



Universidad de Oviedo

Facultad de Formación del Profesorado y Educación

**Máster en Formación del Profesorado de
Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y
Formación Profesional**

**Aprendizaje Basado en la Indagación en el Ciclo de
Grado Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico**

***Inquiry Based Learning in Higher Degree Cycle of
Clinic and Biomedical Laboratory***

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Autor: Pedro Mendo Expósito

Tutor: Mónica Herrero Vázquez

Junio 2023

Resumen

El presente trabajo se estructura en tres secciones. En primer lugar, una reflexión sobre la formación recibida en el Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional en la Universidad de Oviedo. En segundo lugar, una propuesta de innovación educativa dirigida a abordar la problemática observada en las prácticas de laboratorio del módulo Biología Molecular y Citogenética, perteneciente al Ciclo Formativo de Grado Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico. Esta propuesta, encuadrada en el modelo de educación alternativo, utiliza la metodología del Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI) y los principios del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) con el objetivo de poner en valor la importancia del error como parte integral del aprendizaje en el laboratorio, así como fomentar el trabajo en equipo y la toma de decisiones autónomas. En tercer lugar, una propuesta de programación docente para el mismo módulo, en la que se integra la mencionada propuesta de innovación a lo largo de las sesiones de prácticas.

Abstract

This master's thesis is divided in three sections. First, a reflection about the formation received in the Master of Compulsory Secondary Education, Bachelor and Professional Formation Faculty Training by the University of Oviedo. Second, an educational innovation proposal that approaches the issues observed in laboratory practices of the Molecular Biology and Cytogenetics module, which is part of the Higher Degree Cycle of Clinic and Biomedical Laboratory. This proposal, framed in the alternative education model, uses Inquiry Based Learning (IBL) and Universal Learning Design (ULD) with the aim of valuing the importance of mistake as an integral part of the learning process in the laboratory, as well as encouraging teamwork and autonomous decision-making. Third, a teaching programming proposal for the same module, in which the aforementioned innovation proposal is inscribed along its practical sessions.

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	1
Índice.....	2
1. Introducción	4
2. Reflexión sobre la formación recibida y las prácticas profesionales.....	5
2.1. La formación teórica	5
2.2. Las prácticas	10
3. Proyecto de innovación educativa.....	15
3.1. Diagnóstico inicial	15
3.2. Justificación y objetivos	17
3.3. Marco teórico.....	20
3.4. Desarrollo.....	24
3.4.1. Fases de la propuesta.....	25
3.4.2 Plan de actividades.....	28
3.4.3. Recursos, agentes y materiales.....	31
3.4.4. Evaluación	31
3.5. Seguimiento y evaluación de la propuesta.....	32
4. Programación docente: Biología Molecular y Citogenética.....	35
4.1 Contexto.....	36
4.2. Objetivos	39
4.3. Metodología y recursos materiales	45
4.4. Contenidos	46
4.5. Unidades de Trabajo (UT)	50
4.6. Evaluación	77

4.7. Atención a la diversidad	80
5. Conclusiones	82
6. Bibliografía	83

1. Introducción

El presente Trabajo de Fin de Máster es el resultado de una reflexión personal sobre la formación recibida durante el curso 2022-23 del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional en la Universidad de Oviedo. Se han considerado las enseñanzas teóricas recibidas, así como las prácticas, que se llevaron a cabo en un Centro Integrado de Formación Profesional ubicado en Oviedo. En base a estas experiencias, se ha llevado a cabo una valoración de la situación en el máster y se han planteado propuestas de mejora en los aspectos en los que se consideró necesario.

A continuación, aplicando los conocimientos adquiridos durante el curso, se ha diseñado una programación docente para el módulo de Biología Molecular y Citogenética, perteneciente al Ciclo Formativo de Grado Superior (CFGS) de Laboratorio Clínico y Biomédico (Familia Profesional de Sanidad). En ella se han especificado las Unidades de Trabajo (UT) que la componen, así como su temporalización, secuenciación y relación. Para ello, se ha revisado lo establecido en el currículo oficial y la legislación pertinente, que abarca los objetivos, contenidos, actividades, resultados de aprendizaje y criterios de evaluación. Finalmente, en la propuesta de programación presentada se ha definido la metodología a seguir, la temporalización y el cronograma, y se han establecido los recursos requeridos, la evaluación y la atención a la diversidad.

En último lugar, se ha elaborado una propuesta de innovación educativa que responde a una necesidad detectada durante las prácticas de Biología Molecular y Citogenética. El alumnado rendía bien en las clases teóricas, pero las prácticas se veían obstaculizadas por problemas de concentración y rendimiento a causa del gran tamaño del grupo, el espacio limitado en el laboratorio y una experiencia de trabajo insuficiente. Tratándose de un módulo con una fuerte carga práctica, indispensable para el ejercicio de su profesión en el futuro, era necesario buscar el modo de abordar esta problemática. Basándome en la experiencia adquirida durante mi tesis doctoral en Biotecnología Vegetal, concluí que les resultaría más fácil concentrarse en las actividades si las elaboraban con un propósito en mente y si tenían acceso a contraejemplos en vídeo que les permitieran ver los errores más comunes y aprender a prevenirlos. Ese ha sido el punto de partida de la propuesta, que se desarrollará en la parte final de este trabajo.

2. Reflexión sobre la formación recibida y las prácticas profesionales

Incluir una reflexión personal en un TFM es algo insólito para alguien acostumbrado al mundo de la ciencia. He cursado un Grado en Biología, un Máster en Biotecnología Aplicada a la Conservación y Gestión Sostenible de Recursos Vegetales y me encuentro actualmente en mi primer año de un doctorado en Biogeociencias con especialidad en Biotecnología Vegetal, el cual he compatibilizado con este máster. Así pues, lo habitual en mi experiencia es que un trabajo de este tipo sea objetivo y sin espacio a mis valoraciones personales. No obstante, puedo comprenderlo al considerar que parte de nuestra formación como profesores es aprender a analizar situaciones, aportar un punto de vista coherente y sugerir propuestas de mejora. Así, pues a continuación comentaré los aspectos del máster que más me han llamado la atención, bien por su positividad o negatividad. Esta sección se dividirá entre las experiencias vividas durante la formación teórica en la facultad y las de las prácticas en el centro educativo.

2.1. La formación teórica

Me extendería en demasía si especificara mis impresiones particulares de cada asignatura cursada. Considero que ese tipo de aportaciones tienen más cabida en la Encuesta General de Enseñanza que se realiza al final del curso en el Campus Virtual de la universidad. Así pues, mi intención es presentar una serie de valoraciones sobre la experiencia general del máster, mencionando asignaturas concretas sólo cuando lo considere necesario.

En primer lugar, al venir de una experiencia en el campo de las ciencias naturales, uno se encuentra con un ambiente muy distinto en estas clases. La educación no puede tratarse del mismo modo que la biología, la química o la geología, puesto que los sujetos de estudio son seres humanos: complejos, cambiantes y extremadamente diversos en su contexto socioeconómico, sus capacidades, sus expectativas y sus valores. Debido a esto, es prácticamente imposible alcanzar un consenso entre toda la comunidad educativa respecto a ningún asunto. Esto implica que el debate no sólo es inevitable, sino que es una parte necesaria para el progreso de este campo, a fin de reunir y contrastar todos los puntos de vista y llegar a una conclusión más completa. Así pues, a

lo largo del máster es obvio que la ideología de los autores leídos, así como la de los profesores, ha condicionado sus razonamientos.

Esta situación ha sido chocante en muchas ocasiones, para bien o para mal. A veces lo ha sido para bien, porque supone un cambio refrescante poder aportar mis propias valoraciones en lugar de limitarme a la mera interpretación de datos. He comprobado que, por lo general, se me ha valorado positivamente que ofreciera un punto de vista contrario al presentado en clase, siempre y cuando su argumentación fuera coherente. Otras veces, por desgracia, he visto que un profesor puede afirmar que la ideología propia no debe mencionarse en el aula y luego hacer declaraciones que están completamente fuera de lugar tanto por su contenido como por sus formas. Profesores que, aunque dijeran, como yo, que la variedad de opiniones es enriquecedora, hacían gala de una actitud muy intolerante (rayando en despectiva) hacia las que no coincidían con la suya. Ese es un aspecto preocupante. Comprendo que el máster nos presenta contenidos que tratan de alinearse con las últimas investigaciones en las ciencias de la educación y con las pautas de la nueva legislación, pero cuando decimos que nadie tiene la solución definitiva para mejorar el sistema educativo, debemos ser conscientes de que eso también se aplica a nosotros.

De todos los aspectos que caracterizan la mayor parte de las nuevas corrientes de pensamiento en el ámbito de la educación, hay uno con el que discrepo sin lugar a duda: el retrato que se hace de nuestros estudiantes. Salta a la vista que muchos autores, así como muchos de nuestros profesores, fallan a la hora de visualizar lo que es un adolescente y presentan una idea muy incoherente: les atribuyen una fragilidad emocional excesiva, que lleva a la sobreprotección, y un nivel de responsabilidad propio de un adulto, que lleva a diseñar metodologías de aprendizaje que requieren demasiada autonomía por su parte. En pocas palabras, se los trata como niños o como adultos en función de la situación. A lo largo y ancho del mundo, en todas las épocas de la historia, los adolescentes se han sentido frustrados con los adultos precisamente por recibir ese trato dual, y no me parece que lo estemos cambiando tanto como creemos.

La impresión que me llevo de este máster es que se pretende que los alumnos no tengan experiencias negativas de ningún tipo. Que no se aburran, que no se frustren, que no se enfaden, que no se decepcionen. Que el instituto sea un espacio seguro,

divertido y amigable en todo momento. Ciertos profesores han llegado a afirmar que el alumno debe vivir una experiencia de éxito constante, suprimiendo cualquier sensación de fracaso y evitando los juegos competitivos hasta los dieciséis años, porque no están preparados para enfrentarse a la derrota todavía. La cuestión es: ¿y cuándo lo están? ¿Cuándo lo está nadie? El aburrimiento, la frustración, la ira y la decepción son emociones humanas legítimas. El modo de aprender a gestionarlas es tener un contacto moderado con ellas desde el principio, no suprimirlas y apartarlas hasta que nos golpeen de lleno en el mundo real. Los problemas de salud mental como la ansiedad y la depresión son una plaga en nuestra población joven (Duffy et al., 2019) y, en un afán por prevenirlos, seguimos aislándolos de todo lo negativo en lugar de permitir que lo reconozcan como una parte más de la vida.

Con esto no digo que no se deban buscar formas de motivar al alumnado o mejorar su bienestar emocional. Es lícito y ético desear que nuestros alumnos no recuerden el instituto como un lugar traumático, pero debemos trazar una línea entre la protección y la permisión. Si siempre se magnifican hasta sus éxitos más pequeños y se minimizan sus fracasos, ¿qué motivación tendrán para dar lo mejor de sí? Hay corrientes de pensamiento basadas en valorar los errores como experiencias de las que aprender, como la expuesta por la psicóloga Carol Dweck, que se nos mostró en la asignatura de Aprendizaje y Enseñanza en Biología y Geología. Esta visión me resulta mucho más constructiva y me agradó ver que alguien exponía esta idea en el máster. Por desgracia, esa idea no es la habitual entre la mayoría del profesorado, que muestra una actitud casi condescendiente para con el alumnado adolescente. Todo cuanto hacemos si seguimos esa dinámica es infantilizar a nuestros estudiantes, darles la impresión de no pueden dar un paso si no es de nuestra mano. En nuestro deseo de allanarles el camino, les quitamos las ganas de andar. Y al llegar al Bachillerato, donde la competición es inevitable y las notas de corte cada vez más altas, vemos lo que yo veía por aquel entonces: alumnas de dieciséis años automedicándose con ansiolíticos para aprobar un examen.

Hay una segunda situación que me parece un problema en el ámbito de la educación: la terminología. Comprender los artículos de ciencias de la educación se vuelve difícil en extremo debido a que los autores no se ponen de acuerdo en utilizar un vocabulario común y consensuado. Esto se refleja a la hora de enfrentarse a los

apartados que hay que rellenar para diseñar situaciones de aprendizaje, unidades didácticas o programaciones. A menudo, los términos son confusos, ambiguos o redundantes, provocando que el profesorado no sepa lo que se le pide escribir en el cada vez más ingente papeleo que requiere su trabajo. Me resulta irónico que esto suceda, precisamente, en una disciplina cuya meta es lograr una educación más accesible e inclusiva para todos.

Si hablamos de la importancia de la divulgación científica para desmontar mitos, evitar desinformaciones y mejorar la comprensión de las ciencias por la sociedad, ¿por qué seguimos utilizando palabras que sólo tienen sentido para un reducido grupo de expertos? Es cierto que, a diferencia de las ciencias experimentales, las ciencias sociales como esta engloban una gran diversidad de corrientes de pensamiento que dan lugar a todo tipo de clasificaciones e interpretaciones, pero creo que tendrían mucho que ganar si los autores iniciaran un esfuerzo común por lograr la estandarización, la adopción de términos oficiales y el desarrollo de un lenguaje divulgativo que los acerque a las masas. Las reformas educativas generan cada vez más descontento y rechazo por el conjunto de la sociedad. Levantan críticas que se deben, en buena medida, a que casi nadie entiende en qué consisten exactamente ni cuál es su propósito o fundamento. Esta barrera lingüística impide que el grueso de la población conozca el proceso por el que se diseñan las políticas educativas, que perciben como una caja negra en la que sólo pueden ver palabras crípticas. Si queremos que la sociedad tenga una mayor implicación en el sistema educativo, debemos empezar por facilitar su transparencia. Estoy convencido de que el ciudadano medio no va a apoyar algo que no se le pueda explicar en dos minutos con palabras sencillas.

También mencionaré algo que me sorprendió, esta vez para bien, durante el máster: la geología es mucho más interesante de lo que pensaba. Es cierto que los profesores de Biología y Geología suelen ser tener formación de biólogos y tienden a prestar menos atención al temario de geología. Muchas veces lo dejan para el final y lo presentan de forma superficial, por lo que pasa desapercibida con frecuencia. Es comprensible que no sintamos la misma confianza ni motivación al impartir contenidos que dominamos menos, pero, después de las salidas de campo y de probar artilugios como los microscopios petrográficos o la mesa de arena, creo que merece más atención

en el currículo. Se nos han enseñado formas sencillas de traer la geología al aula, como la formación de cristales utilizando materiales asequibles que no requieren un laboratorio para su realización. Así pues, me aseguraré de que esta ciencia tenga el reconocimiento que debe.

Finalmente, comentaré un tema que he echado en falta en las clases teóricas. Se ha hablado de asuntos desafiantes y de gran importancia, como lo son el acoso escolar, las necesidades especiales de aprendizaje o la urgencia de implicar a las familias en el sistema educativo. Sin embargo, no recuerdo que se haya hablado una sola vez sobre las drogas. Me llama la atención, considerando que en el instituto recibimos más de una charla informativa sobre el asunto. El consumo de drogas comienza a edades alarmantemente bajas en nuestro país (Simón Saiz et al., 2020) y aun así no he oído nada al respecto en todo el curso. Es cierto que se nos habló del alumnado con problemas de inclusión en la sociedad en asignaturas como Aprendizaje y Enseñanza o Sociedad Familia y Educación, pero en estos casos el tema de la drogadicción sólo se mencionó de pasada. Es más, para mí es muy importante destacar que no es necesario irse a un centro de un barrio marginal para encontrarse con este problema. Precisamente, el motivo de mi desconcierto es que yo crecí en un instituto rural asturiano, en una zona relativamente tranquila y con un nivel económico promedio, y aun así muchos de mis compañeros se iniciaron tanto en el consumo como en el tráfico de drogas antes de terminar los estudios. Creo necesario poner de manifiesto que esto es algo que no sucede exclusivamente en las zonas más desfavorecidas ni conflictivas. Algunos de esos compañeros de los que hablo eran buenos estudiantes, procedentes de familias estables de clase media.

Es más, en la asignatura de Procesos y Contextos Educativos, se nos asignó una actividad en la que se describía un instituto rural asturiano ficticio y se nos pedía hacer un análisis de la situación. Su descripción achacaba el bajo interés de los alumnos por los estudios a que querían trabajar en la ganadería y seguir con los negocios familiares. Ya en aquel ensayo calificué esto de profunda ingenuidad. En mi experiencia, los que dejan los estudios no lo hacen porque estén ansiosos por el duro e ingrato trabajo del campo, sino porque les fascina la idea de ganar dinero fácil traficando con cantidades que no les supongan penas graves. Una buena parte de ellos ya han pasado por la cárcel

una o dos veces y van camino de reincidir. Creo que mi estupefacción está más que justificada al ver cómo un tema tan preocupante se ve como algo tan lejano. Sugiero que en el futuro se atrevan a hablar sin tapujos de este problema, porque da la impresión de que el narcotráfico es un submundo invisible que crece sin trabas en nuestros propios patios.

2.2. Las prácticas

Las prácticas, como he mencionado, transcurrieron en un Centro Integrado de Formación Profesional. Las elegí por curiosidad, sin saber qué me iba a encontrar, y me llevé mi mayor sorpresa en este máster: la FP me causó mejor impresión que la universidad. Ha sido una situación similar a la de la geología, como encontrar una gema oculta que alguien hubiera estado escondiendo en un cajón. Por tanto, otra sugerencia que tengo que hacer es que se dé a conocer la Formación Profesional, que está prácticamente ausente de nuestra formación teórica. Si bien es cierto que no tenemos una especialidad de profesor de FP en esta universidad, creo que sería perfectamente posible dedicar un par de horas de clase a presentárnosla en el primer semestre. Por ejemplo, la asignatura de Procesos y Contextos Educativos sería la adecuada para ello, ya que se podría mostrar una comparación entre el funcionamiento y el perfil del alumnado entre la Formación Profesional y la Educación Secundaria.

Tradicionalmente, la sociedad ha menospreciado la FP y favorecido la enseñanza universitaria. Esta práctica se ve incluso en los propios institutos, en los que todavía se orienta al alumnado hacia un camino o el otro en función de sus resultados académicos (quizá los propios profesores tienen este sesgo, al haber pasado ellos mismos por la universidad). El resultado es que la universidad termina recibiendo a estudiantes cuyas expectativas van más acorde con la Formación Profesional y que pronto terminan desmotivados por el enfoque academicista y poco práctico de muchas carreras. En mi caso, la comparación es inevitable. Los estudiantes con los que he estado pertenecían a tres ciclos formativos: Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico, Técnico en Cuidados Auxiliares de Enfermería (Distancia) y Técnico Superior en Documentación Sanitaria.

En los tres ciclos me he encontrado con alumnos mucho más motivados, curiosos y participativos que en el Grado en Biología o, ya puestos, en este máster. Su nivel inicial podía no ser muy alto, pero su gran interés y dedicación lo compensaban con creces, por lo que terminaban con resultados muy buenos al final del curso. ¿Qué los diferenciaba de mis compañeros de carrera en Biología? Que sabían por qué estaban ahí. Sabían que los contenidos que tenían que aprender tenían como objetivo adquirir las competencias necesarias para ejercer un trabajo. Todo tenía un propósito. En cambio, yo tenía que memorizar innumerables órdenes de invertebrados sin tener clara la aplicación de ese conocimiento. Y, dado que esa es una queja común también en los institutos, diría que no hay alumnos que tengan más claros sus objetivos que los de la FP. Así pues, para mí ha sido un placer tener la ocasión de hacer mis prácticas con ellos. Soy consciente, por otra parte, de que eso también me ha impedido tener una visión completa de lo que es la docencia. No es realista esperar que todos los grupos tengan una actitud tan buena como los que me han tocado, pero no he tenido ocasión de tratar con los difíciles.

También me llamó la atención la calidad de las instalaciones. Los laboratorios de prácticas del centro tenían un material mucho más nuevo que el que yo usaba en mis prácticas de Biología. El laboratorio de biología molecular tenía incluso un espectrofotómetro Nanodrop, algo que en mi facultad está reservado para los investigadores. Tienen la ocasión de utilizar esos dispositivos porque se trata de una institución dedicada por entero a la educación, mientras que en la universidad es habitual que se dejen los materiales más anticuados a los alumnos de prácticas porque se guardan los mejores para la investigación. Así pues, estos alumnos son muy afortunados de poder formarse en un laboratorio de este siglo (esto puede parecer una exageración, pero no lo es si consideramos que yo trabajaba con máquinas fabricadas en Alemania Occidental).

La única tacha que les puedo sacar a estas dependencias es que no tienen suficiente espacio para todo el grupo de prácticas. A todas luces, no se pensaron para albergar 25 alumnos. En la universidad, rara vez se llega a los 10 alumnos por práctica (puede superarse ese número en laboratorios muy grandes y con profesores de apoyo). Esto ha sido un problema en algunas ocasiones. Los momentos más frustrantes de mi

estancia en el CIFP fueron las prácticas complejas como las extracciones de ADN, en las que este aglutinamiento de estudiantes provocaba un clima de caos, vocerío e impaciencia. Había otros problemas, como la falta de concentración, la poca autonomía de los alumnos o su costumbre de no leer el guion antes de empezar la práctica. No obstante, por el momento no entraré en más detalles, puesto que esta situación se describirá en la contextualización de mi propuesta de innovación educativa, que ideé precisamente con la intención de atajar esta problemática.

De las UT (Unidades de Trabajo, como se llama a las Unidades Didácticas en FP) que impartí, me llevo la conclusión de que disfruto con la clase presencial y, como suele ocurrirle a casi todo el mundo, detesto la clase online. Tuve ocasión de probar ambas modalidades, dado que la primera UT la impartí en el ciclo formativo de Cuidados Auxiliares de Enfermería. Al ser un ciclo a distancia, me vi explicándole los diferentes métodos de esterilización del material clínico a una pantalla silenciosa durante media hora. Para ser justos, la clase debía durar una hora, pero al no ver a mi alumnado terminé por olvidarme de que estaban ahí y hablé más rápido de lo que pretendía, terminando en la mitad del tiempo previsto. Ahora puedo entender a todos los profesores que se quejaban de lo incómodo que era dar clases en esta modalidad. Cuando se elimina casi toda la interacción humana, la experiencia resulta muy poco gratificante.

La clase presencial en el módulo de Biología Molecular y Citogenética (Ciclo de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico) fue mucho más satisfactoria, tanto para mí como para el alumnado. Aquí, no solo tenía un tema que dominaba mucho mejor (técnicas de clonación molecular y sus aplicaciones), sino que los alumnos se mostraron muy interesados y participativos. Como ya he dicho, me ha faltado ver el lado oscuro de la docencia, pero al menos he confirmado que, si el grupo tiene una buena actitud, esta profesión puede resultar muy amena. Así pues, pese a todos los sinsabores que pueda tener la profesión, pese a los grandes desafíos que presenta y al desconcertante ritmo al que se suceden las reformas educativas, considero que esta es una opción atractiva para mi futuro.

Por último, concluiré mi reflexión haciendo una crítica que muchos otros han hecho antes que yo: las clases teóricas no deberían darse a la vez que las prácticas. Es una queja que lleva repitiéndose desde hace años sin lograr ningún resultado, pero debo

manifestar mi descontento ante una situación que atenta tan directamente contra nuestro bienestar. La cuestión es, una vez más, paradójica. Hablamos de cuidar la salud física y mental de nuestros estudiantes. De que aprendan a seguir hábitos sanos, descansar adecuadamente y no asumir una sobrecarga de trabajo que es dañina tanto para su rendimiento como para su calidad de vida. Y, sin embargo, nosotros mismos estamos excluidos de esa doctrina. El segundo semestre de este máster es un atentado contra el cuerpo y la mente. A menos que tu tutor se apiade de ti y te deje salir antes, o que llegues tarde a clase, los jueves tienes que pasar seis horas en el instituto y entrar a Innovación sólo media hora después. Y la jornada no acaba hasta las seis y media de la tarde. No han sido pocos los compañeros que entraban sin comer. Y se nos decía que comprendían y agradecían nuestro sacrificio. Me temo que para mí no es suficiente con que se apele a nuestra vocación para abusar de nosotros por lo que no es más que falta de voluntad por parte de la universidad.

Las clases que recibimos en el segundo semestre, por su contenido, tendrían mucho más sentido en el primero. Además, considerando que teníamos todos los viernes libres, no creo que fuera difícil encuadrarlas ahí. Podrían, si acaso, encajarse las últimas horas en enero y darlas de forma intensiva a fin de dejar los siguientes tres meses despejados para dedicarse exclusivamente a las prácticas. Cualquier cosa sería mejor que lo que hacen ahora. Sobra decir que la sobrecarga de tareas es una constante en este máster. Ya es difícil mantenerse al día con el ingente número de seminarios y otras actividades, individuales y grupales, que se nos encargaban. Ahora bien, hacerlo mientras se compatibiliza con un trabajo u otros estudios es agotador. Es cierto que se ofrece la evaluación diferenciada, pero en la mayoría de las asignaturas esta forma de evaluación no exime de realizar las tareas, sino que simplemente añade un examen o incluso más actividades adicionales.

Me parece irónico que se nos haya comentado tan a menudo la necesidad de coordinarse entre departamentos pero no se haya apreciado esa colaboración entre los profesores del máster. Si se hubieran sentado a comentar el número de actividades que estaba encargando cada uno y las hubieran sumado, se habrían dado cuenta de que era necesario aligerar. Entiendo que las nuevas tendencias en la educación nos llevan a una evaluación más continua, disgregada en elementos evaluables pequeños y variados en

lugar de concentrada en un par de pruebas escritas reduccionistas. Entiendo también que se nos muestre este cambio de paradigma convirtiéndonos en sujetos del mismo. No obstante, si se pretende que los estudiantes de instituto tengan la misma carga de trabajo que nosotros, difícilmente vamos a reducir su ansiedad. Cuando adoptamos un sistema basado en múltiples actividades entregables a lo largo del curso, debemos considerar con mucho cuidado si todas son realmente pertinentes. He recibido demasiados correos que empezaban con esta frase: “Sé que estáis muy ocupados y tenéis tareas de otras asignaturas, pero...” A finales del semestre, ver algo así en tu bandeja de entrada hace que se te erice el vello de la nuca.

En definitiva, la formación recibida durante este máster ha sido una experiencia enriquecedora, pero que no repetiría jamás. Me ha resultado útil para ampliar horizontes, sí, pero hay muchos aspectos que necesitan replantearse si quieren que sea recomendable por algo más que por su naturaleza habilitante. Mi consejo para quien estuviera pensando en realizarlo sería que valorase si tiene otras obligaciones, como un trabajo, estudios paralelos o asuntos familiares. Porque difícilmente podrá prestarle la debida atención a eso durante los próximos nueve meses de su vida. En muchos sentidos, la experiencia es más similar a ser un alumno de secundaria que a ser un profesor. Un estudiante de instituto tiene pocas más responsabilidades que atender a sus estudios, pero no es el caso con nosotros, de modo que sugiero que empiecen a tomar en consideración las necesidades de un alumnado adulto.

Con esto, finaliza mi reflexión personal.

3. Proyecto de innovación educativa

A continuación, se detallará la propuesta de innovación educativa para las prácticas de laboratorio del módulo de Biología Molecular y Citogenética. Se ha optado por presentar la innovación antes que la programación, debido a que esta propuesta se va a integrar dentro de la metodología de la misma y se ha considerado que este orden facilitará la comprensión de ambas secciones del trabajo. Esta innovación se desarrolló para responder a una serie de carencias observadas durante el periodo de prácticas en el centro. Si bien durante mi estancia tuve ocasión de probar una versión temprana de la idea, con resultados satisfactorios, en este trabajo se ha desarrollado más a fondo, incorporando el método de Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI) y los principios del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA).

3.1. Diagnóstico inicial

Como ya he adelantado, el principal problema que me encontré durante mi estancia en el CIFP fue la dificultad para llevar a cabo prácticas de laboratorio con un número de alumnos excesivo. A raíz de mi experiencia en la universidad, considero que no debería haber más de 10 alumnos a la vez en un laboratorio si se quiere trabajar con fluidez. Las prácticas más complejas, como la extracción de ADN, se convirtieron en un caos y menos de un tercio de los alumnos lograron realizarla con éxito. En concreto, esta práctica requería centrifugar las muestras varias veces a diferentes velocidades y sólo había dos centrifugas para todo el grupo. Debido a sus diferentes ritmos de trabajo, cada uno necesitaba usar la máquina a una velocidad diferente y se apiñaban en torno a ella provocando atascos y una sensación de agobio generalizada. Se generó un clima de tensión debido a que los alumnos más rápidos se quejaban de estar siendo lastrados por los más lentos y, en medio de las protestas y discusiones, una alumna acabó derramando un tubo dentro de una centrifuga, inutilizándola para el resto de la práctica y empeorando la situación.

El constante griterío hacía que fuera muy difícil concentrarse, hasta el punto de que yo mismo tenía dificultades para contestar a las preguntas más sencillas. Así pues, los alumnos empezaron a cometer errores que me resultaban incomprensibles porque

iban en contra de todo sentido común. Sin duda, eso se debía a que el estrés les impedía razonar adecuadamente. Esta situación se agravaba debido a que muchos alumnos no habían leído el guion de prácticas previamente, sino que iban descubriéndolo sobre la marcha (y a menudo se saltaban pasos o los repetían por equivocación). Hay que tener en cuenta que las prácticas de laboratorio se hacen siempre después de haber visto las técnicas a utilizar en las sesiones de clase previas. Aparentemente, esa base teórica no es lo suficientemente sólida. Por lo que he observado, no son capaces de unir los conceptos que han visto con su aplicación práctica, por lo que no entienden por qué un determinado paso del protocolo se hace de una manera y no de otra. Simplemente, lo siguen como una receta de cocina.

Otro problema es que buena parte del alumnado no se sentía seguro de lo que estaba haciendo y dependía constantemente de la supervisión de la profesora, que no daba abasto ni siquiera con nuestra ayuda. Sin embargo, en una ocasión la tutora me propuso dar la primera mitad de la práctica yo solo y pude comprobar que tenían potencial para trabajar por sí mismos si se les dejaba más independencia. Me limité a observar y sólo intervine cuando tenían dudas o estaban a punto de cometer un error. Rápidamente, dos de las alumnas tomaron la iniciativa y actuaron como líderes, guiando al resto con sorprendente eficacia. Esto refuerza mi opinión de que se debe dejar que el alumnado vuele solo más a menudo, aunque sea experimentalmente, porque una interferencia excesiva del profesor termina reduciendo su competencia autopercebida.

No obstante, la falta de comprensión de los protocolos es un problema incluso en las prácticas fáciles. Por una parte, acostumbran a realizar cada procedimiento una única vez, por lo que no tienen modo de aprender de sus errores. Cuando la práctica no les sale, lo más habitual es que nunca lleguen a saber qué hicieron mal. Esto supone un gran obstáculo para el aprendizaje. Como alguien que ha hecho un TFG y un TFM experimentales y acaba de comenzar su tesis, puedo afirmar que no se interiorizan realmente los protocolos del laboratorio hasta que se han arruinado unos cuantos ensayos. Las experiencias negativas suelen dejar una impresión más profunda que las positivas (Kensinger, 2009), lo que hace que sean precisamente las cosas que nos salen mal las que mejor recordamos. Por otra parte, lo que yo tengo en mi laboratorio y estos alumnos no tienen es algo que a menudo olvidamos incluir en el sistema educativo:

propósito. Cuando yo hago una PCR, tengo un objetivo que cumplir, puesto que busco validar unos resultados que pueda presentar. En cambio, las prácticas de laboratorio, ya sean en secundaria, en FP o en la universidad, suelen ser un fin en sí mismas. Se hace el protocolo para aprender a hacerlo, pero el resultado es irrelevante. Tanto si sale bien como mal, va a acabar en la basura.

3.2. Justificación y objetivos

En vista de esta situación tan frustrante, es necesario tomar medidas para facilitar que toda la clase pueda adquirir los conocimientos necesarios para su correcta formación. Este es un módulo con una intensa carga práctica, debido a que se tratan técnicas fundamentales de uso rutinario en un laboratorio de biología molecular. No es admisible que una tercera parte del alumnado concluya una práctica sin entender qué han hecho ni por qué les ha salido mal. En el segundo curso del ciclo, estos alumnos iniciarán el módulo de Formación en Centros de Trabajo (FCT), que consiste en una estancia de dos meses en una entidad pública o privada donde harán prácticas en un entorno de trabajo real. Generalmente, es durante este periodo cuando los alumnos tienen la ocasión de causar una impresión positiva en su centro de trabajo y optar a un contrato laboral cuando terminen su formación. Por tanto, es esencial favorecer todo lo posible que nuestros estudiantes lleguen a este punto del ciclo con unas habilidades satisfactorias.

Como en todos los niveles de la educación, es importante lograr que los contenidos se presenten de una forma que capte su atención y desafíe sus capacidades, en lugar de como simple información que reciban de forma pasiva. En otras palabras, tiene que importarles que la práctica llegue a buen término y, muchas veces, no basta con advertirles que tendrán que saber hacerlo porque aún no ven el fin de su formación como algo cercano y creen que “ya habrá tiempo”. Asimismo, los errores tienen que ser una ocasión de aprender. Actualmente, si un alumno no logra extraer ADN de una muestra, sólo verá un valor anormal en el espectrofotómetro al final de la práctica y nunca entenderá (o ni siquiera se preguntará) qué parte del protocolo hizo mal. Simplemente, pasará a la siguiente práctica como si nada hubiera pasado. Dado el gran número de alumnos, no es viable ir revisando una por una las muestras y

preguntándoles individualmente dónde pueden haberse equivocado. Así pues, es necesario buscar una forma de hacerlo colectivamente en un tiempo razonable.

Se han observado también comportamientos individualistas, sobre todo entre los alumnos más aventajados, que derivan en situaciones como la mencionada con las centrifugaciones. Para un profesional del mundo de la ciencia, es imprescindible desarrollar habilidades de trabajo en equipo, puesto que en el día a día del laboratorio se deben utilizar materiales y dispositivos compartidos, que exigen una alta coordinación y una ética de trabajo basada en la consideración hacia los compañeros. Así pues, esta propuesta de innovación también se ha estructurado con la idea de facilitar el aprendizaje colaborativo y mejorar el ambiente en el laboratorio de prácticas.

En línea con esta idea, también resulta muy conveniente para un técnico de laboratorio entender cómo se lleva a cabo el trabajo científico. Si bien ellos mismos no van a dirigir proyectos, ejercen un papel esencial en el funcionamiento del laboratorio y tienen que estar al tanto de las necesidades y objetivos de sus compañeros. Tanto si trabajan en un centro de investigación como uno sanitario, no pueden limitarse a ejecutar sus protocolos con indiferencia al propósito general del grupo. En definitiva, esta innovación pretende contribuir a cambiar la mentalidad del técnico: que deje de considerarse alguien cuya única misión es hacer una serie de tareas correctamente y comprenda su importancia global dentro del conjunto de profesionales que hacen posible el trabajo en un laboratorio.

Adicionalmente, hay que tener en cuenta que cada laboratorio termina por adoptar una serie de pautas de trabajo únicas a las que hay que habituarse. Así pues, es muy probable que cuando los alumnos inicien su FCT tengan que usar materiales distintos y seguir protocolos alternativos a los que están acostumbrados a utilizar. Por ese motivo es conveniente que se acostumbren a juzgar su propio trabajo, debatir resultados con compañeros y buscar explicaciones para los resultados inesperados. Son habilidades que les resultarán imprescindibles para incorporarse con éxito al mercado laboral.

Por último, esta propuesta seguirá también las pautas del DUA (Alba et al., 2018), puesto que nos permite atender correctamente a la gran variedad individual que caracteriza al alumnado actual, y más aún en la FP. El DUA es un enfoque educativo

inclusivo que busca crear entornos de aprendizaje accesibles y equitativos para todos los estudiantes. Surge de la idea de que la diversidad es la norma y promueve el uso de estrategias flexibles que se adaptan a las diferentes habilidades, necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes. Se basa en tres principios, que se han agregado a las fases de la propuesta. En la sección **3.4. Desarrollo**, se especificará en qué etapas se incorporará cada uno de ellos. Por el momento, se presenta de forma resumida en qué consisten:

- **Principio I: Múltiples formas de representación.** Proporcionar información en diferentes formatos (texto, imágenes, audio, video) para que los estudiantes puedan acceder al contenido de acuerdo con sus preferencias y necesidades individuales. En el contexto de este módulo, esto resulta de gran utilidad puesto que hay una clara brecha entre el alumnado joven, que prefiere recursos digitales, y el alumnado mayor, más acostumbrado a las instrucciones en papel.
- **Principio II: Múltiples medios de acción y expresión.** Permitir que los estudiantes demuestren su comprensión y conocimiento utilizando diferentes formas de expresión (hablar, escribir, dibujar, usar tecnología) que se ajusten a sus habilidades y estilos de aprendizaje. En el caso que nos ocupa, se trata de un módulo con una gran carga práctica, por lo que resulta de gran importancia que tengan esta libertad de acción para aprender a desenvolverse en el medio de trabajo.
- **Principio III: Múltiples opciones de compromiso y participación.** Fomentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, ofreciendo diversas oportunidades de participación activa en el proceso de aprendizaje, adaptadas a sus intereses y preferencias, y brindando un entorno de apoyo para su desarrollo académico y personal. En este módulo, la habilidad de comunicar y discutir resultados es vital, por lo que es necesario darles los medios para que todos puedan hacerlo.

Así pues, se han definido los siguientes objetivos para esta propuesta de innovación:

1. Facilitar la comprensión de las prácticas de laboratorio, poniendo en valor

la importancia de los errores como parte del proceso de aprendizaje.

2. Fomentar la capacidad de toma de decisiones autónoma por parte del alumnado.
3. Crear un hábito de trabajo en equipo que permita mejorar el ritmo y la convivencia durante las prácticas.
4. Integrar y promover los principios del DUA en los procesos de aprendizaje y enseñanza de los contenidos prácticos del módulo.
5. Generar material didáctico que el alumnado pueda utilizar en su futuro académico y/o profesional.

3.3. Marco teórico

La *European Education Area* (EEA) es la iniciativa de la Unión Europea (UE) que busca promover la cooperación y la armonización de los sistemas educativos en Europa. Su principal objetivo es mejorar la calidad y la accesibilidad de la educación en toda la UE, así como fortalecer la cooperación entre los estados miembros en el ámbito educativo. Se busca asegurar que todos los ciudadanos europeos tengan igualdad de oportunidades en términos de educación, formación y desarrollo de habilidades. Para ello, pretende facilitar la movilidad de los miembros de la comunidad educativa (estudiantes y profesionales) dentro del espacio europeo, mejorar la calidad de los sistemas educativos a través de la adquisición de estándares comunes, integrar las nuevas tecnologías en el ámbito educativo y establecer vínculos más estrechos con el mundo laboral.

En este último punto, la Formación Profesional cobra especial relevancia, contando con su propia sección en la EEA (<https://education.ec.europa.eu/education-levels/vocational-education-and-training/about-vocational-education-and-training>). La intención de esta iniciativa es mejorar la FP en la UE a través de la promoción de la cooperación y la armonización de los sistemas educativos en los países miembros. Sus planes se centran en facilitar la movilidad, garantizar el reconocimiento de cualificaciones, modernizar la FP para adaptarla a las necesidades del mercado laboral, fomentar la colaboración entre el sector educativo y empresarial, y promover la calidad

en la formación. La EEA busca crear un entorno propicio para que los estudiantes puedan desarrollar habilidades relevantes, obtener una formación de calidad y aumentar su empleabilidad en un mercado laboral cada vez más globalizado. Para esto, trabajar capacidades tales como la autonomía, la participación y el pensamiento crítico son de especial interés en este nivel educativo (Mayorga y Madrid, 2010).

Ante las nuevas necesidades en el ámbito de la FP, España trata de incorporarse al cambio de paradigma presente en Europa, alejándose de los métodos de enseñanza tradicionales que, si bien pueden probarse efectivos en otro contexto, empiezan a resultar demasiado academicistas en un nivel educativo orientado a la formación de trabajadores competentes (Arteaga et al., 2015). Por este motivo, en los últimos años la FP ha servido como campo de pruebas para propuestas que posteriormente han dado el salto a la educación secundaria. Un ejemplo de esto es la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos, que conforma la base del módulo de Proyecto, presente en el segundo año de los ciclos formativos. En este módulo, los estudiantes desarrollan un proyecto bajo la supervisión de un tutor, involucrándose en la resolución de problemas y desafíos del mundo real. Uno de los principales impulsores de esta evolución metodológica en la Formación Profesional es Tknika (<https://tknika.eus>), un centro impulsado por la Viceconsejería de Formación del Departamento de Educación del País Vasco, con el que el CIFP donde realicé las prácticas está profundamente vinculado.

En el contexto de la FP, resultan de especial interés los métodos didácticos que pertenecen al modelo de enseñanza alternativo (Prince y Felder, 2006)(García, 2014). A diferencia del modelo didáctico tradicional, basado en la transmisión unidireccional de información y de un concepto del estudiante como receptor pasivo de la misma, el modelo alternativo se centra en fomentar una visión más compleja y crítica de la realidad, que capacite al alumnado para participar de manera responsable en ella. Las ideas o concepciones de los estudiantes, así como sus intereses, son una referencia fundamental que afecta tanto al contenido escolar abordado como al proceso de construcción del mismo. Entre los diferentes tipos de métodos didácticos que se pueden encuadrar en el modelo alternativo, algunos de los principales son:

1. **Aprendizaje Basado en Problemas** (Abushkin et al., 2018): Los estudiantes enfrentan problemas o desafíos auténticos que deben resolver utilizando sus

conocimientos y habilidades. Se les anima a investigar, analizar y buscar soluciones, lo que promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración.

2. **Aprendizaje Basado en Proyectos** (Gary, 2015): Los estudiantes trabajan en proyectos prácticos, con objetivos claros y metas específicas. Esto implica investigar, planificar, ejecutar y presentar un producto o resultado tangible, lo que fomenta el trabajo en equipo, la creatividad y la aplicación práctica de los conocimientos.
3. **Aprendizaje Cooperativo** (Johnson y Johnson, 2014): Los estudiantes trabajan en grupos pequeños, colaborando y compartiendo responsabilidades para alcanzar metas comunes. Se fomenta la interacción, el diálogo, la resolución de problemas conjunta y el apoyo mutuo, desarrollando habilidades sociales y promoviendo un ambiente de aprendizaje inclusivo.
4. **Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI)** (Velasco et al., 2018): En este método, los estudiantes son motivados a explorar y descubrir conceptos y fenómenos por sí mismos a través de la investigación y la experimentación. Se plantean preguntas desafiantes que impulsan la curiosidad y el pensamiento crítico, y los estudiantes participan activamente en la búsqueda de respuestas y la construcción de su propio conocimiento. El aprendizaje basado en la indagación fomenta la capacidad de formular preguntas, diseñar investigaciones, recopilar y analizar datos, y comunicar los resultados de manera efectiva.

En concreto, será este último método el que se aplicará en la propuesta de innovación educativa, incorporándolo en las prácticas de laboratorio en Biología Molecular y Citogenética. La metodología típica del ABI consta de las siguientes fases, en las que pueden identificarse fácilmente los tres principios del DUA anteriormente mencionados, cosa que facilita su implantación (Pedaste et al., 2015):

1. **Orientación:** En esta fase inicial, los estudiantes reciben una información fundamental, necesaria para comprender el tema de estudio. El objetivo es

brindarles una base teórica sólida que les permita comprender el contexto y las preguntas relevantes para su investigación. En línea con el Principio I del DUA, se les puede presentar mediante varios canales (texto, vídeo, imagen, audio...).

2. **Conceptualización:** Una vez que los estudiantes han comprendido los conceptos básicos, pasan a la fase de planteamiento de preguntas. Aquí, se les desafía a formular interrogantes significativas sobre el tema específico. Estas preguntas pueden surgir de su propia curiosidad, de problemas del mundo real o de situaciones que despiertan su interés. El objetivo es generar un sentido de indagación y motivación para la investigación.
3. **Investigación:** En esta etapa, los estudiantes recopilan datos relevantes a través de diversas fuentes, como investigaciones, experimentos, entrevistas, observaciones u otras actividades relacionadas. Utilizan habilidades de investigación y recopilación de información para obtener los datos necesarios que les ayuden a responder sus preguntas de investigación.
4. **Conclusión:** Una vez que los estudiantes tienen los datos recopilados, proceden a analizarlos y buscar patrones, tendencias o relaciones significativas. Utilizan habilidades de análisis y pensamiento crítico para interpretar los resultados y sacar conclusiones respaldadas por evidencias. En esta fase, los estudiantes también pueden realizar conexiones entre los conceptos aprendidos y los datos recopilados. Tanto esta fase como la 2 y la 3 pueden desarrollarse siguiendo el Principio II del DUA, dejando a los estudiantes libertad a la hora de proceder en su indagación por los medios que prefieran.
5. **Discusión:** En la última fase del Aprendizaje Basado en la Indagación, los estudiantes comunican sus hallazgos y resultados de manera clara y efectiva. Pueden utilizar diferentes formas de presentación, como informes escritos, presentaciones orales, carteles, vídeos u otras herramientas multimedia (Principio III del DUA). La comunicación de sus descubrimientos permite a los estudiantes compartir su conocimiento y evidenciar su comprensión del tema.

La propuesta se ha diseñado dentro del marco del ABI, pero incorpora elementos de aprendizaje activo, colaborativo y significativo, así como los principios del DUA

anteriormente mencionados. El motivo de elección de esta metodología es la fuerte relación que este módulo, así como el ciclo formativo al completo, tiene con el mundo de la investigación científica. Tal y como se ha mencionado en la justificación, el trabajo de un técnico de laboratorio no puede desligarse del propósito global de su equipo. Para alcanzar el máximo desarrollo de sus capacidades y convertirse en miembros valiosos del laboratorio, no pueden limitarse a ejecutar tareas rutinarias, sino que se requiere que estén familiarizados con el proceso de indagación científica.

Esta metodología no se ha utilizado tanto en el ámbito de la Formación Profesional española como el Aprendizaje Basado en Proyectos o en Problemas. Su aplicación es especialmente pertinente en este ciclo formativo, a diferencia de en otros ciclos de la rama sanitaria, como lo sería el Ciclo Formativo de Cuidados Auxiliares de Enfermería. Esto se debe a que la formación de la mayoría de ciclos de Sanidad tiene como objetivo preparar a profesionales que tendrán pacientes humanos a su cargo y actuarán siguiendo protocolos ya establecidos que no dejan espacio a la experimentación, mientras que los técnicos de laboratorio pueden trabajar en un amplio espectro de instituciones, que abarca también los centros de investigación científica. Por todos estos motivos, y considerando las necesidades surgidas durante las prácticas de laboratorio, se ha optado por implementar en la programación docente una propuesta encuadrada en este método y analizar sus resultados a lo largo del curso académico.

3.4. Desarrollo

A continuación, se describen las fases de la propuesta (resumidas en la **Figura 1**) y cómo cada una se vincula a las fases del ABI y los principios del DUA. Seguidamente, se describirá el plan de actividades y se especificarán los recursos, agentes y materiales requeridos, así como la evaluación de los estudiantes en su desempeño. Cuando sea necesario, se hará referencia a la programación docente propuesta más adelante en el apartado **4. Programación docente: Biología Molecular y Citogenética**, pero debe tenerse en mente que en este punto sólo se explicarán los aspectos de la misma que sean necesarios para entender la propuesta de innovación (principalmente, las Unidades de Trabajo en las que se implementarán las actividades).

3.4.1. Fases de la propuesta

Con anterioridad a la práctica, el docente grabará dos vídeos en los que muestre el proceso de realización de la misma y los compartirá con el alumnado a través de la plataforma virtual pertinente. Uno de estos vídeos será incorrecto, conteniendo errores cometidos a propósito, mientras que el otro mostrará el proceso correcto. Estos errores serán en aspectos que no se mencionen expresamente en el guion de prácticas, pero que se cometan frecuentemente en el laboratorio (no cambiar la punta, olvidarse de mezclar por pipeteo, no rotular los tubos, invertir la pipeta, etc.). A modo de ejemplo, incluyo los vídeos que grabé cuando puse en práctica una primera versión de esta actividad durante mis prácticas en el CIFP, correspondientes a la práctica de laboratorio de la Amplificación en Cadena de la Polimerasa (PCR). Ambos se grabaron con un móvil, utilizando principalmente el formato vertical, por ser el más familiar para el alumnado joven. Están disponibles en este [enlace](#), siendo el Vídeo_1 el incorrecto y el Vídeo_2 el correcto.



Figura 1. Fases de la propuesta. El tiempo asignado es flexible, en función de la complejidad de cada actividad, en especial en la Fase 3, dado que las técnicas de laboratorio tienen una duración variable.

En la **Fase 1**, se pedirá a los alumnos que visualicen ambos y, aplicando el conocimiento adquirido en la clase teórica (**fase 1** del ABI), traten de averiguar cuál de los dos tendría el resultado deseado. Antes de comenzar la práctica, se realizará la **Fase 2**, en la que se les pedirá que comenten brevemente los aspectos de los vídeos que

sospechen que podrían ser errores (**fase 2** del ABI). No se buscará la participación de todos ni se evaluará nada en este punto, que supone simplemente una introducción a la actividad. El objetivo es que haya un intercambio rápido de impresiones, tras lo cual el alumnado comenzará la **Fase 3**, que es la práctica de laboratorio, contando con ayuda del guion impreso y de los vídeos, que podrán ver en su móvil en todo momento (**fase 3** del ABI). El profesor no revelará todavía cuál de los dos vídeos es el correcto. Si bien los primeros vídeos contendrán errores más obvios, a medida que se familiaricen con las técnicas se mostrarán fallos cada vez más difíciles de detectar.

A fin de agilizar tanto la práctica como las actividades posteriores, se juntará a los alumnos en grupos de 3-4 personas a cargo de una sola muestra. Esto facilitará que todos puedan avanzar al mismo ritmo y permitirá que desarrollen habilidades de trabajo en equipo y toma de decisiones conjunta. Cada grupo tendrá que seguir las indicaciones del guion y valerse de su propio criterio si deciden seguir uno de los vídeos proporcionados. Entre tanto, el profesor supervisará su progreso, pero limitará sus intervenciones a evitar que se dañe el material o la muestra y orientará al alumnado durante la práctica. No dará respuestas concretas si preguntan por aspectos que se hayan visto en los vídeos, sino que se limitará a dar pistas, recordar lo visto en clase o esclarecer cuestiones que puedan ser ambiguas en el guion de la práctica. Con esto, se espera que los alumnos desarrollen su capacidad de trabajar autónomamente y fiarse de su razonamiento. Los miembros de grupos distintos tendrán permitido hacerse preguntas e intercambiar información en todo momento, cosa que se valorará positivamente de cara a la evaluación.

Nótese que hasta este momento se han aplicado los **principios I y II del DUA**. Por una parte, se les permite acceder a la información presentada por dos medios distintos (guion impreso y vídeos), al tiempo que se les da libertad para elegir el modo de afrontar la práctica, tomando decisiones en equipo basadas en lo que saben y ejerciendo un cierto nivel de independencia a la hora de evaluar cuál es el curso de acción más adecuado. De este modo, se está permitiendo a los alumnos explorar más allá de las instrucciones encorsetadas de una práctica convencional basada en el seguimiento de un protocolo, así como razonar el motivo de cada paso y predecir los resultados de actuar de una u otra manera.

Una vez finalizada la práctica, se observarán y anotarán los resultados obtenidos. A continuación, tocará debatirlos y analizar los errores (**fase 4 del ABI**), lo que constituye la **Fase 4**. El momento de llevar a cabo esta parte dependerá del tiempo disponible. Actualmente, las prácticas de laboratorio se realizan en una sesión de tres horas. Es habitual que los alumnos acaben antes de tiempo, mientras que otras veces se exceden del tiempo. Si sobra al menos media hora, se hará en la misma sesión, a fin de tener los conceptos frescos y recientes. Si no, se realizará al principio de la próxima sesión teórica. Los alumnos se agruparán de nuevo, pero esta vez se repartirán de manera que cada grupo contenga al menos dos alumnos que no hayan hecho la práctica juntos. Asimismo, se intentará, cuando sea posible, que en cada grupo haya un alumno al que no le haya salido el resultado esperado. Se les dejarán diez minutos para deliberar, ayudándose de los apuntes de clase, el guion de prácticas y los dos vídeos. El objetivo ahora es que los alumnos que hayan hecho la práctica correctamente ayuden a los que no a descubrir sus fallos. Para ello, pueden repasar todo el progreso, comentar qué ha hecho cada uno y buscar diferencias en la ejecución que puedan ser la causa. Se adopta esta configuración en grupos pequeños para favorecer que todos hablen, puesto que los alumnos tímidos podrían sentirse coartados si todo el mundo participase a la vez. Con esto, se incluye el **principio III del DUA**, al permitirles adecuar su modo de participación a sus preferencias individuales.

Finalizada la deliberación, se reformarán los grupos originales y cada uno nombrará un portavoz. El portavoz explicará las conclusiones a las que han llegado al resto de la clase (**fase 5 del ABI**). El profesor recogerá las conclusiones de todos los grupos y revelará por fin cuál de los dos vídeos era el incorrecto. Con toda la información que han deducido, uno de los grupos (se irán turnando en cada sesión) será el encargado de realizar la **Fase 5**: redactar una lista de consejos para ejecutar ese procedimiento con la máxima eficiencia, que se subirá a la plataforma virtual y actuará como complemento al guion de prácticas. Se les recomendará que conserven esas notas para su utilización en la FCT o en otros módulos donde hagan procedimientos similares, de forma que no se repitan los mismos errores en el futuro. También tendrán permitido descargar los vídeos.

Durante todas las actividades, debe dejarse claro que no se evaluará en función del resultado (hasta un científico con plena formación puede tener malos resultados ocasionalmente), sino el proceso de razonamiento, la colaboración con los compañeros y la asimilación de los conceptos. Los alumnos que no logren completarla no serán señalados con el fin de exponerlos o penalizarlos, sino con el de que expliquen sus errores para prevenir al resto de cometerlos en un futuro. La idea general de esta propuesta es que el error no sea temido, sino que se reconozca como un paso más del proceso de formación y una realidad presente en el día a día del laboratorio.

3.4.2 Plan de actividades

La propuesta descrita se desarrollará a lo largo de los dos últimos trimestres del curso académico. Se considera que en el primer trimestre aún no han adquirido suficiente experiencia en el laboratorio como para ser capaces de realizar la actividad con el criterio adecuado. Así pues, será en el segundo trimestre cuándo comenzará a implementarse, durante las prácticas asociadas a la Unidad de Trabajo 5 (Cultivos celulares). A partir de este momento, se utilizará en todas las prácticas de laboratorio, puesto que la complejidad de las mismas se incrementará y empezarán a darse los mencionados problemas si se continúa con la metodología actual.

No obstante, es posible que a los alumnos les dé miedo enfrentarse a una metodología en la que no se los va a guiar todo el tiempo y se les va a pedir mayor capacidad de trabajo en equipo, autonomía y razonamiento. Por tanto, para calmar sus temores, serán informados ya en el primer trimestre de que este método se pondrá en práctica en el segundo, de forma que vayan acostumbrándose a entender lo que están haciendo en preparación para el cambio metodológico que les espera. Se les explicará que van a tener un trimestre completo para familiarizarse con el laboratorio y que estas actividades no tendrán mucho peso en su calificación, puesto que tienen un carácter experimental. Para motivarlos, se les dirá que si esta propuesta sale bien saldrán mucho mejor preparados y podrán impresionar a sus potenciales empleadores en la FCT. Todo esto se hará durante una breve sesión informativa (30 minutos) a mediados del primer trimestre, en una de las sesiones de teoría. Durante la misma se responderá a todas sus dudas e inquietudes. No debe descartarse que alguna de estas preguntas descubra una carencia que requiera hacer algún ajuste metodológico antes de su implementación.

Dicho esto, la propuesta se aplicará en las Unidades de Trabajo (UT) de la 5 a la 11, perteneciendo las unidades de la 5 a la 7 al segundo trimestre y las de la 8 a la 11 al tercero. La actividad será la misma en todos los casos, con las 5 fases descritas, cambiando sólo el contenido de la misma en función de cuál sea la práctica de laboratorio correspondiente. Esto implica que el docente grabe el vídeo correcto y el incorrecto para cada una de las prácticas. Algunas unidades incluyen más de una práctica de laboratorio. Por tanto, las actividades realizadas serán las siguientes:

- **Unidad de Trabajo 5: Cultivos celulares.** Mantenimiento de un cultivo celular proporcionado por el docente (observación al microscopio, valoración de la confluencia celular, pase a un nuevo medio). Los vídeos recogerán errores comunes en el trabajo en esterilidad, que tienen como consecuencia la contaminación del cultivo.
- **Unidad de Trabajo 6: Extracción y purificación de ácidos nucleicos.** Consta de dos prácticas de laboratorio, correspondientes a la extracción de ADN por dos métodos distintos (fenol-cloroformo y cromatografía en columna), a partir de las células cultivadas en la UT5. Por tanto, se realizará la actividad **una vez por cada método**. Los vídeos mostrarán errores como el pipeteo incorrecto o una homogeneización insuficiente de la muestra. Sólo habrá un error del que se les avise sin darles ocasión de cometerlo: equilibrar mal la centrífuga. Esto se debe al gran peligro que supone para el dispositivo, que puede romperse y ocasionar graves daños al laboratorio y a todos los presentes.
- **Unidad de Trabajo 7: Las técnicas de PCR.** Una práctica de laboratorio, para la que se utilizarán las muestras de ADN extraídas en las prácticas anteriores para amplificarlas por la técnica de Amplificación en Cadena de la Polimerasa. Se prepararán geles de agarosa para observar la banda amplificada, pero debido al tiempo que conlleva, será el profesor quien les enseñe el resultado final en forma de fotografías. Los vídeos, tal y como se muestra en los [ejemplos](#), albergan errores como la rotulación inadecuada de los tubos, la interpretación errónea de la graduación de las pipetas o el uso prematuro del gel de agarosa.

- **Unidad de Trabajo 8: Métodos de secuenciación de ácidos nucleicos.** Una sola práctica, que no se realizará en el laboratorio, sino en la sala de ordenadores. Se utilizarán herramientas bioinformáticas para analizar secuencias de ADN obtenidas de repositorios públicos (*GeneBank*, *Ensembl*). Los vídeos mostrarán fallos frecuentes en el uso del *software*, que conducen a errores informáticos o resultados inconcluyentes.
- **Unidad de Trabajo 9: Clonación de ácidos nucleicos.** Dos prácticas, con una semana de diferencia. En la primera, introducirán un plásmido en bacterias de *E. coli* cepa K12, utilizando el método de choque térmico. En la segunda, detectarán las colonias transformadas mediante selección por antibióticos y extraerán el ADN plasmídico con un kit comercial. Por tanto, se realizará **una actividad para cada sesión**. Los vídeos de la primera contendrán fallos como la concentración errónea de bacterias, la agitación insuficiente o una temperatura inadecuada. Los de la segunda, fallos habituales como la selección de colonias demasiado juntas o el uso inadecuado del kit de extracción. Por motivos de seguridad, no se les dejará cometer errores que supongan la liberación de las bacterias transformadas al medio (todo el material usado se desinfectará con lejía).
- **Unidad de Trabajo 10: Hibridación de ácidos nucleicos.** Como la actividad de la UT8, esta se realizará en la sala de informática y consistirá en el uso de herramientas bioinformáticas para diseñar una sonda de hibridación para una secuencia genética obtenida de un repositorio público. Una vez más, los vídeos mostrarán errores en el uso del *software*.
- **Unidad de Trabajo 11: Aplicación de las técnicas de biología molecular en medicina forense.** Se utilizarán marcadores genéticos para determinar la autenticidad de unas muestras de ternera asturiana con denominación de origen. Para ello, se utilizará un tipo especial de PCR (*PCR Multiplex*) que permite amplificar varios marcadores moleculares simultáneamente. Los vídeos serán similares a los utilizados para la UT7, pero los errores serán más específicos y difíciles de detectar (inadecuada refrigeración,

gotas en las paredes de los tubos, burbujas de aire en la muestra, tubos abiertos demasiado tiempo).

Por tanto, se realizará la actividad unas **9 veces** (4 en el primer trimestre y 5 en el segundo). Esto conlleva la elaboración de **18 vídeos**, con una duración mínima de 2 minutos y una máxima de 6 (entre 36 y 108 minutos totales). Si bien puede parecer un gran esfuerzo prepararlos todos, la experiencia me dice que se puede agilizar el proceso si se graban pequeños clips de pocos segundos y luego se editan para generar los dos vídeos. Además, esa estructura permite modificarlos fácilmente al añadir, eliminar o reordenar los clips. Debe tenerse en cuenta que, una vez hechos, pueden reutilizarse cuantas veces se quiera.

3.4.3. Recursos, agentes y materiales

En cuanto a los recursos, agentes y materiales requeridos, esta propuesta cuenta con la ventaja de que no se necesita nada más que los presentes en el apartado **4.3. Metodología y recursos materiales**, donde se detalla todo lo necesario para el desarrollo de la programación docente. Es decir, no hace falta aportar recursos adicionales, más allá de un teléfono móvil y el material de laboratorio que se utilizará en las prácticas. Es el propio profesor quien grabará los vídeos y los editará utilizando un *software* de edición gratuito (en mi caso se utilizó *OpenShot*, un programa sencillo e intuitivo para cualquier principiante). Los vídeos estarán disponibles en la plataforma online pertinente (Educastur, Microsoft Teams), que ya se utiliza normalmente para la subida de todo tipo de materiales y para la comunicación entre alumnado y profesor. Asimismo, se permitirá al alumnado utilizar sus propios teléfonos móviles para visualizarlos durante la práctica.

3.4.4. Evaluación

La evaluación de esta actividad se basará en la observación directa del alumnado, anotando sus intervenciones y actitudes durante la duración de la misma. Al ser una propuesta que no se ha llevado a cabo con anterioridad, aún puede tener margen de mejora y algunos fallos de diseño que corregir, por lo que se ha considerado que no debería suponer un porcentaje muy alto de la nota final, a fin de que el alumnado no se vea perjudicado por una implementación fallida. Así pues, en su primera aplicación se le asignará un peso de un 5% sobre la nota final (0,5 puntos de 10). El instrumento de

evaluación utilizado será una rúbrica (**Tabla 1**), mediante la cual se evaluará a cada grupo de prácticas y se le aplicará una nota colectiva de 0 a 0,5. Sobre esta nota grupal, cada alumno puede tener un aumento o una bajada individual si ha mostrado actitudes especialmente positivas o negativas durante la práctica. Por ejemplo, supongamos un grupo de tres alumnos con una nota colectiva de 0,3. Uno de los alumnos ha ayudado a otro grupo durante las prácticas, con lo que su nota se eleva a 0,4. Otro se ha burlado de un compañero por fallar en un paso, por lo que su nota se queda en 0,2. Estas modificaciones en la calificación individual no pueden suponer una nota por encima de 0,5 ni por debajo de 0.

3.5. Seguimiento y evaluación de la propuesta

Como ya se ha mencionado, la presente propuesta se probó, en una primera versión, en el centro donde realicé las prácticas.

En general, la clase respondió bien a esta actividad. Les gustó el formato de los vídeos por su brevedad y simpleza. Fueron muy participativos y escucharon atentamente mis explicaciones, para las que mezclé la terminología técnica con un tono más informal y leves toques de humor. Detectaron varios errores y me comprendieron sin dificultad cuando expliqué los que habían pasado por alto. No tuve ocasión de asistir a la sesión práctica, puesto que sucedió fuera de mi periodo de prácticas, pero mi tutora me informó de que habían trabajado bien y obtenido resultados positivos a pesar de la concentración y meticulosidad que requiere el proceso. Así pues, concluí que la base de esta propuesta puede ser bien acogida por los alumnos, al menos en su versión preliminar. Ahora bien, las modificaciones que he añadido a esa idea original la vuelven más extensa y desafiante para el alumnado, por lo que pueden esperarse reacciones distintas.

A medida que la propuesta progrese, se irá analizando si se producen mejoras en el rendimiento del alumnado. Esto puede requerir un tiempo de aclimatación por su parte, así que se tomará el segundo trimestre como periodo de pruebas y, al final del mismo, se evaluará si la metodología está dando el resultado deseado. Para ello, se tomarán como referencia las notas de la actividad, así como la nota global de prácticas,

Tabla 1. Rúbrica de evaluación para las actividades prácticas inscritas en la propuesta de innovación.

Criterios de evaluación	Puntos	Descripción
Autonomía	4	El grupo demuestra una alta autonomía en la realización de la práctica y toma decisiones de forma independiente y eficiente.
	3	El grupo muestra una buena autonomía en la realización de la práctica y toma decisiones adecuadas en la mayoría de las situaciones.
	2	El grupo presenta una autonomía limitada en la realización de la práctica y necesita apoyo ocasional para tomar decisiones.
	1	El grupo depende en gran medida del docente para realizar la práctica y tomar decisiones.
Trabajo en equipo	4	El grupo colabora de manera efectiva y muestra una excelente comunicación, cooperación y distribución equitativa de tareas.
	3	El grupo trabaja bien en equipo y se comunica de manera efectiva, aunque podría mejorar en la distribución de tareas.
	2	El grupo muestra algunas dificultades en la colaboración y la comunicación, lo que afecta ligeramente el trabajo en equipo.
	1	El grupo tiene problemas graves de colaboración y comunicación, lo que afecta negativamente el trabajo en equipo.
Trato del material	4	El grupo muestra una alta responsabilidad en el manejo del material de laboratorio y lo utiliza correctamente en todas las etapas.
	3	El grupo es responsable en el manejo del material de laboratorio, aunque se presentan algunos errores menores.
	2	El grupo presenta dificultades en la responsabilidad con el material, lo que afecta el desarrollo de la práctica.
	1	El grupo muestra una falta de responsabilidad en el manejo del material de laboratorio, poniendo en riesgo la seguridad y el desarrollo de la práctica.
Trato a los compañeros	4	El grupo muestra un alto nivel de respeto y consideración hacia todos los compañeros, promoviendo un ambiente de trabajo positivo.
	3	El grupo muestra un buen nivel de respeto hacia los compañeros, aunque se presentan ocasionalmente algunos desacuerdos.
	2	El grupo muestra algunas dificultades en el respeto hacia los compañeros, lo que afecta la dinámica de trabajo.
	1	El grupo presenta una falta de respeto y consideración hacia los compañeros, generando un ambiente negativo de trabajo.
NOTA GRUPAL (sobre 16)		
NOTA GRUPAL (sobre 0,5)		
Complementos individuales	0,1	El alumno ha destacado por su buena actitud, ha mostrado liderazgo o ha ayudado con frecuencia a sus compañeros, incluyendo a los de otros grupos.
	-0,1	El alumno ha tenido una actitud especialmente irrespetuosa hacia alguno de sus compañeros, incurriendo en burlas u otras faltas de respeto hacia los que han cometido errores o avanzado a un ritmo más lento.
NOTA FINAL (sobre 0,5)		

a fin de ver si hay un aumento en las calificaciones. Se prestará especial atención a la actitud del grupo durante las prácticas, observando si realmente empiezan a depender menos del profesor y a compenetrarse como equipo.

Al final del segundo trimestre, se pasarán a los alumnos cuestionarios de autoevaluación para conocer su percepción de la actividad. En especial, se les pedirá

que reflexionen sobre cómo han cambiado sus capacidades respecto al primer trimestre. Considero que ese es el punto más importante porque, si bien es posible que muchos prefieran el método tradicional porque requiere menos esfuerzo por su parte, el objetivo de esta innovación es lograr que ganen independencia, seguridad y capacidad de razonamiento. Así pues, aunque la satisfacción global se evaluará también y se aceptarán sugerencias de mejora, lo que primará es si consideran que han aprendido más. Si este objetivo se alcanza, se proseguirá en el tercer trimestre con la misma metodología. Si no, se valorarán las opiniones del alumnado a fin de introducir ajustes y mejoras en el tercer trimestre. En todo caso, la actividad proseguirá hasta el final del curso, cuando se realizará una segunda evaluación y se decidirá si seguir implementándola en el siguiente curso académico, así como los posibles cambios que requiera en el futuro.

Debe tenerse en cuenta que una de las principales fortalezas de esta propuesta es su flexibilidad. En base a las necesidades observadas, se modularán parámetros como la dificultad de los vídeos o el nivel de intervención del profesor ante las dudas. Asimismo, se adaptará a la complejidad de las prácticas, tratando de abordar los errores más frecuentes en cada procedimiento. En línea con los principios del DUA, también se tendrán en cuenta las circunstancias individuales del alumnado, considerando la alta heterogeneidad presente en la FP. Si bien el formato de los vídeos se considera adecuado debido a la juventud del grupo de clase en el que se puso en práctica, podríamos tener alumnos de mayor edad que prefieran vídeos con más texto, narración oral o un formato horizontal en vez de vertical. Todas estas cuestiones son fácilmente modificables en base a la evaluación que nuestro grupo haga de la actividad.

4. Programación docente: Biología Molecular y Citogenética

La programación docente es el documento escrito que contiene la planificación y organización de las actividades educativas y formativas previstas para el curso académico en una asignatura (módulo en el caso de la FP). Se elabora de manera previa al inicio del periodo lectivo y sirve como guía para el desarrollo de la enseñanza. Sus funciones principales son las siguientes:

1. **Establecer los objetivos educativos** que se pretende alcanzar en el periodo lectivo. Estos objetivos deben ser claros, medibles y estar alineados con los estándares y currículos establecidos.
2. **Planificar los contenidos** de enseñanza que se abordarán durante el periodo. Se determina qué conocimientos, habilidades y actitudes se trabajarán con los estudiantes.
3. **Diseñar las estrategias y metodologías de enseñanza** que el docente utilizará para impartir los contenidos. Se determina cómo se organizarán las clases, qué recursos y materiales se utilizarán y cómo se fomentará la participación activa de los estudiantes.
4. **Definir las evaluaciones.** Se establecen los criterios e instrumentos de evaluación que se utilizarán para medir el aprendizaje de los estudiantes y verificar el grado de consecución de los objetivos educativos.
5. **Secuenciar las actividades** de manera lógica, definiendo el orden y la duración de las clases, así como las progresiones de los contenidos.
6. **Atención a la diversidad.** Adaptar la programación a las necesidades, intereses y diversidad de los estudiantes. Se busca proporcionar oportunidades de aprendizaje equitativas y personalizadas.
7. **Reflexionar y mejorar la práctica docente.** A partir de la implementación de la programación, se recogen evidencias y se realizan ajustes para mejorar y ajustar los planes y estrategias, con el objetivo de brindar una educación de calidad.

En concreto, en el ámbito de la FP en Asturias, la programación docente se elabora de conformidad a la Resolución de 18 de junio de 2009, de la Consejería de Educación y

Ciencia, por la que se regula la organización y evaluación de la Formación Profesional del sistema educativo en el Principado de Asturias. En dicha resolución, se establece lo siguiente:

Las programaciones docentes de los módulos profesionales, que formarán parte de la concreción del currículo incluida en el Proyecto educativo o, en su caso, Proyecto funcional del centro docente, serán elaboradas por los órganos de coordinación docente que corresponda y en ellas se recogerán al menos los siguientes elementos:

a) Los contenidos y criterios de evaluación de los módulos profesionales para cada curso y la forma en que se incorpora la educación en valores y en la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres.

b) La secuenciación y distribución temporal de los contenidos en el curso correspondiente.

c) Los métodos de trabajo y los materiales curriculares que se vayan a utilizar, incluyendo, en su caso, los libros de texto.

d) Los procedimientos e instrumentos de evaluación, de acuerdo con los criterios de evaluación establecidos para cada módulo profesional y con las directrices generales establecidas en la concreción curricular.

e) Los criterios de calificación y los mínimos exigibles, deducidos a partir de los resultados de aprendizaje y criterios de evaluación del módulo profesional, para obtener una evaluación positiva.

f) Las actividades para la recuperación y para la evaluación de los módulos no superados, de acuerdo con las directrices generales establecidas en la concreción curricular.

g) Las medidas de atención a la diversidad.

h) Las actividades complementarias y extraescolares propuestas.

Así pues, la programación que se propone contiene los mencionados elementos. Se incluye, adicionalmente, un ejemplo de cómo se integrará en ella la actividad correspondiente a la propuesta de innovación educativa.

4.1 Contexto

En España, la Formación Profesional se encuentra regulada por varias leyes educativas simultáneamente. En primer lugar, al igual que la educación primaria y secundaria, se halla bajo la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). No obstante, los diferentes ciclos formativos se rigen aún por leyes educativas anteriores. Por ejemplo, la mayoría de los ciclos ofertados en el centro donde hice las prácticas siguen

en el marco de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) y el Ciclo de Grado Medio de Cuidados Auxiliares de Enfermería continúa bajo la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE). Asimismo, se han promulgado leyes que concretan las características de la FP dentro del marco general de la educación: la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de Junio de las Cualificaciones y de la Formación Profesional y el Real Decreto 1147/2011, del 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo. Próximamente, en el curso 2023-24, se espera que entre en funcionamiento la nueva Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional, cuyos principales pilares son la flexibilización de las modalidades de formación y la implantación del modelo dual, que incrementará el tiempo de formación del alumno en centros de trabajo.

En el Principado de Asturias, la normativa educativa autonómica incluye la Circular de Inicio de Curso 2022-2023 para los centros docentes públicos de enseñanzas profesionales, emitida en julio de 2022, y la Resolución de 1 de diciembre, de la Consejería de Educación, por la que se aprueban instrucciones sobre la evaluación y la promoción en la Educación Primaria, así como la evaluación, la promoción y la titulación en la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato y la Formación Profesional. Estas medidas complementan la LOMLOE, que establece una nueva regulación basada en la consecución de objetivos y competencias del alumnado. Anteriormente, se reguló la evaluación, promoción y titulación en los niveles educativos mencionados a través del Real Decreto 984/2021, de 16 de noviembre.

En concreto, el módulo para el que se ha elaborado la presente programación se inscribe en el CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico. Este ciclo formativo, perteneciente al campo de la sanidad, permite la obtención del título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico. Tiene una duración total de 2000 horas, repartidas en dos cursos académicos. Su regulación se acoge al Real Decreto 771/2014, de 12 de septiembre, que establece el título mencionado, y al Decreto 188/2015, de 19 de noviembre, que establece el currículo correspondiente. Este título acredita la competencia general para realizar análisis de muestras biológicas, siguiendo protocolos normalizados de trabajo, aplicando normas de calidad, seguridad y medioambientales,

y evaluando los resultados técnicos. Estos análisis se utilizan como apoyo en la prevención, diagnóstico, control de la evolución y tratamiento de enfermedades, así como en investigaciones, siguiendo los protocolos establecidos en la unidad asistencial.

La cualificación profesional completa que se obtiene con el título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico, según el Real Decreto 1087/2005, de 16 de septiembre, por el que se establecen nuevas cualificaciones profesionales, que se incluyen en el Catálogo nacional de cualificaciones profesionales, así como sus correspondientes módulos formativos, establecidos por el Real Decreto 295/2004, del 20 de Febrero, es "Laboratorio de análisis clínicos" (código SAN124_3). Esta cualificación incluye las siguientes unidades de competencia:

1. UC0369_3: Gestionar una unidad de un laboratorio de análisis clínicos.
2. UC0370_3: Realizar los procedimientos de las fases pre-analítica y post-analítica en el laboratorio clínico.
3. UC0371_3: Realizar análisis de bioquímica clínica en muestras biológicas humanas.
4. UC0372_3: Realizar análisis microbiológicos e identificar parásitos en muestras biológicas humanas.
5. UC0373_3: Realizar análisis hematológicos y genéticos en muestras biológicas humanas y procedimientos para obtener hemoderivados.
6. UC0374_3: Realizar técnicas inmunológicas de aplicación en las distintas áreas del laboratorio de análisis clínicos.

El título también permite obtener dos cualificaciones profesionales parciales adicionales: "Anatomía patológica y citología" (código SAN125_3) y "Ensayos microbiológicos y biotecnológicos" (código QUI020_3). Estas cualificaciones parciales abarcan las siguientes unidades de competencia:

- UC0375_3: Gestionar una unidad de un laboratorio de anatomía patológica y citología.
- UC0381_3: Aplicar técnicas de inmunohistoquímica, inmunofluorescencia y biología molecular, bajo la supervisión del facultativo.

- UC0055_3: Realizar ensayos biotecnológicos, informando de los resultados.

La obtención de este título habilita para el ejercicio de varios puestos de trabajo en el ámbito sanitario, tanto en el entorno público como el privado. Dichos trabajos se encuadran en el área del laboratorio clínico, centrándose en el diagnóstico, el tratamiento y la investigación. Los principales son los siguientes:

- Ayudante técnico en laboratorio de investigación y experimentación.
- Ayudante técnico en laboratorio de toxicología.
- Técnico superior en laboratorio de diagnóstico clínico.
- Técnico especialista en laboratorio.
- Delegado comercial de productos hospitalarios y farmacéuticos.

4.2. Objetivos

El CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico tiene definidos los siguientes objetivos:

1. Relacionar la patología básica con el proceso fisiopatológico, aplicando terminología científico-técnica.
2. Reconocer la patología básica, asociándola con los patrones de alteración morfológica y analítica.
3. Utilizar aplicaciones informáticas para cumplimentar la documentación de gestión.
4. Aplicar técnicas de control de existencias para organizar y gestionar el área de trabajo.
5. Reconocer las variables que influyen en la obtención, conservación y distribución de muestras aplicando procedimientos normalizados de trabajo y técnicas de soporte vital básico en la fase preanalítica.
6. Aplicar protocolos para garantizar la calidad en todas las fases del proceso analítico.

7. Cumplimentar la documentación relacionada con el procesamiento de las muestras, según los procedimientos de codificación y registro, para asegurar la trazabilidad.
8. Preparar reactivos según las demandas del proceso, manteniéndolos en condiciones óptimas.
9. Aplicar procedimientos de puesta en marcha y mantenimiento para verificar el funcionamiento del equipo.
10. Realizar operaciones fisicoquímicas para acondicionar la muestra antes del análisis.
11. Validar los datos obtenidos, según técnicas de tratamiento estadístico, para evaluar la coherencia y fiabilidad de los resultados.
12. Seleccionar los métodos de análisis cromosómico, en función del tipo de muestra y determinación, para aplicar técnicas de análisis genético.
13. Aplicar protocolos de detección de mutaciones y polimorfismos en el ADN de células o tejidos.
14. Seleccionar técnicas estandarizadas en función de la determinación que hay que realizar.
15. Aplicar procedimientos de análisis bioquímico, hematológico, microbiológico e inmunológico, para realizar determinaciones.
16. Preparar y distribuir hemoderivados, aplicando protocolos de calidad.
17. Reconocer programas informáticos de tratamiento de datos y de gestión, relacionándolos con el procesado de resultados analíticos y de organización, para realizar el control y registro de resultados en la fase post-analítica.
18. Tomar decisiones de forma fundamentada, analizando las variables implicadas, integrando saberes de distinto ámbito y aceptando los riesgos y la posibilidad de equivocación en las mismas, para afrontar y resolver distintas situaciones, problemas o contingencias.

19. Desarrollar técnicas de liderazgo, motivación, supervisión y comunicación en contextos de trabajo en grupo, para facilitar la organización y coordinación de equipos de trabajo y asegurar el uso eficiente de los recursos.

20. Aplicar estrategias y técnicas de comunicación, adaptándose a los contenidos que se van a transmitir, a la finalidad y a las características de los receptores, para asegurar la eficacia en los procesos de comunicación.

21. Evaluar situaciones de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, proponiendo y aplicando medidas de prevención personales y colectivas, de acuerdo con la normativa aplicable en los procesos de trabajo, para garantizar entornos seguros.

22. Identificar y proponer las acciones profesionales necesarias, para dar respuesta a la accesibilidad universal y al «diseño para todas las personas».

23. Identificar y aplicar parámetros de calidad en los trabajos y actividades realizados en el proceso de aprendizaje, para valorar la cultura de la evaluación y de la calidad y ser capaces de supervisar y mejorar procedimientos de gestión de calidad.

24. Utilizar procedimientos relacionados con la cultura emprendedora, empresarial y de iniciativa profesional, para realizar la gestión básica de una pequeña empresa o emprender un trabajo.

25. Reconocer sus derechos y deberes como agente activo en la sociedad, teniendo en cuenta el marco legal que regula las condiciones sociales y laborales, para participar como ciudadano democrático.

26. Analizar y utilizar los recursos y oportunidades de aprendizaje relacionados con la evolución científica, tecnológica y organizativa del sector y las tecnologías de la información y la comunicación, para mantener el espíritu de actualización y adaptarse a nuevas situaciones laborales y personales.

27. Desarrollar la creatividad y el espíritu de innovación para responder a los retos que se presentan en los procesos y en la organización del trabajo y de la vida personal.

A continuación, en la **Tabla 2**, se presentan los Módulos Profesionales que constituyen el Título, especificando su duración en base al Decreto 188/2015 del Currículo del Principado de Asturias y el curso académico en el que se encuadran. Se ha resaltado en amarillo el módulo al que corresponde esta programación.

Tabla 2. Módulos que componen el CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico.

MÓDULO	1º CURSO (h)	2º CURSO (h)
Gestión de Muestras	164	-
Técnicas Generales de Laboratorio	195	-
Biología Molecular y Citogenética	155	-
Fisiopatología General	195	-
Análisis Bioquímico	-	175
Técnicas de Inmunodiagnóstico	-	105
Microbiología Clínica	-	175
Técnicas de Análisis Hematológico	-	175
Proyecto de Laboratorio Clínico	-	30
Lengua extranjera de uso profesional	67	-
Formación y Orientación Laboral	96	-
Empresa e Iniciativa Emprendedora	88	-
Formación en Centros de Trabajo (FCT)	-	380
TOTAL HORAS: 2000 h	960	1040

En concreto, el módulo de Biología Molecular y Citogenética corresponde al primer curso del ciclo, durando 155 horas que se distribuyen entre clases teóricas y prácticas de laboratorio. Su objetivo general de aprendizaje es la adquisición de los conocimientos que permiten:

1. Realizar operaciones fisicoquímicas de acondicionamiento de la muestra antes del análisis.
2. Validar los datos obtenidos, según técnicas de tratamiento estadístico, para evaluar la coherencia y fiabilidad de los resultados.
3. Seleccionar los métodos de análisis cromosómico, en función del tipo de muestra y determinación, para aplicar técnicas de análisis genético.

El proceso de enseñanza-aprendizaje que se seguirá para alcanzarlos contempla los siguientes aspectos:

- Caracterización del ADN y sus alteraciones en genes y cromosomas.
- Métodos de obtención, mantenimiento y propagación de cultivos celulares.
- Realización de técnicas aplicadas al diagnóstico citogenético.
- Realización de técnicas utilizadas en el análisis molecular del ADN.

Asimismo, recoge las siguientes unidades de competencia:

- UC0373_3: Realizar análisis hematológicos y genéticos en muestras biológicas humanas y procedimientos para obtener hemoderivados.
- UC0381_3: Aplicar técnicas de inmunohistoquímica, inmunofluorescencia y biología molecular, bajo la supervisión del facultativo.
- UC0055_3: Realizar ensayos biotecnológicos, informando de los resultados.

El presente módulo contribuye a la adquisición de las siguientes competencias profesionales, de conformidad a lo establecido por el Instituto Nacional de Cualificaciones (INCUAL):

- **f.** Evaluar la coherencia y fiabilidad de los resultados obtenidos en los análisis, utilizando las aplicaciones informáticas.
- **g.** Aplicar técnicas de análisis genético a muestras biológicas y cultivos celulares, según los protocolos establecidos.
- **l.** Asegurar el cumplimiento de las normas y medidas de protección ambiental y personal, identificando la normativa aplicable.
- **m.** Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación.

A fin de definir con claridad las habilidades, conocimientos y actitudes que los estudiantes deben adquirir durante su formación para poder ejercer de manera competente en un campo profesional determinado, la Formación Profesional define lo que se conoce como Resultados de Aprendizaje (RA). Un RA se puede definir como una declaración clara y específica que describe lo que un estudiante debe saber, comprender y ser capaz de hacer al finalizar un módulo, unidad de competencia o ciclo formativo. Pueden incluir tanto aspectos técnicos y prácticos como habilidades transversales y competencias profesionales específicas. Son utilizados para guiar el diseño curricular, el desarrollo de materiales educativos, la planificación de actividades de enseñanza y aprendizaje, la evaluación del progreso y la acreditación de los estudiantes. Además, se alinean con los perfiles profesionales y las cualificaciones establecidas en el marco del INCUAL. Es posible que varias UT contribuyan a lograr un mismo RA, como sucede en este caso con algunas de las UT. Los RA definidos para este módulo son:

RA1: Caracteriza los procesos que hay que realizar en los laboratorios de citogenética y biología molecular, relacionándolos con los materiales y equipos.

RA2: Realiza cultivos celulares describiendo los pasos del procedimiento.

- RA3:** Aplica técnicas de análisis cromosómico en sangre periférica, líquidos y tejidos, interpretando los protocolos establecidos.
- RA4:** Aplica las técnicas de extracción de ácidos nucleicos a muestras biológicas, seleccionando el tipo de técnica en función de la muestra que hay que analizar.
- RA5:** Aplica técnicas de PCR y electroforesis al estudio de los ácidos nucleicos, seleccionando el tipo de técnica en función del estudio que hay que realizar.
- RA6** Aplica técnicas de hibridación con sonda a las muestras de ácidos nucleicos, cromosomas y cortes de tejidos, interpretando los protocolos establecidos.
- RA7:** Determina los métodos de clonación y la secuenciación de ácidos nucleicos, justificando los pasos de cada procedimiento de análisis.

4.3. Metodología y recursos materiales

Las clases teóricas consistirán en su mayor parte en clases magistrales, dado que el alumnado muestra una buena respuesta y progresos muy satisfactorios con esta metodología, por lo que no se ha considerado necesario modificarla. Consistirán en exposiciones orales del temario, apoyadas por una presentación de diapositivas que contendrá texto, imágenes y animaciones, pudiendo utilizarse la pizarra para explicaciones esquematizadas cuando sea necesario. Adicionalmente, se emplearán recursos tecnológicos de uso común en el ámbito educativo, como el Aula Virtual de Educastur y el software *Microsoft Teams*, para proporcionar material docente complementario, así como vídeos, documentales, artículos, libros y guiones de prácticas. Estos recursos se utilizarán para estimular la curiosidad científica de los estudiantes y también para asignar tareas individuales o grupales. Para estas clases teóricas no se requerirá más que un aula dotada de encerado, proyector y un ordenador con conexión estable a internet.

Será durante las actividades prácticas cuando se emplee la metodología del **Aprendizaje Basado en la Indagación**, de la forma descrita en la propuesta de innovación educativa. Tal y como se ha mencionado, dicha metodología se introducirá en el segundo trimestre y se modificará con los cambios pertinentes en el tercer

trimestre en base a los resultados observados en su primera implantación. Se hará uso del laboratorio de biología molecular disponible en el centro, que deberá estar dotado del material básico (micropipetas, tubos eppendorf, guantes, mesetas, papel de filtro, fregadero, vasos de precipitados, matraces, buretas, congelador, nevera, microondas, baño de calor) además de material especializado para la ejecución de los protocolos (kits comerciales, centrífuga, microscopio, cámara de Neubauer, cabina de esterilidad, incubadora, cubeta de electroforesis, transiluminador, espectrofotómetro, termociclador). Los alumnos deberán traer sus propias batas, aunque se guardarán al menos dos de uso común para casos de emergencia.

4.4. Contenidos

A continuación, se especifica la temporalización de las unidades de trabajo (UT) que conforman el módulo, detallando la distribución por evaluaciones (trimestres) y su duración aproximada (que puede modificarse sobre la marcha en función de las circunstancias). Las UT se han ordenado por un criterio de complejidad de las prácticas (**Tabla 3**), considerando que la mayor parte del alumnado que se incorpora al primer curso del ciclo no tiene experiencia previa con el trabajo en un laboratorio y se han detectado problemas con anterioridad por este motivo. Así pues, las UT que contienen prácticas más complejas se dejarán para el tercer trimestre. No obstante, también se ha tenido en cuenta la necesidad de mantener una coherencia entre los contenidos, de forma que exista una clara relación conceptual entre una unidad y la siguiente. Asimismo, se han repartido las horas de cada unidad en función de la extensión del contenido y la necesidad de actividades prácticas, y se han agrupado de forma que cada evaluación contenga alrededor de 50 horas.

Tabla 3. Secuenciación de los contenidos.

Temporalización	Unidades de Trabajo (UT)	Duración (h)
1ª evaluación (septiembre a diciembre)	1. Laboratorios de biología molecular y citogenética	9
	2. Ácidos nucleicos y enzimas asociados	15
	3. Principios de citogenética	14
	4. Citogenética humana y análisis cromosómico	14

2ª evaluación (enero a marzo)	5. Cultivos celulares	15
	6. Extracción y purificación de ácidos nucleicos	21
	7. Las técnicas de PCR	15
3ª evaluación (abril a junio)	8. Métodos de secuenciación de ácidos nucleicos	15
	9. Clonación de ácidos nucleicos	12
	10. Hibridación de ácidos nucleicos	16
	11. Aplicación de las técnicas de biología molecular en medicina forense	9

A continuación, se propone un cronograma que detalla la distribución de las UT a lo largo del curso académico. Se ha tomado como referencia el calendario escolar para el curso 2023-24, establecido por la Resolución de 27 de abril 2023, de la Consejería de Educación, por la que se aprueba el Calendario Escolar para el curso 2023-2024 y las instrucciones necesarias para su aplicación (BOPA 10/05/2023) (**Figura 1**). El cronograma (**Tabla 4**) especifica el uso de las horas por UT, incluyendo la incorporación de la propuesta de innovación a partir del segundo trimestre. Se habla en términos de horas en lugar de sesiones, debido a que estas pueden tener una duración de entre 1 y 3 horas en función del día, por lo que no es posible concretarlas con más detalle hasta que se elabora el horario del centro para ese curso.

Calendario escolar 2023/2024

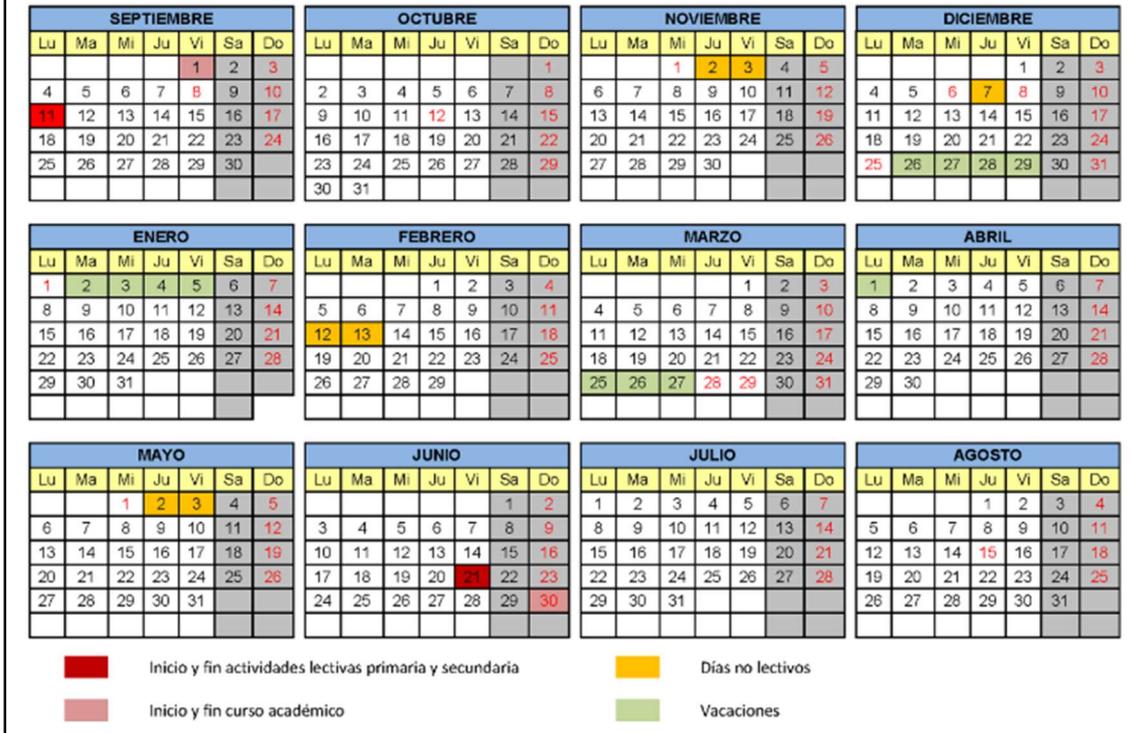


Figura 2. Calendario escolar 2023/2024.

Tabla 4. Cronograma de Biología Molecular y Citogenética para el curso 2023-2024.

Primer trimestre (11/09/23 – 22/12/23) (68 días lectivos, 52 horas del módulo)	
UT1. Laboratorios de biología molecular y citogenética	9 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 3 horas para una práctica de laboratorio
UT2. Ácidos nucleicos y enzimas asociados	15 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 2 horas para ejercicios prácticos en el aula • 3 horas para una práctica de laboratorio • 1 hora para la realización de una prueba escrita
UT3. Principios de citogenética	14 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 2 horas para ejercicios prácticos en el aula • 3 horas para una práctica de laboratorio • 30 minutos para explicar la propuesta de innovación educativa que se introducirá en

	las prácticas a partir de la UT7.
UT4. Citogenética humana y análisis cromosómico	14 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 2 horas para la presentación de un seminario individual • 6 horas para dos prácticas de laboratorio • 1 hora para la realización de una prueba escrita
Segundo trimestre (08/01/24 – 22/03/24) (53 días lectivos, 51 horas del módulo)	
UT5. Cultivos celulares	15 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 3 horas y media para la primera actividad de la propuesta de innovación (de estas, 2 horas y 45 minutos corresponden a la práctica de laboratorio) • 1 hora para la realización de una prueba escrita
UT6. Extracción y purificación de ácidos nucleicos	21 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 7 horas para realizar la segunda y tercera actividades de la innovación (dos sesiones de prácticas)
UT7. Las técnicas de PCR	15 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 2 horas para la presentación de un seminario individual • 3 horas y media para la cuarta actividad • 30 minutos para el primer cuestionario de evaluación de la propuesta de innovación • 1 hora para la realización de una prueba escrita
Tercer trimestre (02/04/24 – 21/06/24) (56 días lectivos, 52 horas del módulo)	
UT8. Métodos de secuenciación de ácidos nucleicos	15 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 3 horas y media para la quinta actividad
UT9. Clonación de ácidos nucleicos	12 horas. Incluyendo:

	<ul style="list-style-type: none"> • 7 horas para la sexta y séptima actividades (dos sesiones de prácticas). • 1 hora para la realización de una prueba escrita
UT10. Hibridación de ácidos nucleicos	16 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 2 horas para la presentación de un seminario individual • 3 horas y media para la octava actividad
UT11. Aplicación de las técnicas de biología molecular en medicina forense	9 horas. Incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • 3 horas y media para la novena actividad • 30 minutos para el cuestionario final de evaluación de la propuesta de innovación • 1 hora para la realización de una prueba escrita

4.5. Unidades de Trabajo (UT)

En este apartado se desglosarán las doce unidades de trabajo que componen el módulo, detallando sus resultados de aprendizaje (RA), criterios de evaluación (CE) y contenidos. Asimismo se especificará, a modo de ejemplo, la actividad que forma parte de la propuesta de innovación educativa en la *UT7: Las técnicas de PCR*, por ser esta la unidad en la que tuve ocasión de probar una versión temprana de la misma.

UT1: Laboratorios de Biología Molecular y Citogenética

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Situarse en el laboratorio que se utilizará en el curso.	RA1 Caracteriza los procesos que hay que realizar en los laboratorios de citogenética y biología molecular, relacionándolos con los materiales y equipos	Se han identificado las áreas de trabajo de cada laboratorio.
Aprender a seguir órdenes sencillas.		Se han definido las condiciones de seguridad.
Adquirir autonomía y capacidad de organización.		Se han descrito las técnicas realizadas en cada área.
Conocer los aparatos y material de laboratorio.		Se han descrito las técnicas realizadas en cada área.
Adquirir destreza en el uso de las micropipetas.		Se han seleccionado las normas para la manipulación del material y los reactivos en condiciones de esterilidad.
Realizar los cálculos necesarios para la realización de distintas disoluciones tampón necesarias para la realización de la electroforesis. Calcular y medir el PH.		Se ha descrito el protocolo de trabajo en la cabina de flujo laminar.
Medir absorbancias y relacionarlas con la concentración.		Se ha establecido el procedimiento de eliminación de los residuos generados.
Valorar la importancia del calibrado.		
CONTENIDOS		

Conceptuales	<p>Concepto de disoluciones amortiguadoras. Tris-HCl, TE</p> <p>Espectrofotómetro, pHmetro, balanza semianalítica</p> <p>Material volumétrico</p>
Procedimentales	<p>Elaboración de una disolución</p> <p>Cálculos y preparación de las disoluciones amortiguadoras</p> <p>Medición de pH y de absorbancias.</p> <p>Uso de las micropipetas.</p>
Actitudinales	<p>Trabajo en equipo</p> <p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo</p> <p>Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Demostrar cierto grado de autonomía y método científico en la resolución de contingencias</p> <p>Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente</p> <p>Planificar el trabajo de laboratorio</p> <p>Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos</p> <p>Limpieza y orden en la realización de actividades</p> <p>Responsabilidad y seguridad, siguiendo los procedimientos de prevención y protección</p>

UT2: Ácidos nucleicos y enzimas asociados

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Conocer la estructura de los ácidos nucleicos.	RA4	Se ha descrito el procedimiento de extracción de ácidos nucleicos.

Identificar las propiedades físicas relevantes en el análisis de los ácidos nucleicos.	Aplica las técnicas de extracción de ácidos nucleicos a muestras biológicas, seleccionando el tipo de técnica en función de la muestra que hay que analizar.	Se han preparado las soluciones y los reactivos necesarios.
Reconocer e identificar el código genético.		Se ha trabajado en todo momento cumpliendo las normas de seguridad y prevención de riesgos.
Utilizar con precisión el vocabulario científico relacionado.		
Realizar transcripción replicación traducción y retrotranscripción de una secuencia.		
Conocer el origen y nomenclatura de los enzimas de restricción.		
Identificar los extremos generados por la acción de los diferentes enzimas de restricción.		
Comprender los mapas de restricción.		
Dibujar mapas de restricción a partir de enzimas y fragmentos de restricción.		
Utilizar con precisión el vocabulario científico relacionado.		
Utilizar herramientas bioinformáticas para detectar los sitios de restricción.		

Elaborar y ejecutar el protocolo de digestión de un DNA con una o más enzimas de restricción.		
Realizar los cálculos y explicar el proceso para preparar y almacenar los reactivos necesarios.		
CONTENIDOS		
Conceptuales	Estructura del DNA Propiedades del DNA Replicación, transcripción, traducción Enzimas de restricción: origen, nomenclatura y función Secuencias palindrómicas Isoesquizómeros Tipos y usos de los enzimas de restricción Mapas de restricción Consideraciones prácticas en el laboratorio	
Procedimentales	Identificación de nucleótidos complementarios Identificación de extremos 3' y 5' Manejo del código genético Preparación de reactivos Búsqueda e identificación del buffer correspondiente a cada enzima de restricción Elaboración de mapas de restricción	

Actitudinales	<p>Trabajo en equipo</p> <p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo. Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Limpieza y orden en la realización de actividades</p> <p>Responsabilidad y seguridad, siguiendo los procedimientos de prevención y protección</p>
----------------------	---

UT3: Principios de citogenética

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Identificar los componentes celulares.	<p>RA3</p> <p>Aplica técnicas de análisis cromosómico en sangre periférica, líquidos y tejidos, interpretando los protocolos establecidos.</p>	Se han definido las características morfológicas de los cromosomas humanos y sus patrones de bandeo.
Comprender las funciones básicas de los orgánulos celulares.		Se han caracterizado las anomalías cromosómicas más frecuentes.
Conocer el ciclo celular y el comportamiento de la cromatina.		Se han realizado las técnicas de tinción y bandeo cromosómico.
Diferenciar eucromatina de heterocromatina.		
Identificar las características de la estructura génica.		

Entender el comportamiento del material genético en la división celular, mitosis y meiosis.		
Conocer los mecanismos que originan alteraciones cromosómicas.		
Identificar las características de las células madre.		
CONTENIDOS		
Conceptuales	Componentes celulares La cromatina Estructura génica Ciclo celular Mitosis y meiosis Células madre	
Procedimentales	Reconocimiento de la estructura cromosómica Relación de los eventos que ocurren en el ciclo celular Análisis de los fallos en la división celular Reconocimiento del origen de las anomalías cromosómicas	

Actitudinales	<p>Elaborar y almacenar los reactivos</p> <p>Demostrar cierto grado de autonomía y método científico en la resolución de contingencias</p> <p>Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente</p> <p>Planificar el trabajo de laboratorio</p> <p>Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos</p> <p>Valorar la importancia del seguimiento de los protocolos establecidos</p> <p>Consultar siempre que sea necesario los documentos generales de laboratorio</p> <p>Mantener el área de trabajo con el grado apropiado de orden y limpieza</p> <p>Responsabilizarse de terminar el trabajo y recoger el lugar de trabajo</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo.</p> <p>Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección</p>
----------------------	--

UT4: Citogenética humana y análisis cromosómico

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Describir las características morfológicas de los cromosomas humanos y su patrón de bandeo.	RA3 Aplica técnicas de análisis cromosómico en sangre periférica, líquidos y tejidos, interpretando los protocolos establecidos.	Se han definido las características morfológicas de los cromosomas humanos y sus patrones de bandeo.
Conocer las anomalías cromosómicas más frecuentes.		Se han caracterizado las anomalías cromosómicas más frecuentes.
Reconocer los cromosomas en un cariotipo marcado con diferentes fluorocromos.		Se han realizado las técnicas de tinción y bandeo cromosómico.

Identificar las anomalías numéricas o estructurales.		
Determinar las fórmulas cromosómicas que corresponden a diferentes cariotipos.		
Explicar las aplicaciones del análisis cromosómico al diagnóstico genético.		
Realizar el recuento del número cromosómico y la determinación del sexo cromosómico.		
Ordenar y emparejar los cromosomas por procedimientos manuales o automáticos.		
Obtener cromosomas a partir de muestras en fresco o incluidas en parafina.		
Efectuar técnicas de bandeo cromosómico.		
Describir diferentes métodos de marcaje cromosómico.		

CONTENIDOS

Conceptuales	<p>Estructura del cromosoma metafásico</p> <p>Clasificación de los cromosomas en grupos</p> <p>Bandeo de cromosomas</p> <p>Otros marcajes cromosómicos: FISH</p>
Procedimentales	<p>Elaboración y almacenamiento correcto de reactivos</p> <p>Seguimiento de protocolos</p> <p>Clasificación de los cromosomas</p> <p>Emparejamiento de cromosomas homólogos</p> <p>Realización de cariotipo normal y cariotipos con alteraciones cromosómicas</p> <p>Identificación de las fórmulas del cariotipo</p> <p>Obtención de cromosomas de tejidos o sangre</p>
Actitudinales	<p>Elaborar y almacenar los reactivos</p> <p>Mostrar cierto grado de autonomía y método científico en la resolución de contingencias</p> <p>Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente</p> <p>Planificar el trabajo de laboratorio</p> <p>Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos</p> <p>Valorar la importancia del seguimiento de los protocolos establecidos</p> <p>Consultar siempre que sea necesario los documentos generales de laboratorio</p> <p>Mantener el área de trabajo con el grado apropiado de orden y limpieza</p> <p>Responsabilizarse de terminar el trabajo y recoger el lugar de trabajo</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo.</p> <p>Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección</p>

UT5: Cultivos celulares

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
<p>Reconocimiento del equipamiento y materiales necesarios para el cultivo: flujo laminar, estufa de cultivo, baño térmico, pipetas automáticas, placas y botellas de cultivo.</p>	<p>RA2 Realiza cultivos celulares describiendo los pasos del procedimiento.</p>	<p>Se han caracterizado los métodos de cultivo celular que se aplican en los estudios citogenéticos.</p>
<p>Familiarizarse y manejar diferentes recipientes.</p>		<p>Se han seleccionado los tipos de medios y suplementos en función del cultivo que hay que realizar.</p>
<p>Buscar las características de distintos tipos celulares y sus requerimientos nutricionales para asignarles un medio y unas condiciones de cultivo determinadas.</p>		<p>Se han realizado los procedimientos de puesta en marcha, mantenimiento y seguimiento del cultivo.</p>
<p>Realizar cálculos básicos de nº de células, viabilidad y dilución relacionados con los cultivos celulares.</p>		<p>Se ha determinado el número y la viabilidad celular en los cultivos en la propagación del cultivo.</p>
		<p>Se han tomado las medidas para la eliminación de la contaminación detectada.</p>
		<p>Se han definido los procedimientos de conservación de las células.</p>
		<p>Se ha trabajado en todo momento en condiciones de esterilidad.</p>

<p>Identificar el estado de las células en cultivo y la necesidad de cambio (pase), dilución, estado de contaminación, etc.</p>		
<p>Investigar sobre las diferentes aplicaciones experimentales y de diagnóstico clínico de los cultivos celulares.</p>		
<p>Utilizar adecuadamente el instrumental necesario en especial el microscopio.</p>		
<p>Realizar el tratamiento de las células manteniendo las condiciones de esterilidad y proporcionando las condiciones ambientales óptimas para su viabilidad y proliferación.</p>		
<p>Realizar pedidos de medios de cultivo adecuados y almacenarlos.</p>		
<p>Investigar kits comerciales para la determinación de la viabilidad celular.</p>		
<p>Reconocimiento del equipamiento y materiales necesarios para el cultivo: flujo laminar, estufa de cultivo, baño térmico, pipetas automáticas, placas y botellas de cultivo.</p>		

CONTENIDOS	
Conceptuales	<p>Equipo básico de un laboratorio de cultivo celular</p> <p>Cultivos primarios y líneas estables</p> <p>Preparación del medio de cultivo</p> <p>Asepsia en el cuarto de cultivo y esterilidad</p> <p>Congelación y almacenamiento de las líneas celulares.</p>
Procedimentales	<p>Selección de los medios adecuados</p> <p>Determinación del número y viabilidad celular</p> <p>Conservación y almacenamiento de las células</p> <p>Aplicación de las normas de esterilidad al manejo celular</p> <p>Mantenimiento y seguimiento de un cultivo celular</p>
Actitudinales	<p>Elaborar y almacenar los reactivos</p> <p>Mostrar cierto grado de autonomía y método científico en la resolución de contingencias</p> <p>Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente</p> <p>Planificar el trabajo de laboratorio</p> <p>Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos</p> <p>Valorar la importancia del seguimiento de los protocolos establecidos</p> <p>Consultar siempre que sea necesario los documentos generales de laboratorio</p> <p>Mantener el área de trabajo con el grado apropiado de orden y limpieza</p> <p>Responsabilizarse de terminar el trabajo y recoger el lugar de trabajo</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo</p> <p>Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección</p>

UT6: Extracción y purificación de ácidos nucleicos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Conocer y describir diferentes métodos de extracción y purificación de ácidos nucleicos.	<p>RA4</p> <p>Aplica las técnicas de extracción de ácidos nucleicos a muestras biológicas, seleccionando el tipo de técnica en función de la muestra que hay que analizar.</p>	Se ha descrito el procedimiento de extracción de ácidos nucleicos.
Elegir el método de extracción en función del tipo o la muestra de la que se obtiene el ácido nucleico.		Se han preparado las soluciones y los reactivos necesarios.
Valorar la importancia de seguir el protocolo para obtener un ácido nucleico de buena calidad.		Se ha trabajado en todo momento cumpliendo las normas de seguridad y prevención de riesgos.
Preparar los reactivos y soluciones necesarios para la extracción y purificación de ADN y ARN.		
Conocer el procesamiento de las muestras según se trate de células, tejidos frescos, tejidos en parafina o en formol, etc.		
Realizar la extracción de ADN en el laboratorio.		
Almacenar en las condiciones adecuadas los ácidos nucleicos extraídos.		
Describir los sistemas automáticos de extracción de ácidos nucleicos.		

Comprobar la cantidad y calidad de los ácidos nucleicos extraídos.		
CONTENIDOS		
Conceptuales	<p>Métodos de extracción y purificación de ácidos nucleicos. Fundamentos</p> <p>Posibles impurezas en el DNA. Cantidad y calidad del DNA extraído</p> <p>Reactivos utilizados en la lisis, extracción, precipitación y lavado</p> <p>Automatización del proceso de extracción y purificación</p>	
Procedimentales	<p>Elaboración y almacenamiento correcto de reactivos</p> <p>Seguimiento de protocolos de extracción de ADN plasmídico y ADN genómico, en función del tipo de muestras</p> <p>Comparación de las diferencias entre los protocolos dependiendo del tipo de muestra</p> <p>Extracción en el laboratorio de DNA genómico y DNA plasmídico</p> <p>Cuantificación de los ácidos nucleicos</p> <p>Planificación del trabajo y realización de cálculos</p>	
Actitudinales	<p>Elaborar y almacenar los reactivos</p> <p>Demostrar cierto grado de autonomía y método científico en la resolución de contingencias</p> <p>Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente</p> <p>Planificar el trabajo de laboratorio</p> <p>Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos</p> <p>Valorar la importancia del seguimiento de los protocolos establecidos</p> <p>Consultar siempre que sea necesario los documentos generales de laboratorio</p> <p>Mantener el área de trabajo con el grado apropiado de orden y limpieza</p> <p>Responsabilizarse de terminar el trabajo y recoger el lugar de trabajo</p> <p>Trabajo en equipo</p>	

	<p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo.</p> <p>Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección</p>
--	--

UT7: Las técnicas de PCR

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Describir la técnica de PCR.	<p>RA5</p> <p>Aplica técnicas de PCR y electroforesis al estudio de los ácidos nucleicos, seleccionando el tipo de técnica en función del estudio que hay que realizar.</p>	Se ha descrito la técnica de PCR, sus variantes y aplicaciones.
Diseñar cebadores para la amplificación de un fragmento de DNA.		Se han seleccionado los materiales y reactivos para realizar la amplificación.
		Se ha preparado la solución mezcla de reactivos en función del protocolo, la técnica y la lista de trabajo.
		Se han dispensado los volúmenes de muestra, controles y solución mezcla de reactivos, según el protocolo.

		Se ha programado el termociclador para realizar la amplificación.
		Se ha seleccionado el marcador de peso molecular y el tipo de detección en función de la técnica de electroforesis que hay que realizar.
		Se han cargado en el gel el marcador, las muestras y los controles.
		Se han programado las condiciones de electroforesis de acuerdo con el protocolo de la técnica.
Introducir diferentes modificaciones en los cebadores para obtener fragmentos amplificados de características concretas: primers con sitios de restricción, primers degenerados (secuencias de restricción).		Se ha determinado el tamaño de los fragmentos amplificados.
Comprobar la idoneidad de los cebadores diseñados. Utilizar programas bioinformáticos como <i>primer3</i> .		
Establecer las condiciones de realización de la PCR.		
Distinguir las características de los distintos tipos de polimerasas: Taq, Vent y Pfu.		
Conocer los problemas que se pueden presentar en la PCR; inhibición de la polimerasa, contaminación, temperatura de annealing.		
Conocer los inhibidores de la PCR.		

Realizar correctamente los pasos del protocolo una PCR teniendo en cuenta las contaminaciones externas y controlando el área de trabajo.		
Investigar las diferentes polimerasas termoestables utilizadas actualmente en la PCR.		
Variantes de PCR: anidada, multiplex, cuantitativa.		
Describir la cubeta de electroforesis y los métodos de visualización del DNA.		
Identificar el tamaño de los fragmentos de DNA en un gel de agarosa. Elegir el marcador de pesos moleculares adecuado.		
CONTENIDOS		ACTIVIDAD: REALIZACIÓN DE UNA PCR EN EL LABORATORIO
Conceptuales	Fundamento teórico de la técnica de la PCR Diseño de primers Reactivos de la PCR. Tipos de polimerasas Posibles problemas en la técnica de la PCR Variantes de la PCR	Objetivos: 9, 12, 13 y 14 Metodología: Se aplicará la metodología de Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) descrita en la propuesta de innovación educativa a la práctica

	Cubeta y material de electroforesis Migración del DNA y porcentaje de agarosa Geles de acrilamida	<p>de laboratorio. Se realizará una PCR y se observarán los resultados en un gel de agarosa. El alumnado tendrá disponibles los correspondientes videos de ejemplo y se realizará la discusión grupal de los resultados tras el fin de la práctica.</p> <p>Recursos: Laboratorio de biología molecular equipado con termociclador y cubeta de electroforesis, kit comercial de reactivos para PCR, muestras de ADN extraídas en prácticas previas o proporcionadas por un centro hospitalario, videos generados por el docente, soporte digital para su visualización (los móviles de los alumnos son válidos), guion de prácticas digital o impreso, material estándar del laboratorio (batas, guantes, micropipetas, tubos <i>ependorf</i>).</p> <p>Evaluación: Se utilizará la rúbrica diseñada para la actividad de ABI y se pedirá a los alumnos completar la correspondiente hoja de preguntas para incluir en su cuaderno de prácticas, que será evaluado al final del trimestre.</p>
Procedimentales	Realización de cálculos necesarios Preparación de reactivos Búsqueda de información sobre las polimerasas Resolución de problemas que plantea la técnica Almacenaje adecuado de los reactivos y productos de la PCR Diseño de un experimento Elaboración de un gel de agarosa de un porcentaje determinado Cálculos y preparación de las disoluciones amortiguadoras. Cargar un gel de agarosa con DNA y tampón de carga. Visualizar los productos de electroforesis Explicar los resultados de una electroforesis	

Actitudinales	<p>Trabajo en equipo</p> <p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo</p> <p>Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Búsqueda activa de soluciones.</p> <p>Utilización del método científico.</p> <p>Limpieza y orden en la realización de actividades</p> <p>Responsabilidad y seguridad, siguiendo los procedimientos de prevención y protección</p>	
----------------------	---	--

UT8: Métodos de secuenciación de ácidos nucleicos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Definir el fundamento y las características de los métodos de secuenciación.	RA7	Se ha definido el fundamento y las características de los métodos de secuenciación.
Describir el procesamiento de las muestras que hay que secuenciar.		Se ha descrito el procesamiento de las muestras que hay que secuenciar.
Conocer los secuenciadores automáticos y los programas informáticos utilizados en las técnicas de secuenciación.		Se han caracterizado los secuenciadores automáticos y los programas informáticos utilizados en las técnicas de secuenciación.

Establecer los pasos que hay que seguir en la lectura e interpretación de las secuencias.	justificando los pasos de cada procedimiento de análisis.	Se han establecido los pasos que hay que seguir en la lectura e interpretación de las secuencias.
Describir las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética.		Se han descrito las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética.

CONTENIDOS

Conceptuales	<p>Secuenciación de ácidos nucleicos</p> <p>Métodos enzimáticos de terminación de cadena</p> <p>Secuenciación automática de 1ª generación</p> <p>Secuenciación masiva</p> <p>Secuenciación de tercera generación</p> <p>Secuenciación de ARN</p>
Procedimentales	<p>Descripción del proceso de secuenciación de genomas bacterianos</p> <p>Búsqueda de información sobre distintos los tipos de secuenciación</p>
Actitudinales	<p>Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente</p> <p>Planificar el trabajo de laboratorio</p> <p>Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos</p> <p>Valorar la importancia del seguimiento de los protocolos establecidos</p>

UT9: Clonación de ácidos nucleicos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Describir el proceso de clonación de un fragmento de ADN identificando los diferentes pasos a seguir y los posibles problemas.	<p>RA7</p> <p>Determina los métodos de clonación y la secuenciación de ácidos nucleicos, justificando los pasos de cada procedimiento de análisis.</p>	Se ha descrito el proceso de clonación de ácidos nucleicos.
Identificar el vector las enzimas de restricción y los sitios de corte.		Se han caracterizado las enzimas de restricción, los vectores y las células huésped utilizadas en las técnicas de clonación.
Explicar planificar y llevar a cabo la preparación de células competentes.		Se han utilizado programas bioinformáticos para obtener información sobre el inserto que se quiere clonar.
Utilizar programas bioinformáticos para obtener información sobre el inserto que se quiere clonar.		Se ha detallado la selección de las células recombinantes.
Describir los distintos métodos de secuenciación.		Se han descrito las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética.
CONTENIDOS		
Conceptuales	<p>Vectores: plásmidos, fagos y cósmidos</p> <p>Enzimas de restricción y mapas de restricción</p> <p>Fases para clonar un DNA en un vector plasmídico</p> <p>Características y actuación de la DNA ligasa</p> <p>Transformación de células competentes</p> <p>Selección de células que han incorporado el DNA recombinante</p>	

Procedimentales	<p>Realización de mapas de restricción de plásmidos con inserto de DNA</p> <p>Búsqueda de información de la DNA ligasa y sus condiciones óptimas</p> <p>Elaboración de células competentes</p> <p>Transformación y selección de células que han incorporado el plásmido</p> <p>Búsqueda de información sobre las características de diferentes plásmidos comerciales</p>
Actitudinales	<p>Elaborar y almacenar los reactivos</p> <p>Demostrar cierto grado de autonomía y método científico en la resolución de contingencias</p> <p>Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente</p> <p>Planificar el trabajo de laboratorio</p> <p>Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos</p> <p>Valorar la importancia del seguimiento de los protocolos establecidos</p> <p>Consultar siempre que sea necesario los documentos generales de laboratorio</p> <p>Mantener el área de trabajo con el grado apropiado de orden y limpieza</p> <p>Responsabilizarse de terminar el trabajo y recoger el lugar de trabajo</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo</p> <p>Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección</p>

UT10: Hibridación de ácidos nucleicos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
Definir el concepto de sonda y se han caracterizado los tipos de marcaje.	RA6 Aplica técnicas de hibridación con sonda a las muestras de ácidos nucleicos, cromosomas y cortes de tejidos, interpretando los protocolos establecidos.	Se ha definido el concepto de sonda y se han caracterizado los tipos de marcaje.
Describir el proceso de hibridación, las fases y los factores que influyen en la misma.		Se ha descrito el proceso de hibridación, las fases y los factores que influyen en la misma.
Describir las técnicas de hibridación en soporte sólido, cromosomas y cortes de tejidos.		Se han caracterizado las técnicas de hibridación en soporte sólido, cromosomas y cortes de tejidos.
Seleccionar el tipo de sonda y de marcaje, en función del sistema de detección.		Se ha seleccionado el tipo de sonda y de marcaje, en función del sistema de detección.
		Se ha realizado el procedimiento siguiendo el protocolo de trabajo seleccionado.
		Se ha verificado el funcionamiento de la técnica.
		Se han registrado los resultados en los soportes adecuados.
Analizar el protocolo de marcaje.		Se ha trabajado de acuerdo con las normas de seguridad y prevención de riesgos.
Diseñar una sonda en un supuesto prácticos siguiendo un protocolo de trabajo.		
Analizar los resultados y verificar el funcionamiento de la técnica.		

Registrado los resultados en los soportes adecuados.		
Trabajar de acuerdo con las normas de seguridad y prevención de riesgos.		
CONTENIDOS		
Conceptuales	Tipos de sonda y tipos de marcaje Procedimiento de hibridación	
Procedimentales	Diseño de sondas. Uso de aplicaciones informáticas Búsqueda de información sobre las aplicaciones diagnósticas de las técnicas de hibridación	
Actitudinales	<p>Elaborar y almacenar los reactivos</p> <p>Demostrar cierto grado de autonomía y método científico en la resolución de contingencias</p> <p>Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente</p> <p>Planificar el trabajo de laboratorio</p> <p>Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos</p> <p>Valorar la importancia del seguimiento de los protocolos establecidos</p> <p>Consultar siempre que sea necesario los documentos generales de laboratorio</p> <p>Mantener el área de trabajo con el grado apropiado de orden y limpieza</p> <p>Responsabilizarse de terminar el trabajo y recoger el lugar de trabajo</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo.</p> <p>Adaptación a los diferentes grupos y tareas</p> <p>Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección.</p>	

UT11: Aplicación de las técnicas de biología molecular en medicina forense

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN (CE)
<p>Describir las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y la terapia génica.</p>	<p>RA7 Determina los métodos de clonación y la secuenciación de ácidos nucleicos, justificando los pasos de cada procedimiento de análisis.</p>	<p>Se ha definido el fundamento y las características de los métodos de secuenciación.</p>
		<p>Se ha descrito el procesamiento de las muestras que hay que secuenciar.</p>
		<p>Se han caracterizado los secuenciadores automáticos y los programas informáticos utilizados en las técnicas de secuenciación.</p>
		<p>Se han establecido los pasos que hay que seguir en la lectura e interpretación de las secuencias.</p>
		<p>Se han descrito las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia génica.</p>
CONTENIDOS		
<p>Conceptuales</p>	<p>Genética forense y bioinformática Organización del genoma humano Polimorfismos La huella genética Análisis del ADN mitocondrial</p>	
<p>Procedimentales</p>	<p>Análisis de distintos tipos de secuencias</p>	

	Obtención de huellas genéticas mediante el sistema CODIS Detección de mutaciones
Actitudinales	Transmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente Planificar el trabajo de laboratorio Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos Valorar la importancia del seguimiento de los protocolos establecidos

4.6. Evaluación

La evaluación desempeña un papel fundamental para determinar el nivel de conocimientos y habilidades adquiridos por los alumnos una vez que se han llevado a cabo las correspondientes actividades de enseñanza-aprendizaje. En Asturias, este proceso sigue la normativa dispuesta por la Resolución de 1 de diciembre de 2021 de la Consejería de Educación del Principado de Asturias, por la que se aprueban instrucciones sobre la evaluación y la promoción en la Educación Primaria, así como la evaluación, la promoción y la titulación en la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato y la Formación Profesional (BOPA 243, 2021). Tal y como mencionaba en mi reflexión personal, las ciencias de la educación sufren un problema de terminología, debido a que no existe un consenso a la hora de nombrar y clasificar sus sujetos de estudio. La evaluación del alumnado no es una excepción, pero a este respecto, Hamodi et al. (2015) proponen una terminología común que resulta de gran utilidad.

De acuerdo con estos autores, la **evaluación** es el proceso por el que se recaba información sobre el alumnado, se analiza y se emite un juicio sobre la misma, cosa que sucede a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por el contrario, la **calificación** es la materialización de ese juicio en forma de nota alfanumérica, lo que suele hacerse al final del proceso de evaluación y con un carácter sumativo. Una vez definida esta diferencia, en esta sección explicaré el tipo de evaluación que se utilizará y luego los criterios que se seguirán para emitir las calificaciones.

Para empezar, la evaluación será al mismo tiempo formativa y sumativa. El proceso de evaluación formativa se basa no sólo en analizar el desempeño de nuestros alumnos para emitir un veredicto, sino también para asegurarnos de que a lo largo del camino puedan aprender de sus errores, desarrollar unos hábitos de trabajo y definir sus preferencias a fin de alcanzar su máximo potencial. En este sentido, la propuesta de innovación basada en el ABI que se ha presentado resulta de gran utilidad, puesto que se basa en mostrar al alumnado la forma de convertir sus fallos en lecciones y juzgar su propio proceso de aprendizaje. Asimismo, hasta cierto punto se les exige una introspección y reflexión sobre sí mismos, puesto que deben ser conscientes de en qué aspectos tienen que mejorar. Paralelamente, se hace una evaluación sumativa, puesto que también se valoran sus resultados finales, como lo son los seminarios, los exámenes,

los cuadernos de prácticas y el nuevo conocimiento que generen durante las actividades de ABI.

Es importante señalar también que, de acuerdo con el autor, hay tres elementos presentes en el proceso de evaluación: medios, técnicas e instrumentos. Los **medios** son las producciones del alumnado que el profesorado pueden analizar para determinar cuánto han aprendido (observación directa, actividades entregables, participación...). Las **técnicas** son las estrategias que se emplean para obtener esa información a partir de los medios. Por ejemplo, el profesor puede evaluar unilateralmente, sin la intervención del alumno, pero el alumno también puede participar en el proceso evaluándose a sí mismo (autoevaluación) o a los compañeros (coevaluación). Por último, los **instrumentos** son las formas que el profesor tiene para representar y organizar la información obtenida a través de las técnicas (diarios, escalas, informes...).

Con el fin de evaluar el grado de conocimientos y destrezas alcanzados por los estudiantes, se llevará a cabo una evaluación continua a lo largo del curso. Los medios, técnicas e instrumentos se detallan en la **Tabla 5**. En general, se han seguido los medios tradicionales (exámenes, observación directa, trabajos), así como una técnica unilateral en la que el alumno no participa en su evaluación. Esta decisión se ha tomado por el mismo motivo por el que se ha mantenido la metodología de clase expositiva tradicional en las clases teóricas: el alumnado responde bien, se siente cómodo y obtiene resultados satisfactorios con este modo. En las prácticas, donde se han incorporado las actividades de ABI, el alumnado sí tendrá la posibilidad de evaluar las actividades, pero no intervendrán en la evaluación de su propio trabajo ni el de los compañeros. Esto se ha decidido por el mismo motivo por el que se decidió que la actividad sólo representara un 5% de la nota: al ser una propuesta experimental, se considera preferible utilizar un método más simple y familiar para el alumnado, que no les suponga estrés adicional. En el futuro, podría considerarse incorporar esas técnicas si la propuesta progresa adecuadamente.

Tabla 5. Medios, técnicas e instrumentos de evaluación utilizados.

Medio	Técnica	Instrumento
-------	---------	-------------

Examen teórico	Análisis documental y de producciones	Pruebas escrita con preguntas tipo test, preguntas de respuesta corta y problemas
Aspectos actitudinales	Observación sistemática	Diario del docente
Participación	Observación sistemática	Diario del docente
Elaboración y exposición de seminarios	Análisis documental y de producciones Observación	Rúbrica analítica
Cuaderno de prácticas	Análisis documental y de producciones	Rúbrica analítica
Actividades de ABI en prácticas (propuesta de innovación)	Observación Análisis documental y de producciones	Rúbrica analítica

Mediante este proceso de evaluación, se busca obtener una visión integral y precisa del progreso y rendimiento de los estudiantes, identificando sus fortalezas y áreas de mejora en relación con los objetivos de aprendizaje establecidos. En la **Tabla 6**, se muestran los **criterios de calificación** con sus respectivos valores porcentuales sobre la calificación final.

Tabla 6. Criterios de calificación en el régimen de evaluación continua.

CRITERIO		PORCENTAJE
Observación directa en el aula		5%
Interacciones en el aula y las plataformas virtuales		5%
Producciones del alumnado	Trabajos de clase	10%
	Cuaderno de prácticas	10%
Pruebas objetivas		70%

La evaluación se considerará aprobada con una nota superior al 5,00. Las evaluaciones serán trimestrales, superándose el módulo una vez aprobadas las tres. La recuperación de las evaluaciones no superadas se realizará mediante una única prueba global en junio, en la que el alumno se examinará de la parte suspensa. En caso de suspender de nuevo, tendrá la posibilidad de presentarse a una prueba extraordinaria de iguales características, cuyo suspenso tendrá como consecuencia la necesidad de matricularse de nuevo en el módulo. Para el alumnado que promocione a segundo curso con este módulo suspenso, la prueba global se realizará en el mes de marzo.

Los criterios comentados hasta ahora son los aplicables a un proceso de evaluación continua, que se considera más recomendable dada la gran carga práctica del módulo. El alumno sólo tendrá la posibilidad de ser evaluado de esta forma con una asistencia igual o superior al 80% de las horas lectivas. Si, por motivos de cualquier índole (incompatibilidad de horarios, problemas de movilidad, preferencia personal, etc.), no asistiera con la mencionada frecuencia, aún tendrá la posibilidad de superar el módulo. No obstante, perderá el derecho a evaluación continua (notificado por correo electrónico) y pasará al régimen de evaluación especial, que contempla los siguientes criterios de calificación recogidos en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Criterios de calificación en régimen de evaluación especial.

CRITERIO	PORCENTAJE
Pruebas objetivas	80%
Presentación de tareas individuales sobre las unidades de trabajo	20%

4.7. Atención a la diversidad

Para garantizar el adecuado aprendizaje de cada unidad didáctica, se ofrecerán oportunidades de refuerzo a aquellos alumnos que enfrenten dificultades en la adquisición de los conocimientos. Estas actividades de refuerzo estarán diseñadas para ayudarles a alcanzar el nivel de aprendizaje adecuado. Además, el docente estará

disponible para atender a los estudiantes y resolver cualquier duda durante las horas de clase, las horas de tutoría o en otros momentos acordados. Asimismo, se brindarán actividades de ampliación de manera voluntaria para aquellos alumnos interesados en profundizar en los contenidos y enriquecer su aprendizaje. En el caso de que algún alumno o alumna tenga necesidades específicas relacionadas, por ejemplo, con aspectos sensoriales o motrices que puedan afectar su participación en las actividades, se tomarán en consideración esas necesidades y se realizarán las adaptaciones metodológicas necesarias para garantizar su plena participación y aprendizaje. De esta manera, se busca asegurar que todos los estudiantes tengan igualdad de oportunidades y puedan desarrollar su potencial en el proceso educativo.

Debe tenerse presente, como ya se ha mencionado, que las adaptaciones sólo pueden ser metodológicas, dado que el currículo se ha diseñado de forma que otorgue todas las competencias necesarias para desempeñar una profesión y no admite cambios o reducciones. Asimismo, por este mismo motivo puede suceder que una determinada discapacidad suponga la imposibilidad de completar el módulo o el ciclo formativo, así como para ejercer en el mercado laboral (por ejemplo, una disfunción visual grave resultaría incompatible con el trabajo en el laboratorio por temas de seguridad). Los casos en los que pueda suceder esto se notificarán antes de la matriculación y se consultarán con el departamento, a fin de decidir si es posible realizar la adaptación metodológica pertinente o es mejor una orientación hacia otro título.

Finalmente, en lo relativo a las prácticas de laboratorio, se espera que la incorporación de los principios del DUA en las actividades de ABI contribuyan a lograr una enseñanza más inclusiva y personalizada para el alumnado. Al fin y al cabo, más allá de las necesidades especiales que se puedan presentar, incluso los alumnos que no requieren atenciones concretas son diversos en cuanto a sus capacidades, preferencias e intereses.

5. Conclusiones

En conclusión, este TFM tiene como finalidad poner en valor la importancia de la FP en la preparación de profesionales competentes y adaptados a las exigencias del mercado laboral moderno, para lo cual se hace patente la necesidad de alejarse de enfoques academicistas y adoptar metodologías alternativas basadas en la autonomía, la cooperación, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Dentro de este marco, el método de Aprendizaje Basado en la Indagación (ABI) es de gran interés para el aspecto práctico del currículo del módulo de Biología Molecular y Citogenética, perteneciente al primer curso del CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico.

En el contexto del ABI, se ha desarrollado una propuesta de innovación educativa que fomenta el trabajo en equipo y la concepción del error como una parte integral del proceso de aprendizaje, poniendo sobre la mesa el valor de la reflexión grupal en la optimización de dinámicas de trabajo. Con esto, se pretende impulsar un cambio de mentalidad en los futuros técnicos de laboratorio, que pasen a verse a sí mismos como una parte fundamental y enriquecedora del proceso de investigación científica. Se espera que esta propuesta ayude a reducir la problemática debida a unas instalaciones que no están preparadas para la alta demanda del ciclo formativo, utilizando el agrupamiento para optimizar el flujo de trabajo al tiempo que se crea un hábito de trabajo colaborativo en el alumnado y se mejora el ambiente socioemocional del grupo.

Se ha desarrollado una programación que enriquece sus sesiones prácticas con la aplicación de la mencionada metodología, ordenando las Unidades de Trabajo en base a su complejidad técnica y utilizando el DUA para facilitar la adquisición de las competencias al alumnado tan heterogéneo de este nivel educativo. Se espera que dicha programación permita una formación más sólida, significativa y transferible al entorno de trabajo. Y, por supuesto, se mantiene presente la realidad de que ninguna innovación cubrirá del todo las necesidades que se propone sin antes pasar por un largo proceso de supervisión, evaluación y retroalimentación.

En el sistema educativo, el paso más importante es el próximo, por lo que esta propuesta debe considerarse como nada más que eso: otro paso del que aprender.

6. Bibliografía

- Abushkin, H. K. H., Kharitonova, A. A., Khvastunov, N. N., y Gorshunov, M. V. (2018). Problem-Based Learning in Secondary School: Status and Prospects. *Cypriot Journal of Educational Science*, 13(4), 444–450. Recuperado de <http://www.cjes.eu> [Acceso el 29 de mayo de 2023]
- Alba, C., Sánchez, P., Sánchez, J. M., y Zubilaga, A. (2018). Pautas sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) Texto Completo (Versión 2.0), modificado según la versión 2018 de las Pautas publicadas por CAST. Recuperado de <https://www.galeriabat.com/es> [Acceso el 29 de mayo de 2023]
- Arteaga, I. H., Pérez, J. C. A., y Luna, S. M. (2015). Creatividad e innovación: competencias genéricas o transversales en la formación profesional. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 44, 135–151. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194238608010.pdf> [Acceso el 22 de mayo de 2023]
- Circular de Inicio de Curso 2021-2022 para Centros Públicos. Conserjería de Educación del Principado de Asturias, de 15 de julio de 2022. Recuperado de https://www.educastur.es/documents/34868/38433/2022-07-CIC-centros-pu%CC%81blicos-2022_2023.pdf/3b63dea6-8904-c189-ec46-edd52d9dc7d2?t=1657632433760 [Acceso el 22 de mayo de 2023]
- Decreto 188/2015, de 19 de noviembre, por el que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior de formación profesional de Laboratorio Clínico y Biomédico. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, 276, de 27 de noviembre de 2015.
- Duffy, M. E., Twenge, J. M., y Joiner, T. E. (2019). Trends in Mood and Anxiety Symptoms and Suicide-Related Outcomes Among U.S. Undergraduates, 2007-2018: Evidence from Two National Surveys. *The Journal of Adolescent Health: Official Publication of the Society for Adolescent Medicine*, 65(5), 590–598. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2019.04.033>
- García, F. F. (2014). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona*, 207, 1–15. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-207.htm> [Acceso el 29 de mayo de 2023]
- Gary, K. (2015). Project-Based Learning. *Computer*, 48(9), 98–100. <https://doi.org/10.1109/MC.2015.268>

- Hamodi, C., Pastor, V. M. L., y Pastor, A. T. L. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles Educativos*, 37(147), 146–161. <https://doi.org/10.1016/j.pe.2015.10.004>
- Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (2014). Cooperative Learning in 21st Century. [Aprendizaje cooperativo en el siglo XXI]. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 30(3), 841–851. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201241>
- Kensinger, E. A. (2009). Remembering the Details: Effects of Emotion. *Emotion Review: Journal of the International Society for Research on Emotion*, 1(2), 99–113. <https://doi.org/10.1177/1754073908100432>
- Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional. *Boletín Oficial del Estado*, 147, de 20 de junio de 2002.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). *Boletín Oficial del Estado*, 106, de 3 de mayo de 2016.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). *Boletín Oficial del Estado*, 295, de 10 de diciembre de 2013.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020.
- Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional. *Boletín Oficial del Estado*, 78, de 1 de abril de 2022.
- Mayorga, M. J., y Madrid, D. (2010). Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias Pedagógicas*, 15, 91–111. Recuperado de <https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/1934> [Acceso el 22 de mayo de 2023]
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Prince, M. J., y Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00884.x>
- Real Decreto 295/2004, del 20 de Febrero, por el que se establecen determinadas cualificaciones profesionales que se incluyen en el Catálogo nacional de cualificaciones profesionales, así como sus correspondientes módulos formativos que se incorporan al Catálogo modular de formación profesional. *Boletín Oficial del Estado*, 59, de 9 de marzo de 2004.

- Real Decreto 1087/2005, de 16 de septiembre, por el que se establecen nuevas cualificaciones profesionales, que se incluyen en el Catálogo nacional de cualificaciones profesionales, así como sus correspondientes módulos formativos, que se incorporan al Catálogo modular de formación profesional, y se actualizan determinadas cualificaciones profesionales. *Boletín Oficial del Estado*, 238, de 5 de octubre de 2005.
- Real Decreto 1147/2011, del 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo. *Boletín Oficial del Estado*, 182, de 30 de julio de 2011.
- Real Decreto 771/2014, de 12 de septiembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico. *Boletín Oficial del Estado*, 241, de 4 de octubre de 2014.
- Real Decreto 984/2021, de 16 de noviembre, por el que se regulan la evaluación y la promoción en la Educación Primaria, así como la evaluación, la promoción y la titulación en la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato y la Formación Profesional. *Boletín Oficial del Estado*, 275, de 17 de noviembre de 2021.
- Resolución de 1 de diciembre de 2021, de la Consejería de Educación del Principado de Asturias, por la que se aprueban instrucciones sobre la evaluación y la promoción en la Educación Primaria, así como la evaluación, la promoción y la titulación en la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato y la Formación Profesional. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, 243, de 21 de diciembre de 2021.
- Resolución de 18 de junio de 2009, de la Consejería de Educación y Ciencia, por la que se regula la organización y evaluación de la Formación Profesional del sistema educativo en el Principado de Asturias. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, 157, de 8 de julio de 2009.
- Resolución de 27 de abril 2023, de la Consejería de Educación, por la que se aprueba el Calendario Escolar para el curso 2023-2024 y las instrucciones necesarias para su aplicación. *Boletín Oficial del Principado de Asturias*, 88, de 10 de mayo de 2023.
- Simón Saiz, M. J., Fuentes Chacón, R. M., Garrido Abejar, M., Serrano Parra, M. D., Díaz Valentín, M. J., y Yubero, S. (2020). Perfil de consumo de drogas en adolescentes. Factores protectores. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 46(1), 33–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.semerg.2019.06.001>
- Velasco, N. A., Somalo, C. G., Ma, J., Santos, N., y Correa, J. (2018). *Métodos, técnicas y modelos de enseñanza*. La Gomera. Dirección General de Ordenación, Innovación y Promoción Educativa. Gobierno de Canarias. Recuperado de <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/proideac/files/2018/04/orientaciones-modelos-ensenanza.pdf> [Acceso el 22 de mayo de 2023]