2014, de 12 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico y se fijan sus

enseñanzas mínimas (BOE núm.241, Sábado 4 de octubre 2014), y que por motivos económicos no se lleva a cabo en casi ningún centro educativo donde se realizan la enseñanza de FP de GS de Técnico de Laboratorio en Mallorca. De hecho, según los contenidos básicos que se deben llevar a cabo en la asignatura de Biología Molecular del GS que engloba el RD mencionado, los alumnos del GS deben haber aplicado las siguientes técnicas de PCR y electroforesis para el estudio de los ácidos nucleicos: técnicas de PCR y variantes; técnicas de electroforesis en gel; técnicas de visualización de fragmentos e interpretación de resultados y aplicaciones diagnósticas y forenses de las técnicas de PCR.

Los contenidos específicos relativos a la PCR dentro de la asignatura de Biología Molecular y Citogenética se llevan a cabo durante 6 semanas del segundo trimestre, de las cuales 3 consistirán en clases magistrales y las 3 semanas restantes en la realización del proyecto práctico que se presenta. Por ello, los alumnos habrán adquirido unos contenidos previos relacionados con otras asignaturas, unos contenidos previos relativos al Módulo Profesional y los contenidos específicos de las clases magistrales referentes a la unidad didáctica de la PCR, necesarios para cumplir los objetivos del proyecto innovador.

#### **4.3. ACTIVIDADES.**

Tras las clases magistrales donde se explica toda la teoría de la unidad didáctica de la PCR y los contenidos básicos mencionados, además de realizar actividades por escrito para practicar y organizar la información que los alumnos reciben, se dará paso a las actividades que dan sustento a este proyecto y que se realizarán en las tres semanas últimas de las que disponemos para terminar con la unidad didáctica.

En resumen, en concordancia con la distribución de las sesiones que se expone en el apartado 4.5, las actividades en las que consiste este proyecto serán las siguientes:

- Test mediante la plataforma virtual para refrescar los contenidos explicados y “evaluar” al alumno en lo que se refiere al nivel de conocimiento que tiene cada uno sobre la PCR.

- Proyecto de Investigación que realizarán por grupos y entregarán al profesor para que pueda analizar la capacidad que tienen los alumnos de realizar un proyecto de investigación que llevarán a cabo de forma práctica y real.
- Práctica o simulación de PCR a través del laboratorio virtual.
- Prácticas reales en dos centros colaboradores y elaboración de un informe de investigación. Se utilizará un pizarrón de mensajes o foro mediante la plataforma virtual de los centros para que todos los alumnos participantes en la experiencia puedan aportar algo en este aprendizaje colaborativo: comentarán tras la práctica lo que han experimentado, las ideas y conclusiones que han podido extraer, las dudas que han tenido etc.

#### **4.3.1. Test.**

Tras las clases magistrales el profesor colgará un test en la plataforma virtual del centro a la que todos tienen acceso de forma privada con un usuario personalizado. El test constará de preguntas que recopilarán todos los contenidos del temario explicado, y de las actividades realizadas, con el objetivo de poder evaluar y analizar el conocimiento de cada alumno sobre la unidad didáctica y si están preparados para seguir con el proyecto o necesitan algún tipo de refuerzo como podrían ser tutorías individualizadas, para poder llevar a cabo el proyecto con éxito basándonos en conseguir un aprendizaje significativo. Ocupará la primera sesión del proyecto y consistirá en preguntas con un sistema de respuestas variado: se combinarán respuestas de verdadero o falso con un sistema de respuestas múltiple de las que solo una es correcta.

#### **4.3.2. Proyecto de Investigación.**

La segunda y tercera sesión (de dos horas cada una), irán destinadas a la realización de un proyecto de investigación por equipos. El profesor llevará a cabo la formación de los grupos o equipos, de 4 a 5 personas, de manera que estos serán lo más heterogéneos posible. De este modo, conseguiremos que todos interactúen con sus “iguales” independientemente de la afinidad o complicidad. Además, cabe mencionar que dentro del equipo los alumnos se pondrán de acuerdo continuamente para alcanzar los objetivos propuestos y la creación del proyecto, ya que se trata de un aprendizaje colaborativo a diferencia del cooperativo en el que se suelen dividir los participantes por roles.

El proyecto que realizarán estará relacionado con una investigación que ellos mismos elijan sobre cualquier campo de la ciencia con la condición de que se pueda llevar a cabo mediante la PCR, ya sea en un laboratorio clínico, alimentario, forense, etc. Así, los alumnos se motivarán imaginando y eligiendo una investigación que llevarían a cabo en la vida real y compartirán ideas e inquietudes entre el resto de participantes del equipo. Además, el proyecto que realicen deberá seguir la estructura estándar de un proyecto de investigación:

- Título: deberán elegir un título preciso y completo, que recoja el contenido y propósito del estudio con unas pocas palabras clave.
- Resumen: realizarán un texto breve en el que indicarán los datos más relevantes del proyecto que han decidido realizar.
- Introducción: los alumnos de Biología tratarán de explicar la finalidad del proyecto, los antecedentes y el estado actual de los conocimientos científico-técnicos, incluyendo las referencias bibliográficas más relevantes. Para que les pueda cundir el tiempo que tienen en clase para hacer el proyecto, todos dispondrán de un ordenador portátil proporcionado por el centro. De este modo, podrán ponerse de acuerdo y extraerán información al menos de un artículo o revisión cada uno.
- Objetivos: explicarán qué problema “real” quieren resolver con el proyecto. Los objetivos serán comunes entre ellos y el planteamiento y resolución del problema real han de converger en el tiempo. Por un lado, definirán el objetivo principal con precisión y la metodología que emplearán para conseguirlo, además de la hipótesis de partida que sustenta la investigación. Por otro lado, enumerarán los objetivos específicos por orden de importancia.
- Equipo de Investigación: indicarán los integrantes del equipo de trabajo y la función principal de cada uno en el proyecto.
- Metodología y plan de trabajo: definirán las tareas y plan de trabajo que llevarían a cabo con su proyecto.
- Plan de difusión y divulgación de resultados.
- Presupuesto y Curriculum Vitae. Puesto que no se trata de un proyecto real y no disponen del tiempo necesario para hacer un proyecto muy completo, se les explicará la existencia de este apartado pero no deberán cumplimentarlo.

Finalmente, entregarán el proyecto al profesor, vía online o por escrito en papel, según lo prefieran los integrantes del equipo.

#### **4.3.3. Laboratorio virtual.**

La práctica de la PCR a través de un laboratorio virtual concedido por el centro se llevará a cabo en la sesión 4 y durará una hora. Todos los alumnos dispondrán del portátil y el usuario para acceder al laboratorio virtual. Este, será de calidad y fiable y se habrá conseguido un convenio entre el centro y el LV, ya sea de pago o gratuito.

La práctica se visualizará en primera instancia entre todos los alumnos y el profesor, ya que éste explicará cómo se accede, cómo se utiliza y en qué consiste la práctica. Una vez comentada la práctica y los pasos a seguir, los alumnos practicarán las veces que quieran y tendrán a su disponibilidad la ayuda del profesor. Un ejemplo de práctica simple de la PCR se puede mostrar en el siguiente enlace: <http://learn.genetics.utah.edu/content/labs/pcr/> .

#### **4.3.4. Prácticas en centros colaboradores.**

Finalmente, y lo más importante e innovador del proyecto, serán la realización de prácticas reales de la PCR en centros colaboradores. Se proponen dos prácticas en centros externos: la primera en un centro educativo y la segunda en un centro de investigación o una empresa que utilice esta técnica de Biología Molecular para sus investigaciones y/o labores.

En primer lugar nuestro centro educativo deberá realizar dos convenios con dichos centros externos para que todos los alumnos tengan cabida de forma segura y controlada. En segundo lugar, se planificarán las prácticas de la siguiente manera:

- **Práctica 1**, en el centro educativo externo (5ª sesión de 6 h).

Los alumnos se desplazarán al centro educativo colaborador y, una vez allí, los profesores responsables de cada centro les explicarán en qué consistirá la práctica y la división por grupos. Lo ideal es que se hicieran dos grandes grupos formados por alumnos de ambos centros elegidos aleatoriamente.

La realización de la práctica durará aproximadamente 5 horas y se divide en 3 partes: preparación de la mezcla de reacción, reacción de la PCR en el termociclador y análisis de los resultados de la amplificación mediante una electroforesis en gel. Para agilizar la realización de la práctica, se propone que

los alumnos identifiquen la presencia de un parásito en el ADN de un animal mediante kits de reactivos y muestras ya comercializados.

Al llevar a cabo la práctica en 6 horas, la organización por parte de los docentes deberá estar muy controlada: la mezcla de reacción la realizará un grupo detrás del otro. A continuación, ambos grupos se unirán para introducir las mezclas de reacción en el termociclador (se escogerán 3 o 4) y preparar la electroforesis en gel para el posterior análisis de resultados mientras el termociclador trabaja automáticamente.

➤ **Práctica 2**, en el centro o empresa de investigación (6ª sesión, 3h).

Antes de comenzar la práctica, sería interesante visitar la empresa y conocer los sectores y funciones establecidas. Una vez se hayan presentado los encargados del laboratorio de la empresa y hayan mostrado a los alumnos sus tareas, se dará paso a la realización de la práctica: llevar a cabo una PCR a tiempo real para identificar y cuantificar la presencia de *Brettanomyces* en muestras de vino contaminado.

En esta práctica los alumnos se dividirán por parejas puesto que solo estarán los del centro y los encargados del laboratorio de la empresa, mientras que el docente será un mero observador en esta experiencia. Esta sesión será un acontecimiento innovador puesto que podrán realizar una PCR-*real time* que se trata de un tipo de PCR más actual, la cual no necesita electroforesis para analizar los resultados puesto que el termociclador cuantifica directamente la presencia del ADN invasor en el ADN muestra. Gracias a ello, se necesitará menos tiempo para completar la sesión cumpliendo los objetivos y aprenderán *in situ* a emplear una técnica de la PCR actual que está sustituyendo a la PCR tradicional por su eficacia en cuanto a tiempo y especificidad de resultados.

#### **4.3.5. Informe de Investigación.**

Finalmente, se pedirá a los alumnos que realicen un informe de investigación por parejas o por grupos de 3, con el objetivo de que ordenen las ideas y conocimientos adquiridos tras la realización de las prácticas. El informe lo realizarán fuera del horario curricular, ya que no se dispone de más tiempo para dedicarlo a la unidad didáctica de la PCR. Lo podrán completar utilizando ideas y opiniones que hayan compartido con otros alumnos, tanto del mismo centro como del centro colaborador con los que hicieron la primera práctica, a través de un pizarrón o foro cuyo acceso será proporcionado por el docente. El

grupo de alumnos podrá elegir la práctica 1 o la 2 para completar el informe y seguirán la siguiente estructura: portada, índice, resumen, introducción, objetivos e hipótesis, marco teórico, metodología, resultados, discusión, conclusión y bibliografía. Para la entrega del informe, tendrán un plazo asignado y podrán hacerlo vía online o por escrito en papel.

#### 4.4. RECURSOS.

En la tabla 1 se muestran los recursos materiales y didácticos necesarios para la realización de las actividades del proyecto innovador aplicado a Biología Molecular.

**Tabla 1.** *Relación entre actividades del proyecto y recursos necesarios.*

<b>Actividades</b>	<b>Recursos materiales y didácticos</b>
Clases magistrales	Aula, libros de texto, pizarra, bolígrafos, ordenadores y proyector
Test	Ordenadores e Internet
Proyecto de Investigación	Ordenadores, conexión a Internet, libros de texto, bolígrafos, etc.
Práctica mediante Laboratorio virtual	Ordenadores, Internet y usuarios
Prácticas en centros colaboradores	Batas y todo el material necesario para realizar la práctica (desde guantes y $\mu$ cropipetas, hasta kits de reactivos, termociclador, etc.)
Informe de Investigación	Ordenadores, cuadernos, bolígrafos, acceso al foro e Internet

#### 4.5. TEMPORALIZACIÓN.

Puesto que según el RD 771/2014, de 12 de septiembre, las horas destinadas al Módulo Profesional de Biología Molecular son 5 semanales y la unidad didáctica se da en 6 semanas, dividiremos el proyecto de la siguiente manera (véase tabla 2): 3 semanas para las clases magistrales y 3 semanas para el proyecto innovador (3 sesiones en la primera semana, dos sesiones en la segunda y una en la tercera).

**Tabla 2.** Cronograma del proyecto innovador aplicado a la Biología Molecular y competencias perseguidas.

Sesiones	Actividades	Competencias
Sesión 1 (1h)	<b>Test</b> previo para evaluar y analizar los conocimientos sobre la PCR de los alumnos de Biología Molecular. Al mismo tiempo, podrán repasar y ordenar sus ideas y conocimientos sobre el tema y autoevaluarse.	Competencia científica y digital
Sesión 2 (2h)	<b>Proyecto de Investigación.</b> Los alumnos aprenderán a elaborar un proyecto lo más cercano a la realidad, basado en un aprendizaje colaborativo entre los participantes del equipo y motivados por cumplir unos objetivos con la libertad de expresar y exponer sus ideas, manteniendo la alfabetización científica.	Competencia científica, social, personal y digital
Sesión 3 (2h)	<b>Proyecto de Investigación.</b> Los alumnos terminarán el Proyecto y lo entregarán vía online o por escrito al profesor, que mantendrá el papel de observador y guía durante las 3 sesiones mencionadas.	Competencia científica, social, personal y digital
Sesión 4 (1h)	<b>Práctica de la PCR mediante laboratorio virtual.</b> Realizarán la práctica, de forma individual, obteniendo explicaciones y demostraciones previas por parte del profesor. De este modo, practicarán la realización de la PCR y obtendrán una imagen más visual y real de lo que han aprendido hasta el momento.	Competencia digital y científica
Sesión 5 (6h)	<b>Práctica en centro educativo colaborador.</b> Aprenderán mediante un AC entre alumnos de varios centros a realizar una práctica de investigación conocida en Biología Molecular (detección de un parásito en ADN muestra de	Competencia científica, social, personal y profesional

	un animal). El docente guiará y participará en la práctica.	
Sesión 6 (3h)	<b>Práctica en empresa colaboradora.</b> Los alumnos valorarán y compararán una práctica en empresa con la práctica de un centro educativo. Tratarán y colaborarán con biólogos en la investigación y realización de la PCR y obtendrán una visión más real de su posible futuro profesional.	Competencia científica, social, personal y profesional

## 5. EVALUACIÓN.

Se llevará a cabo una evaluación continua e individualizada, configurada por tres fases:

- Inicial: el test de la primera sesión servirá para que los alumnos muestren los conocimientos y el grado de preparación que tienen sobre el tema. De este modo, el profesor podrá valorar el nivel y conocimientos previos de cada alumno, y reforzar, en caso de que sea necesario, con tutorías o ejercicios, los contenidos que sean necesarios.
- Formativa: la misma realización de las prácticas será una forma de evaluación supervisada, se analizarán multitud de factores de cada alumno a medida que vayan realizando las prácticas como son la participación, la motivación, la creatividad, la colaboración entre compañeros, la alfabetización científica y la capacidad crítica, la habilidad de resolver los problemas, etc.
- Sumativa: al final del proyecto, todas las actividades realizadas serán un motivo de evaluación para poder premiar y/ o ayudar al alumno según haya alcanzado o no los objetivos del proyecto. Cada actividad tendrá un valor en cuanto a porcentajes de la nota de la unidad didáctica, pero lo que más valor tendrá es que hayan aprendido mediante el aprendizaje colaborativo y que participen en el proyecto.

Para conocer si los objetivos se han cumplido con el desarrollo de las actividades (véase tabla 3) y si el proyecto ha tenido resultados positivos y productivos para los alumnos de Biología Molecular, se evaluarán las

actividades atendiendo a un sistema de evaluación por rúbrica (anexo I), que valorará las actitudes del alumnado en clase, el desempeño del protocolo de prácticas y adquisición de habilidades y destrezas respecto a los contenidos y realización de las actividades, además de evaluar la validez y viabilidad del proyecto. Por su parte, el profesor deberá guiar, orientar e interesarse continuamente por los alumnos durante todo el proceso del proyecto. Finalmente, también se pedirá a los alumnos que cumplimenten un cuestionario (anexo II) vía anónima y online para obtener un *feedback* y poder valorar la efectividad y productividad del proyecto bajo la opinión y perspectiva de estos.

**Tabla 3.** *Relación entre objetivos y actividades para conseguirlos.*

<b>Actividades</b>	<b>OG</b>	<b>OE1</b>	<b>OE2</b>	<b>OE3</b>	<b>OE4</b>	<b>OE5</b>
Test						
Proyecto de Investigación	X		X	X	X	X
Laboratorio virtual	X		X	X	X	X
Prácticas en centros colaboradores	X	X	X	X	X	X
Informe de Prácticas					X	

## **6. REFLEXIÓN Y VALORACIÓN FINAL.**

Las salidas a centros externos y empresas para la realización de una práctica que se exige en el currículo pero que no se cumple en el proceso de EA real, considero que son los puntos fuertes del proyecto a la vez que el carácter innovador que lo fundamenta. Que los alumnos del GS puedan realizar prácticas de laboratorio con la PCR les servirá para sus futuros profesionales y aumentar su autoestima a la hora de empezar una nueva etapa en el mundo laboral.

En cuanto a la viabilidad del proyecto, he de decir que es totalmente posible si se consigue la colaboración entre centros y se trabaja en la organización de las prácticas y del tiempo. No es un trabajo fácil, pero sí necesario para mejorar y conseguir que los alumnos cumplan los objetivos que

proponemos. Si los docentes no se sacrifican en mejorar e innovar en cuanto a las técnicas y metodologías de aprendizaje, difícilmente conseguirán que los alumnos cumplan las expectativas que se les exigen.

La utilidad del proyecto se centraría en los alumnos del GS de Técnico de Laboratorio pero, a su vez, involucraría y sería ventajoso para todas las instituciones que buscasen una colaboración o un intercambio de favores y saberes entre los responsables de la educación y enseñanza de los alumnos.

Por último, he de decir que la elaboración del TFM me ha servido para reflexionar sobre la importancia y responsabilidad que debemos asumir como docentes. Además, he podido comprobar e investigar sobre la cantidad de frentes abiertos que existen en el mundo de la enseñanza, los proyectos y metodologías que se quieren llevar a cabo o que se comienzan a implementar, y la necesidad que tiene este sector de cambiar y actualizarse para mejorar y adaptar la enseñanza a la vida actual. Sin duda, la docencia necesita gente emprendedora con ganas de cambiar el sistema y centrarse verdaderamente en el bienestar y aprendizaje del alumno.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

- Bastida de la Calle, M.F., Ramos Fernández, F. y Soto López, J. (1990). Análisis estructural de las prácticas de laboratorio de Biología, CIDE. Prácticas de laboratorio: ¿Una inversión poco rentable?, Investigación e Innovación Educativa. Investigación en la Escuela, nº 11.
- Costa, J. (2004). Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) a tiempo real. *Servicio de Microbiología. Hospital Clínic i Provincial*, 22(5), 299-305.
- Fortea Bagán, M.A. (2009). Metodologías didácticas para la E/A de competencias. Unitat de Suport Educatiu (USE). Universitat Jaume I. Recuperado de [file:///C:/Users/juan/Downloads/Metodologias didacticas E-A competencias FORTEA .pdf](file:///C:/Users/juan/Downloads/Metodologias%20didacticas%20E-A%20competencias%20FORTEA.pdf)
- Gómez-Aguado, F., Lorenzo, M<sup>a</sup>.I., Simón, F. y Hernández, B. (2015). Las técnicas de PCR. F. Gómez-Aguado, M<sup>a</sup>I. Lorenzo y B. Hernández, *Biología Molecular y Citogenética* (pp.135-155). Barcelona: Altamar.

- González Gavira, J.M. (2010). Las vistas a empresas como elemento didáctico para la materia de Economía de la Empresa. Recuperado de: [http://www.eduinnova.es/mar2010/visitas\\_empresa.pdf](http://www.eduinnova.es/mar2010/visitas_empresa.pdf)
- Inmaculada, L. (2012). Genética: técnica PCR. Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=DZ7uNG9dy0E>
- Javier García, Z. (2004). Laboratorio Weblab Aplicado a la lógica programable. Weblab PLD.Facultad de Ingeniería, ESIDE. Universidad de Deusto.
- Laboratorio N°7: *Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)*. Biología celular y Molecular. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Leiva, J.J. (Abril 2013). La interculturalidad a través de las TIC: Un proceso de aprendizaje en red. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM)*. Año 9(25). Recuperado de <http://www.pangea.org./dim/revista25>
- Maldonado Pérez, M. (2008), APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS COLABORATIVOS. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, 14(28), 158-180.
- Métodos de aprendizaje utilizados en el aula. Recuperado de <https://es.slideshare.net/NITRONITRA/contenido-metodologa-de-aprendizaje-en-el-aula>
- Rosado, L. y Herreros, J. R. (2005). Recent Research Developments in Learning Technologies. *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física*. International Conference on Multimedia and ICT in Education, 2009. Lisbon, Portugal.

## 8. ANEXOS.

### ANEXO I: Rúbrica para evaluar al alumno en cuanto a las actividades.

CRITERIOS	ESCALA DE CALIFICACIÓN			
	Excelente	Notable	Suficiente	Insuficiente
<b>Trabajo autónomo</b>	Ha participado en todas las sesiones y ha entregado todas las tareas con calidad	Ha participado en todas las sesiones y ha entregado el 90% de las tareas con calidad	Ha participado en todas las sesiones y ha entregado el 50% de las tareas	No ha participado en todas las sesiones del proyecto
<b>Trabajo en equipo</b>	Ha colaborado en el aprendizaje y en la realización de las tareas en equipo con iniciativa, habilidades de liderazgo y de saber escuchar y entender las opiniones y aportaciones de los demás	Ha colaborado en el aprendizaje y en las tareas en equipo, tiene iniciativa, habilidad de liderazgo y de comprensión de manera parcial	Ha colaborado en el aprendizaje y en las tareas en equipo pero le falta iniciativa o capacidad de liderazgo o de comprensión en la interacción con los participantes	No ha colaborado en el aprendizaje y ni en las tareas en equipo o lo ha hecho de forma intermitente, sin iniciativa ni habilidades de liderazgo ni de comprensión
<b>Conocimientos demostrados</b>	Ha integrado los conocimientos referentes a las clases magistrales, los ha sabido aplicar en las prácticas y las tareas de forma clara y	Ha integrado los conocimientos referentes a la unidad didáctica y los ha sabido aplicar en las prácticas y tareas del proyecto pero resuelve los	Ha integrado los conocimientos de las clases magistrales pero los aplica en las prácticas y tareas de forma parcial y necesita reafirmar y	No ha adquirido los conocimientos necesarios para realizar las prácticas y tareas del proyecto con autonomía

	contundente y ha sabido resolver los problemas que se han ido presentando en el proceso de investigación	problemas e inconvenientes que se plantean de forma parcial	consolidar conceptos	
<b>Habilidades adquiridas</b>	Conoce y domina el manejo del material del laboratorio, se desenvuelve con facilidad en el ámbito de la investigación, resuelve los problemas planteados con soltura, sabe comunicarse y colaborar con los compañeros y posee una buena alfabetización científica y expresión oral	Conoce y sabe manejar el material del laboratorio, reacciona y resuelve los problemas que se presentan en el proceso de investigación y se comunica y colabora con los compañeros de forma correcta	Conoce y maneja el material de laboratorio, colabora y se comunica con el resto de compañeros implicados en el proceso de investigación	No conoce el material de laboratorio o solo de forma parcial y no se implica ni colabora con los compañeros en el proceso de investigación del proyecto

**Rúbrica para la evaluación del proyecto innovador.**

<b>CRITERIOS</b>	<b>EXCELENTE</b>	<b>DESTACABLE</b>	<b>SUFICIENTE</b>	<b>NECESITA APOYO</b>
<b>Motivación del alumnado</b>	El alumnado ha mostrado entusiasmo y motivación a la hora de participar en todo el proceso y colaborar con sus compañeros en la experiencia	El alumnado ha mostrado un cambio en cuanto a la motivación ante la asignatura durante la realización del proyecto	El alumnado ha participado en el proyecto y en el aprendizaje colaborativo y ha realizado las tareas con cierta implicación	El alumnado no se ha sentido atraído por el proyecto y las actividades que plantea y no ha cambiado su actitud en cuanto a la UD
<b>Participación y aprendizaje del alumnado</b>	El alumno ha aprendido mediante la colaboración entre alumnos y profesores, utilizando los distintos materiales y recursos e intercambiando saberes de forma activa y participativa	Los alumnos han aprendido mediante la colaboración y participación utilizando los recursos disponibles	Los alumnos han participado y aprendido, cumpliendo los objetivos durante la realización del proyecto	Los alumnos no han adquirido conocimientos y habilidades de forma clara y contundente durante la realización del proyecto
<b>Viabilidad del proyecto</b>	Todas las actividades y propuestas del proyecto se han realizado de forma exitosa	Se han llevado a cabo todas las tareas del proyecto solucionando algunos aspectos e inconvenientes	No se han podido viabilizar todas las propuestas del proyecto	El proyecto no ha sido viable por la necesidad de colaboración entre centros, tiempo y recursos

<b>Efectividad, organización y estructura del proyecto</b>	Se han cumplido todos los objetivos planteados en el proyecto	Se han cumplido casi todos los objetivos planteados	Falta mejorar algunos aspectos en la organización y estructura del proyecto para cumplir los objetivos	No se han podido conseguir los objetivos por falta de organización y estructuración del proyecto
--	---	---	--	--

**ANEXO II: Cuestionario online y anónimo para obtener *feedback*.**

1. ¿Qué opinas sobre el papel y el apoyo del profesor durante todo el proceso de aprendizaje del proyecto?
2. ¿Consideras adecuados los contenidos y tareas propuestas del proyecto? ¿Propondrías otro tipo de tareas y contenidos?
3. ¿Qué sensaciones has experimentado durante la realización del proyecto?
4. ¿Qué aspectos mejorarías?
5. ¿Qué aspectos eliminarías o incluirías para un mejor aprendizaje?
6. ¿Has aprendido más fácilmente mediante los métodos colaborativos?
7. ¿Qué aspectos te han motivado más en el proyecto?
8. ¿Los materiales y recursos utilizados te han parecido idóneos? ¿Cómo los mejorarías?
9. ¿Consideras productivas las prácticas fuera del aula?
10. ¿Opinas que es un proyecto innovador con buenos resultados?