

# ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS EN BIOLOGÍA MOLECULAR

Trabajo de Fin de Máster  
Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,  
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas  
Especialidad: Biología y Geología

Facultad de Educación y Trabajo Social



---

**Universidad de Valladolid**

Autora: Berta Arias López  
Tutor: José Miguel Ferreras Rodríguez  
Junio 2024

**INDICE**

INDICE .....	1
ABREVIATURAS .....	2
RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	6
CONTEXTO .....	8
MARCO NORMATIVO .....	8
CONTEXTO EDUCATIVO .....	13
UNIDAD DIDÁCTICA .....	16
OBJETIVOS .....	16
CONTENIDOS .....	17
METODOLOGÍA .....	19
RECURSOS .....	21
TEMPORALIDAD .....	23
ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES .....	24
SECUENCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	26
EVALUACIÓN .....	32
CONCLUSIONES .....	35
BIBLIOGRAFÍA .....	37
ANEXOS: .....	41
ANEXO I: CUESTIONARIO INICIAL .....	41
ANEXO II: RECURSOS INTERACTIVOS .....	43
ANEXO III: ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS .....	44
ANEXO IV: ACTIVIDADES DE DESARROLLO .....	48
ANEXO V: PRÁCTICA SIMULACIÓN BIOMOLÉCULAS .....	50
ANEXO VI: ACTIVIDADES DE DESARROLLO II .....	52
ANEXO VII: ACTIVIDADES DE REPASO .....	55
ANEXO VIII: PRÁCTICA EXTRACCIÓN ADN .....	59
ANEXO IX: PRÁCTICA ELECTROFORESIS .....	62
ANEXO X: AUTOEVALUACIÓN .....	65
ANEXO XI: RÚBRICAS DE EVALUACIÓN .....	67

## ABREVIATURAS

A: adenina.

ADN: Ácido desoxirribonucleico.

AN: ácidos nucleicos

ARN: ácido ribonucleico.

BIO: Biología molecular y citogenético

C: citosina.

CFGS: Ciclo formativo de grado superior

EIE: Empresa e iniciativa emprendedora

FCT: formación en centros de trabajo

FOL: Formación y orientación laboral

FPT: Fisiopatología general

G: Guanina.

GMB: Gestión de muestras biológicas

Kb: Kilobases.

nt: nucleótico.

Pb: Pares de bases.

PCR: Reacción en Cadena de la Polimerasa (*Polymerase Chain Reaction*).

T: Timina.

TFM: Trabajo de Fin de Máster

TGL: Técnicas generales de laboratorio

TIC: Tecnologías de la información

Algunos términos en inglés ampliamente utilizados en Biología Molecular y sin clara traducción en castellano se muestran en cursiva.

## RESUMEN

El presente TFM, titulado "Estrategias Didácticas para la Enseñanza de los Ácidos Nucleicos en Biología Molecular", se centra en la creación de una unidad didáctica innovadora para el CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico. La biología molecular es un tema complejo que puede ser desafiante para los estudiantes. Para abordar estos desafíos, se han identificado estrategias didácticas innovadoras que pueden mejorar la comprensión y motivación de los estudiantes.

La metodología empleada se basa en la evaluación de conocimientos previos, la participación activa y la utilización de herramientas digitales y prácticas de laboratorio interactivas. Estas estrategias han demostrado ser efectivas para mejorar la comprensión de los estudiantes en la enseñanza de ciencias. El objetivo principal es diseñar una unidad didáctica que modernice la enseñanza de los conceptos básicos de la base molecular de la vida, utilizando metodologías activas e interactivas para promover el interés del alumnado. Fomentando el aprendizaje autónomo, el trabajo en equipo y la participación activa de los estudiantes en el aula.

**Palabras Clave:** Aprendizaje activo, Biología molecular, estrategias didácticas, TIC Participación, Laboratorio interactivo , Simuladores, Formación profesional.

### Abstract

The present master's thesis, titled "Strategies for Teaching Nucleic Acids in Molecular Biology", focuses on creating an innovative didactic unit for the CFGS of Clinical and Biomedical Laboratory. Molecular biology is a complex topic that can be challenging for students. To address these challenges, innovative didactic strategies have been identified that can improve student understanding and motivation.

The methodology used is based on the evaluation of prior knowledge, active participation, and the use of digital tools and interactive laboratory practices. These strategies have been shown to be effective in improving student understanding in the teaching of sciences. The main objective is to design a didactic unit that modernizes the teaching of basic concepts of molecular life, using active and interactive methodologies to promote student interest.

**Key Words:** Active Learning, Molecular Biology, Didactic Strategies, TIC, Participation, Interactive Laboratory, Simulators, Professional Training.

## INTRODUCCIÓN

La biología molecular es una rama de la biología que estudia las interacciones y procesos que ocurren en los seres vivos desde el punto de vista molecular, convergiendo la bioquímica, la genética y la biología celular. La biología molecular se centra principalmente en el estudio de la composición, estructura y funciones de dos macromoléculas fundamentales: el ADN y el ARN, que preservan y transmiten la información genética, y las proteínas que son esenciales en los procesos vitales (Watson & Crick, 1953; Crick, 1970).

Además, la biología molecular ha permitido el estudio de la composición y estructura de las macromoléculas, así como las funciones que desempeñan en los procesos vitales. Uno de los dogmas centrales de la biología molecular describe el proceso de transcripción y traducción por el cual la información genética se convierte en proteínas: DNA → RNA → proteína (Alberts et al., 2002). La transcripción implica la síntesis de una hebra de ARN a partir de un molde de ADN, mientras que la traducción implica la síntesis de proteínas a partir de aminoácidos codificados en el ARN (Alberts et al., 2015). Siendo este uno de los procesos más importantes en los organismo.

La enseñanza de la biología molecular, especialmente en el contexto de la formación profesional y bachillerato, presenta desafíos significativos. Los estudiantes pueden enfrentar dificultades al abordar conceptos abstractos y complejos, como la estructura y función de los ácidos nucleicos, lo que puede afectar su comprensión y participación en el aprendizaje (Bahar et al., 1999). En este sentido, es fundamental desarrollar estrategias innovadoras y efectivas para la enseñanza de biología molecular que atiendan a las necesidades y características de los estudiantes.

Uno de los enfoques más prometedores es el uso de simuladores y prácticas de laboratorio interactivas, que permiten a los estudiantes experimentar y comprender conceptos complejos de manera más efectiva. Varios estudios han demostrado la efectividad de las simulaciones interactivas en la enseñanza de biología molecular, mejorando significativamente la comprensión de los estudiantes (Rutten et al., 2012; Smetana & Bell, 2012). Además del uso de simuladores, otras estrategias innovadoras para la enseñanza de biología molecular incluyen el aprendizaje basado en indagación, el uso de estudios de caso, el aprendizaje colaborativo y el uso de juegos y simulaciones (Springer

## INTRODUCCIÓN

et al., 1999; Minner et al., 2010; Hainey et al., 2016). Estas estrategias han demostrado ser efectivas para mejorar la participación y la comprensión de los estudiantes en biología molecular.

En el contexto de la formación profesional, la educación en biología molecular es crucial para la formación de profesionales capacitados para abordar problemas complejos en el campo de la biomedicina y la clínica. Sin embargo, la enseñanza de este tema puede ser desafiante debido a la falta de experiencia práctica y la complejidad de los conceptos (Bahar, 2003). Para abordar estos desafíos, es fundamental desarrollar estrategias innovadoras y efectivas para la enseñanza de biología molecular, antes de lo cual deberemos realizar un análisis de las ideas previas de los alumnos (Solaz-Portés y Sanjosé, 2008). Uno de los enfoques más prometedores es el uso de simuladores y prácticas de laboratorio interactivas, que permiten a los estudiantes experimentar y comprender conceptos complejos de manera más efectiva (Rutten et al., 2012; Smetana & Bell, 2012)

En este sentido, el presente Trabajo Fin de Máster tiene como objetivo explorar y desarrollar estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de los ácidos nucleicos en biología molecular en el CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico. A continuación, se presentan los resultados de una revisión de literatura que abordan las dificultades de la enseñanza de biología molecular y las estrategias innovadoras para abordarlas.

## JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Para el desempeño del Trabajo de Fin de Máster titulado “Estrategias Didácticas para la Enseñanza de los Ácidos Nucleicos en Biología Molecular”, se ha elegido la unidad didáctica “Ácidos nucleicos”. Dicha unidad didáctica forma parte del módulo profesional de Biología Molecular y Citogenética en el Ciclo Formativo de Grado Superior (CFGS) en Laboratorio Clínico y Biomédico, perteneciente al área de ciencias de la salud.

Este módulo está diseñado para desarrollar habilidades y conocimientos necesarios para desempeñarse como técnico en laboratorio clínico y biomédico. Los estudios se centran en la formación de competencias que están directamente relacionadas con el desempeño profesional. La base pedagógica se fundamenta en la adquisición de conocimientos sólidos, que sirven como pilar para el aprendizaje de nuevos contenidos. Es fundamental que los estudiantes comprendan y asimilen los conceptos teóricos y prácticos esenciales para su formación profesional.

La importancia de este proyecto radica en reconocer las dificultades que los estudiantes pueden enfrentar al comprender conceptos en biología molecular e intentar mejorar dicho aprendizaje. Muchos alumnos provienen de estudios que no están directamente relacionados con las ciencias, lo que puede generar una base desigual en conocimientos previos. Además, la naturaleza abstracta de las moléculas, que no son visibles a simple vista, puede hacer que los conceptos de biología molecular parezcan poco tangibles y difíciles de asimilar. Estas barreras pueden obstaculizar el entendimiento de la estructura y función de los ácidos nucleicos, lo que subraya la necesidad de utilizar estrategias didácticas innovadoras y recursos visuales que faciliten la comprensión y concreten los contenidos para todos los estudiantes.

Por todo ello, las clases se llevarán a cabo siempre promoviendo el aprendizaje activo de los alumnos, teniendo en cuenta sus capacidades y habilidades en el ámbito de la biología molecular y fomentando la interacción de los alumnos.

En concordancia con lo anterior, los objetivos que persigue este Trabajo de Fin de Máster son los siguientes:

- **Elaborar una unidad didáctica innovadora:** Diseñar una unidad didáctica que modernice la enseñanza de los conceptos básicos de la base molecular de la vida, utilizando metodologías activas e interactivas para promover el interés del alumnado.
- **Facilitar el aprendizaje significativo:** Aplicar métodos de enseñanza que respondan a las ideas previas de los estudiantes y se adapten a diferentes niveles de estudio y estilos de aprendizaje, asegurando que comprendan correctamente los contenidos.
- **Asegurar la comprensión de biomoléculas:** Promover una comprensión profunda de la estructura y función de biomoléculas utilizando herramientas digitales y prácticas de laboratorio que permitan a los estudiantes identificar estas moléculas en muestras biológicas.
- **Integrar Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC):** Incorporar herramientas TIC para desarrollar y presentar recursos visuales y modelos interactivos que aumenten la motivación de los estudiantes y apoyen la adquisición efectiva del conocimiento.
- **Fomentar el aprendizaje autónomo:** aportando a los estudiantes las herramientas y recursos necesarios para que puedan construir su propio conocimiento de manera independiente, desarrollando habilidades y competencias clave para su formación profesional.
- **Potenciar el enfoque científico:** Desarrollar la capacidad de razonamiento científico en los estudiantes, resaltando la naturaleza dinámica de la ciencia y su impacto en la sociedad, y alentando una visión crítica e investigadora.
- **Promover la participación y el trabajo en equipo:** Estimular la colaboración en el aula y el trabajo en equipo, creando un ambiente de aprendizaje colectivo que valore la interacción y cooperación entre los estudiantes, alejándose de enfoques individualista

Estos objetivos están diseñados para enfatizar el aprendizaje activo, el uso de TIC, la participación de los estudiantes y el trabajo en equipo en el contexto de la educación en formación profesional.



## CONTEXTO

La descripción del contexto en el que se desarrolla este TFM se basa en una comprensión profunda de los marcos normativos y educativos que rigen la CFGS Laboratorio Clínico y Biomédico del currículo de Castilla y León y, también, en el contexto educativo del Centro donde se realizaron las prácticas. Parte de esta descripción se basa en mi análisis previo realizado para la memoria de prácticas del curso académico actual, disponible en la Universidad de Valladolid, lo que me proporcionó una visión más detallada de los desafíos y oportunidades que enfrentan los profesores en los CFGS de la rama sanitaria.

## MARCO NORMATIVO

Para el desarrollo de esta unidad didáctica, se ha llevado a cabo una revisión exhaustiva y consulta de la normativa educativa vigente. Se han considerado cuidadosamente las regulaciones establecidas tanto a nivel estatal como autonómico, conforme a los documentos legales pertinentes que regulan los diferentes aspectos del proceso educativo.

### Normativa de referencia

En la Tabla 1 se muestra las leyes y los reales decretos que actualmente rigen las enseñanzas del CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico.

NORMATIVA	
<b>GENERAL</b>	Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), modificada por la Ley Orgánica 2/2023, de 28 de marzo (LOMLOE)
	Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional.
	REAL DECRETO 217/2023, de 28 de marzo, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo.
	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.

	Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional.
	REAL DECRETO 771/2014, de 12 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico y se fijan sus enseñanzas mínimas.
<b>CASTILLA Y LEÓN</b>	DECRETO 30/2022, de 30 de junio, por el que se modifica el Decreto 62/2015, de 8 de octubre, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico en la Comunidad de Castilla y León.
	DECRETO 14/2023, de 2 de marzo por el que se regula la organización y funcionamiento de los centros integrados de formación profesional en la Comunidad de Castilla y León.
	ORDEN EDU/267/2023, de 15 de marzo, por la que se regula el proceso de evaluación y la acreditación académica de los alumnos que cursen enseñanzas de formación profesional inicial en la Comunidad de Castilla y León.
	ORDEN EDU/362/2023, de 27 de abril, por la que se modifica la ORDEN EDU/267/2023, de 15 de marzo, por la que se regula el proceso de evaluación y la acreditación académica de los alumnos que cursen enseñanzas de formación profesional inicial en la Comunidad de Castilla y León.

**Tabla 1. Relación de leyes de educación a nivel nacional y autonómico.**

En relación a la normativa citada anteriormente y a la Programación Didáctica de la Biología Molecular y Citogenética que me ha proporcionado el centro se han desarrollado los siguientes aspectos generales del módulo.

### **La identificación del título**

El título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico se identifica en la Comunidad de Castilla y León por los elementos determinados en el artículo 2 del Real Decreto 771/2014, de 12 de septiembre, por el que se establece el título y se fijan sus enseñanzas mínimas. Las características más relevantes del título se muestran en la Tabla 2.

Denominación	Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico
Código	SAN08S
Nivel	Formación profesional de Grado Superior
Duración	2.000 horas
Familia profesional	Sanidad
Ramas de conocimiento	Ciencias. Ciencias de la Salud.
Referente europeo	P-5.5.4 (Clasificación Internacional Normalizada de la educación)

Tabla 2. Características e identificación del título.

### Competencias generales y específicas para el título

Según el Real Decreto 771/2014, de 12 de septiembre, la competencia general de este título consiste en *“realizar estudios analíticos de muestras biológicas, siguiendo los protocolos normalizados de trabajo, aplicando las normas de calidad, seguridad y medioambientales establecidas, y valorando los resultados técnicos, para que sirvan como soporte a la prevención, al diagnóstico, al control de la evolución y al tratamiento de la enfermedad, así como a la investigación, siguiendo los protocolos establecidos en la unidad asistencial”*.

Mientras que las competencias profesionales, personales y sociales de este título son las que se relacionan a continuación:

- a) Organizar y gestionar a su nivel el área de trabajo, realizando el control de existencias según los procedimientos establecidos.
- b) Obtener las muestras biológicas, según protocolo específico de la unidad, y distribuir las en relación con las demandas clínicas y/o analíticas, asegurando su conservación a lo largo del proceso.
- c) Garantizar la calidad del proceso, asegurando la trazabilidad, según los protocolos establecidos.
- d) Verificar el funcionamiento de los equipos, aplicando procedimientos de calidad y seguridad.

## CONTEXTO

- e) Acondicionar la muestra para su análisis, aplicando técnicas de procesamiento preanalítico y siguiendo los protocolos de calidad y seguridad establecidos.
- 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.
- h) Realizar determinaciones analíticas de parámetros bioquímicos, siguiendo los protocolos normalizados de trabajo y cumpliendo las normas de calidad.
- i) Realizar análisis microbiológicos en muestras biológicas y cultivos, según los protocolos de seguridad y protección ambiental.
- j) Aplicar técnicas inmunológicas, seleccionando procedimientos en función de la determinación solicitada.
- k) Realizar técnicas de análisis hematológico, siguiendo 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.
- n) Resolver situaciones, problemas o contingencias con iniciativa y autonomía en el ámbito de su competencia, con creatividad, innovación y espíritu de mejora en el trabajo personal y en el de los miembros del equipo.
- o) Organizar y coordinar equipos de trabajo y asegurar el uso eficiente de los recursos, con responsabilidad, supervisando el desarrollo del mismo, manteniendo relaciones fluidas y asumiendo el liderazgo, así como aportando soluciones a los conflictos grupales que se presenten.
- p) Comunicarse con sus iguales, superiores, clientes y personas bajo su responsabilidad, utilizando vías eficaces de comunicación, transmitiendo la información y respetando la autonomía y competencia de las personas que intervienen en el ámbito de su trabajo o institución para la que se trabaje.

## CONTEXTO

- q) Generar entornos seguros en el desarrollo de su trabajo y el de su equipo, supervisando y aplicando los procedimientos de prevención de riesgos laborales y ambientales, de acuerdo con lo establecido por la normativa y los objetivos de la empresa.
- r) Supervisar y aplicar procedimientos de gestión de calidad, de accesibilidad universal y de «diseño para todas las personas», en las actividades profesionales incluidas en los procesos de producción o prestación de servicios.
- s) Realizar la gestión básica para la creación y funcionamiento de una pequeña empresa y tener iniciativa en su actividad profesional con sentido de la responsabilidad social.
- t) Ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones derivadas de su actividad profesional, incluyendo las relacionadas con el soporte vital básico, con responsabilidad social aplicando principios éticos en los procesos de salud y los protocolos de género de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, participando activamente en la vida económica, social y cultural.

La formación del módulo Biología Molecular y Citogenética contribuye a alcanzar las competencias f), g) l) y m) del título.

Regulada por el Real Decreto 1087/2020, de 9 de diciembre, esta cualificación actualiza el marco para las cualificaciones profesionales dentro del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales y sus correspondientes módulos formativos en el Catálogo Modular de Formación Profesional. Este decreto sustituye y actualiza las normativas establecidas en el Real Decreto 1087/2005, incluyendo las siguientes unidades de competencia:

- **UC0369\_3:** Gestionar y dirigir una unidad de laboratorio en análisis clínicos.
- **UC0370\_3:** Llevar a cabo los procedimientos en las fases preanalítica y postanalítica en el laboratorio clínico.
- **UC0371\_3:** Realizar análisis de bioquímica clínica utilizando muestras biológicas humanas.
- **UC0372\_3:** Realizar análisis microbiológicos e identificación de parásitos en muestras biológicas humanas.

## CONTEXTO

- **UC0373\_3:** Ejecutar análisis hematológicos y genéticos en muestras biológicas humanas y procedimientos para la obtención de hemoderivados.
- **UC0374\_3:** Realizar técnicas inmunológicas de aplicación en las distintas áreas del laboratorio de análisis clínicos.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de realización de análisis genéticos en muestras biológicas y cultivos, trabajando en condiciones que eviten la contaminación. La función de realización de análisis genéticos incluye aspectos como:

- La obtención, mantenimiento y propagación de cultivos celulares.
- La preparación de extensiones cromosómicas.
- El examen e identificación cromosómica.
- La realización de procedimientos para detección de mutaciones y polimorfismos en muestras de ADN.

En la Tabla 3 se muestra el plan de formación en el que se incluye la organización y la distribución horaria, según el Decreto 30/2022, de 30 de junio.

GRADO SUPERIOR DE LABORATORIO CLÍNICO Y BIOMÉDICO (LOE)				
Curso	Código módulo	Módulo	Horas semanales	Horas totales
1º	1367	Gestión de muestras biológicas	4	128
	1368	Técnicas generales de laboratorio	7	224
	<b>1369</b>	<b>Biología molecular y citogenética</b>	<b>7</b>	<b>224</b>
	1370	Fisiopatología general	7	224
	1377	Empresa e iniciativa emprendedora	2	64
	1376	Formación y orientación laboral	3	96
2º	1371	Análisis bioquímico	9	189
	1372	Técnicas de inmunodiagnóstico	5	105
	1373	Microbiología clínica	8	168
	1374	Técnicas de análisis hematológico	8	168
	1375	Proyecto		30
	1378	Formación en centros de trabajo (FCT)		380

**Tabla 3. Plan de formación del CFGS Laboratorio Clínico y Biomédico**

## CONTEXTO

### CONTEXTO EDUCATIVO

El centro CESUR de Valladolid es una institución privada de formación profesional relativamente nueva, siendo uno de los pocos centros en la ciudad que ofrecen ciclos formativos en el área de la salud. A pesar de ser la primera sede del grupo Coremsa en Valladolid, CESUR cuenta con una amplia experiencia en la impartición de ciclos formativos, con 11 centros oficiales.

El Centro CESUR FORMACIÓN se encuentra ubicado en el barrio de la Victoria en Valladolid, un entorno con una notable diversidad socioeconómica. Si bien el barrio presenta una mezcla de zonas residenciales y comerciales, predominan las familias de clase media y trabajadora. Este contexto influye en las expectativas educativas y en las necesidades formativas de los estudiantes, lo que a su vez determina el enfoque pedagógico y las estrategias de enseñanza empleadas en el centro.

Las familias de los estudiantes muestran un alto interés por la educación y consideran que los principales objetivos de la formación profesional son la formación integral de las personas, tanto a nivel personal como profesional, la preparación para estudios posteriores y la mejora de la posición social y económica de los estudiantes.

#### **Contexto a nivel de aula:**

El grupo clase con el que se va a desarrollar la unidad didáctica es 1º de CFGS Laboratorio Clínico y Biomédico. Se trabajará en la materia de Biología Molecular y Citogenética, que como he indicado en la tabla anterior cuenta con 7 horas semanales.

Este grupo, cuenta con 16 alumnos de entre 17 y 24 años, de clase media-alta, que, de acuerdo con sus expedientes y el desarrollo en las unidades previas, cuentan con un buen nivel general. El alumnado presenta una buena preparación y demuestra interés en la asignatura, puesto que se encuentran en un nivel de estudios superiores que ellos mismos han decidido cursar. La clase está compuesta por alumnado del ámbito de las ciencias de la salud entre el cual encontramos una serie de alumnos con predilección por la rama más molecular mientras que otros se prefieren las asignaturas más relacionadas con la fisiopatología. Sin embargo, todos ellos afrontan la asignatura de manera favorable, con interés y motivación, puesto que, la voluntad de la mayoría del alumnado es continuar

## CONTEXTO

estudiando estudios universitarios de la rama de ciencias o tienen interés por trabajar en un laboratorio cuando finalicen este ciclo formativo.

En cuanto al nivel de desarrollo, existe cierta heterogeneidad, en relación a los estudios cursando anteriormente. La mayoría de los alumnos han cursado previamente un Bachillerato científico o científico-tecnológico, esto les ha permitido desarrollar habilidades fundamentales para el estudio científico, como la responsabilidad y el pensamiento crítico. Siendo los menores casos, en los que el alumnado procede de ciclos formativos de grado medio de ramas distintas a las ciencias, en cuyo caso pueden presentar más dificultades en la comprensión y aprendizaje en conocimientos más científicos como pueden ser la química y la biología.

Aunque la clase es heterogénea, con estudiantes que presentan diferentes ritmos y estilos de aprendizaje, es fundamental considerar estas diferencias para diseñar una estrategia educativa efectiva. Algunos estudiantes tienen un carácter autónomo y pueden trabajar de manera independiente, mientras que otros requieren más apoyo y orientación. Para abordar estas diferencias, se diseñarán actividades variadas y se implementará una metodología flexible que permita a cada estudiante aprender de manera efectiva y alcanzar los objetivos establecidos.



## UNIDAD DIDÁCTICA

### OBJETIVOS

En el marco del currículo del CFGS en Laboratorio Clínico y Biomédico de Castilla y León, los objetivos de la unidad didáctica “Ácidos nucleicos y sus enzimas asociadas” se alinean con los contenidos establecidos en el Decreto 62/2015, de 8 de octubre, por el que se establece el currículo para el título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico en Castilla y León, actualizado por el Decreto 30/2022, de 30 de junio y responden a las responsabilidades del profesorado en su formulación. Estos objetivos deben vincularse con los objetivos generales del ciclo y del módulo para garantizar una coherencia integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los objetivos específicos de esta unidad didáctica son:

- 1. Identificar la estructura y funciones del nucleótido:** Reconocer la estructura de un nucleótido, comprender su composición química y describir sus funciones esenciales.
- 2. Comprender la estructura del ADN:** Analizar los diferentes niveles estructurales de la molécula de ADN y especificar su ubicación en los diversos tipos de organismos.
- 3. Diferenciar entre ADN y ARN:** Identificar las características distintivas del ADN y el ARN, describir sus tipos y funciones, y establecer las diferencias fundamentales entre ambas biomoléculas.
- 4. Describir la replicación del ADN:** Explicar el proceso de replicación del ADN, resaltar su importancia biológica, y enumerar las biomoléculas que intervienen en este proceso.
- 5. Explicar el flujo de información genética y la expresión génica:** Desarrollar una comprensión detallada del flujo de información genética y la expresión génica, describiendo los mecanismos y fases involucrados y su relevancia en la biología molecular.
- 6. Identificar y describir métodos de extracción y purificación de ácidos nucleicos:** Conocer y describir diferentes técnicas de extracción y purificación de ácidos nucleicos, comprendiendo sus principios y aplicaciones en la biología molecular.

- 7. Seleccionar y preparar métodos y reactivos para la extracción de ácidos nucleicos:** Elegir el método de extracción adecuado en función del tipo de muestra, preparar los reactivos y soluciones necesarios para la extracción y purificación de ADN y ARN, y procesar las muestras correctamente, ya sean células, tejidos frescos, tejidos en parafina, o en formol.

## CONTENIDOS

En el contexto del currículo del CFGS en Laboratorio Clínico y Biomédico en Castilla y León, esta unidad didáctica abordará aspectos fundamentales de los ácidos nucleicos, su estructura, funciones, y técnicas asociadas, esenciales para la formación profesional en biología molecular.

- 1. Características estructurales y funcionales de los ácidos nucleicos:** estudio de la estructura química de los nucleótidos y su organización en ADN y ARN, y sus funciones en el almacenamiento y transmisión de información genética.
- 2. Propiedades físicas relacionadas con las técnicas de biología molecular:** análisis de las propiedades físicas del ADN y ARN, como densidad y absorción UV, y su aplicación en técnicas de separación y cuantificación.
- 3. Endonucleasas de restricción y otras enzimas asociadas a los ácidos nucleicos:** descripción de las enzimas que cortan y modifican el ADN, como las endonucleasas de restricción, y su papel en la manipulación genética.
- 4. Mutaciones y polimorfismos:** identificación y análisis de las alteraciones en la secuencia del ADN (mutaciones) y variaciones genéticas comunes (polimorfismos) y su impacto en la genética y la salud.
- 5. Técnicas de extracción de ADN en sangre periférica, biopsias y tejidos:** procedimientos para la extracción de ADN de diferentes tipos de muestras biológicas, garantizando la pureza y calidad del ADN obtenido.
- 6. Extracción de ARN:** métodos para la extracción y purificación de ARN de diversas muestras, con enfoque en la preservación de su integridad para estudios de expresión génica.

En la Tabla 4 se muestra un resumen de los contenidos y objetivos de una unidad didáctica.

<b>Unidad 2</b>		<b>Resumen</b>	
“Ácidos nucleicos”		Se explorarán las características estructurales y funcionales de los ácidos nucleicos (AN), sus propiedades físicas, y el papel de enzimas asociadas. Se abordarán las técnicas de extracción y purificación de ADN en diversas muestras y se analizarán mutaciones y polimorfismos, integrando aplicaciones prácticas y cumpliendo con las normas de seguridad en el laboratorio.	
<b>Trimestre</b>			
1 <sup>er</sup>			
<b>Contenidos</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Criterios evaluación</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Características estructurales y funcionales de los ácidos nucleicos.</li> <li>○ Propiedades físicas relacionadas con las técnicas de biología molecular.</li> <li>○ Endonucleasas de restricción y otras enzimas asociadas a los AN.</li> <li>○ Mutaciones y polimorfismos.</li> <li>○ Técnicas de extracción de ADN en sangre periférica, biopsias y tejidos.</li> <li>○ Extracción de ARN.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Identificar la Estructura y Funciones del Nucleótido.</li> <li>○ Comprender la Estructura del ADN.</li> <li>○ Diferenciar entre ADN y ARN.</li> <li>○ Describir la Replicación del ADN.</li> <li>○ Explicar el Flujo de Información Genética y la Expresión Génica:</li> <li>○ Identificar y Describir Métodos de Extracción y Purificación de AN.</li> <li>○ Aplica las técnicas de extracción de AN a muestras biológicas, seleccionando el tipo de técnica en función de la muestra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Se han identificado y descrito las características estructurales y funcionales de los ácidos nucleicos</li> <li>b) Se han explicado las propiedades físicas de los AN y su relación con las técnicas de biología molecular</li> <li>d) Se han analizado las mutaciones y polimorfismos de los AN, comprendiendo su impacto en la variabilidad genética y su relevancia en estudios biomédicos.</li> <li>e) Se han realizado las técnicas de extracción de ADN en diferentes tipos de muestras</li> <li>c) Se han preparado las soluciones y los reactivos necesarios.</li> <li>i) Se ha trabajado en todo momento cumpliendo las normas de seguridad y prevención de riesgos.</li> </ul>	
<b>IMPLEMENTACIÓN</b>			
Periodo: Octubre-Noviembre		Horas: 19	
<b>FUNDAMENTOS DE LA METODOLOGÍA</b>			
<b>Metodología</b>	<b>Agrupación</b>	<b>Espacios</b>	<b>Recursos</b>
Organizadores previos, modelo expositivo, deductivo	Gran grupo Individual Grupos heterogéneos	Aula Laboratorio	Pizarra digital, ordenador, material audiovisual, presentaciones multimedia.

**Tabla 4. Resumen Unidad Didáctica "Ácido nucleicos"**

## METODOLOGÍA

La metodología incluye el conjunto de herramientas y técnicas utilizadas para guiar el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula. Según las actuales líneas pedagógicas, esta metodología debe:

- **Partir del momento evolutivo del alumno:** adaptarse a las fases del desarrollo del estudiante, teniendo en cuenta sus dimensiones psicológicas, sociales y emocionales.
- **Considerar las ideas previas:** basarse en el conocimiento previo del alumno para construir nuevos aprendizajes.
- **Fomentar la participación activa:** facilitando un aprendizaje constructivista donde los estudiantes actúan como agentes activos en su propio proceso de aprendizaje, logrando establecer conexiones significativas entre lo conocido y lo nuevo.
- **Facilitar aprendizajes funcionales:** promover la adquisición de conocimientos que puedan aplicarse en situaciones reales y que sean útiles para la adquisición de futuros aprendizajes, destacando la importancia de los aspectos prácticos y la dimensión profesional.
- **Atender a la diversidad:** adaptarse a la diversidad del alumnado.
- **Incorporar temas transversales:** integrar temas transversales relevantes para la unidad.

Para facilitar el aprendizaje, seleccionaremos estrategias adecuadas, orientando a los estudiantes y proporcionando explicaciones claras cuando sea necesario. Utilizaremos una metodología activa que promueva la interacción continua entre alumnos y profesores, mediante preguntas y actividades que estén estrechamente relacionadas con el desarrollo de los contenidos conceptuales.

La metodología en este módulo será participativa, permitiendo una comunicación directa y personalizada con cada estudiante, lo cual fomentará una implicación activa en las actividades de aprendizaje.

Cada unidad didáctica se abordará generalmente de la siguiente manera:

1. **Conocer las ideas previas:** Antes de iniciar cada unidad, realizaremos:
  - Preguntas de inicio.
  - Breves debates o preguntas sobre el tema.

## UNIDAD DIDÁCTICA

- Actividades relacionadas con el vocabulario de la unidad.
- Actividades interactivas.

Estas acciones tienen como objetivo:

- Identificar la diversidad presente en el aula para poder atenderla adecuadamente.
- Detectar el nivel de conocimiento previo sobre el tema.
- Motivar a los alumnos para explorar el nuevo contenido.

**2. Trabajar los contenidos conceptuales:** Emplearemos la técnica de exposición oral (Método expositivo), que incluirá una explicación detallada de los contenidos de la unidad didáctica, complementada con presentaciones de diapositivas, apuntes, cuadros explicativos y otros materiales de apoyo relevantes.

**3. Actividades prácticas:** Utilizando el método demostrativo, con el objetivo de:

- Facilitar la correcta asimilación de los conceptos y contenidos de cada unidad.
- Permitir que los estudiantes reconozcan los diferentes materiales e instrumentos utilizados en un laboratorio.

La realización de actividades prácticas van a seguir, de forma general, el siguiente esquema de organización:

1. Explicación de la práctica y/o actividad a realizar.
2. Preparación por parte de los alumnos/as del material necesario en su puesto de trabajo para la realización de la práctica y/o actividad.
3. Realización de la práctica y/o actividad.
4. Obtención anotación y valoración de los resultados.
5. Resolución de dudas surgidas durante el desarrollo de la actividad.
6. Valoración de las conclusiones obtenidas u entrega del informe o trabajo pertinente.

Todas las actividades hasta ahora descritas, se complementarán con diferentes técnicas de trabajo que se desarrollarán individualmente o en grupo con el fin de conseguir los objetivos planteados.

## RECURSOS

El centro educativo CESUR dispone de una amplia gama de recursos y equipamientos que facilitan un entorno de aprendizaje integral y práctico para los estudiantes del Ciclo Formativo de Grado Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico. Las instalaciones están diseñadas para proporcionar una formación de alta calidad, con énfasis en la enseñanza práctica del alumnado, aprovechando tanto recursos físicos como tecnológicos.

### **Instalaciones y aulas**

El centro cuenta con múltiples aulas destinadas a clases teóricas, todas ellas equipadas con pizarras tradicionales y pizarras digitales interactivas. Estas herramientas permiten la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la enseñanza, facilitando un aprendizaje más dinámico y visual. Las pizarras digitales son utilizadas para presentar contenidos multimedia, realizar simulaciones interactivas y acceder a recursos en línea, mejorando la comprensión de conceptos complejos como los ácidos nucleicos.

### **Laboratorio de Biología Molecular y Microbiología**

El laboratorio de biología molecular y microbiología es una instalación clave para la enseñanza práctica en el CFGS en Laboratorio Clínico y Biomédico y la adquisición de las competencias correspondiente. Este laboratorio está específicamente equipado para llevar a cabo prácticas relacionadas con la biología molecular, incluyendo la manipulación de ácidos nucleicos y el uso de enzimas asociadas.

El laboratorio dispone de:

- **Cabinas de flujo laminar:** estos equipos de protección son cruciales para la manipulación segura de muestras biológicas y para realizar técnicas de biología molecular en un ambiente estéril. Estas cabinas protegen tanto las muestras como al personal de contaminación.
- **Microscopios ópticos:** son utilizados para la observación detallada de estructuras celulares y microorganismos, complementando el estudio de ácidos nucleicos mediante la visualización directa de células.

- **Termociclador:** dicho equipo permite programar ciclos de diferentes temperaturas fundamentales para la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Esta técnica permite la amplificación de fragmentos de ADN, un paso crucial en muchas aplicaciones de biología molecular.
- **Cubetas de electroforesis:** son cubetas rellenas con un tampón específico empleadas para la separación y análisis de fragmentos de ADN y ARN. Esto facilita la visualización de los productos de PCR y la identificación de secuencias específicas de ácidos nucleicos.
- **Centrífugas:** equipos que utilizan la fuerza centrífuga para la separación de componentes celulares y la purificación de ácidos nucleicos a partir de muestras biológicas.
- **Micropipetas:** son herramientas de precisión utilizadas para la dosificación exacta de líquidos, necesarias para realizar experimentos con ácidos nucleicos y enzimas.
- **Material de esterilización:** estos equipos garantizan la eliminación de contaminantes en el material de laboratorio.
- **Incubadores:** de diferentes tipos y temperaturas para el mantenimiento y el cultivo de microorganismos en condiciones óptimas.
- **Equipos de seguridad:** Incluyen gafas de seguridad, guantes, y batas de laboratorio, esenciales para proteger a los estudiantes y el personal durante las prácticas de laboratorio.

### Recursos tecnológicos

Además del laboratorio, el centro proporciona a cada alumno un ordenador portátil. Estos portátiles son herramientas fundamentales para el desarrollo de todas las actividades interactivas, la realización de trabajos y preguntas en el aula, y para la toma de apuntes. Los portátiles facilitan el acceso a recursos en línea, software especializado en biología molecular, y plataformas de aprendizaje que apoyan la enseñanza de ácidos nucleicos.

La integración de TIC se extiende a la enseñanza de los ácidos nucleicos, donde se utilizan programas de simulación de la estructura de las diferentes biomoléculas. Los portátiles permiten a los estudiantes interactuar con estos simuladores, realizar análisis

bioinformáticos, y acceder a bases de datos genéticas, enriqueciendo su aprendizaje y comprensión.

### TEMPORALIDAD

Atendiendo al currículo del módulo “Biología Molecular y Citogenética” (BIO) y al horario del centro, el módulo se imparte durante 7 horas semanales distribuidas en 3 días, como se indica en el horario que se muestra en la Figura 1.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:10 9:05	TGL	TGL	TGL	FOL	BIO
9:05 10:00	TGL	TGL	TGL	FOL	BIO
10:00 10:55	FISIO	EIE	TGL	FOL	GMB
<b>R</b>	<b>E</b>	<b>C</b>	<b>R</b>	<b>E</b>	<b>O</b>
11:15 12:10	FISIO	EIE	BIO	FISIO	GMB
12:10 13:05	GMB	BIO	BIO	FISIO	FISIO
13:05 14:00	GMB	BIO	BIO	FISIO	FISIO

TGL: Técnicas generales de laboratorio  
 BIO: Biología molecular y citogenética  
 FISIO: Fisiopatología general

EIE: Empresa e iniciativa emprendedora  
 FOL: Formación y orientación Laboral  
 GMB: Gestión de muestras biológicas

**Figura 1. Horario de 1º CFGS Laboratorio Clínico y Biomédico.**

La temporalidad de la Unidad Didáctica de “Ácidos nucleicos y sus enzimas asociadas” se divide en 9 sesiones, con un total de 19 horas lectivas dedicadas al tema, siendo la última hora correspondiente a la evaluación del alumnado. (Por lo que la 9ª sesión corresponde a la prueba de evaluación que se evalúan tres unidades didácticas, por lo que en la temporalidad de esta unidad didáctica corresponde con una hora). Cada sesión se enfoca en aspectos específicos, garantizando así una comprensión sólida y progresiva de la materia.

En la Figura 2 se muestra un calendario en el que se indican con un círculo azul los días en los que se imparte la unidad didáctica y en verde el días de la evaluación de dicho trimestre.



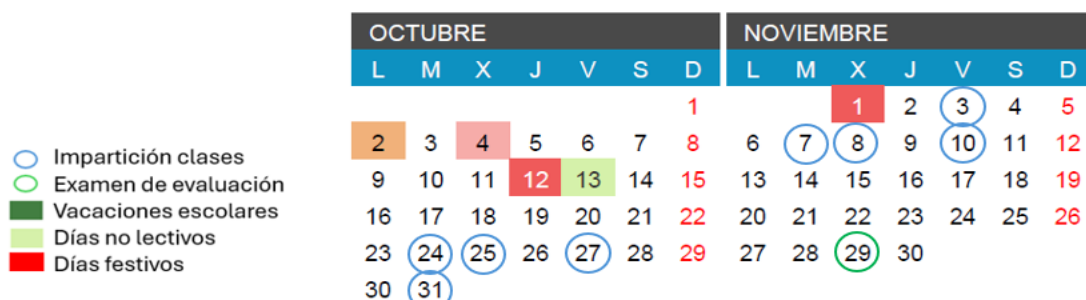


Figura 2. Calendario con la distribución de sesiones de la unidad didáctica.

Para una mejor explicación y comprensión de la temporalidad, se presenta la siguiente tabla que describe brevemente los contenidos y/o actividades realizadas en cada una de las sesiones.

Sesión	Día	Contenidos	Horas
1	24/10/23	Actividad de ideas previas Introducción a los nucleótidos y los ácidos nucleicos	2
2	25/10/23	Exposición tema Recursos interactivos	3
3	27/10/23	Exposición tema Actividades	2
4	31/10/23	Práctica ordenadores: Simulación de biomoléculas en 3D	2
5	03/11/23	Exposición tema Actividades	2
6	07/11/23	Repaso del tema y cuestiones Explicación previa a la práctica	2
7	08/11/23	Práctica laboratorio: extracción de ADN	3
8	10/11/26	Práctica de laboratorio: Electroforesis Cuestionario de autoevaluación	2
9	29/11/23	Examen de evaluación (examen 3:00h)	1

Tabla 5. Resumen de la temporalización de las sesiones, con la relación de contenidos.

## ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES

Para lograr el aprendizaje efectivo del alumnado y facilitar la evaluación de los criterios establecidos, se empleará una combinación variada de actividades de enseñanza y aprendizaje que abarcan tanto los contenidos teóricos como los prácticos de este módulo.

Con el objetivo de motivar a los estudiantes y fomentar su participación activa, se proponen actividades introductorias y de motivación. Estas pueden incluir la presentación de artículos o noticias relevantes en el ámbito sanitario, la proyección de vídeos

pertinentes o la descripción de casos clínicos que involucren a los alumnos, acercándolos al contexto sanitario.

Se realizarán exposiciones de los contenidos en todas las unidades didácticas, complementadas con diversos tipos de actividades:

- 1. Actividades de ideas previas:** Estas actividades permitirán evaluar los conocimientos previos, intereses y necesidades del alumnado, lo que ayudará a determinar el nivel de dificultad con el que se abordarán los contenidos.
- 2. Actividades introductorias y de motivación:** diseñadas para aumentar el interés y suscitar la curiosidad intelectual, estas actividades fomentarán la participación tanto individual como grupal.
- 3. Actividades de desarrollo:** fundamentales para profundizar en los contenidos programados en las unidades didácticas, estas actividades se centrarán en la aplicación práctica de los conocimientos.
- 4. Actividades de síntesis:** con el propósito de consolidar los contenidos aprendidos, se aplicarán en diferentes situaciones a través de tareas específicas.
- 5. Actividades de evaluación:** estas actividades permitirán evaluar el grado de adquisición de los contenidos por parte de los alumnos.
- 6. Actividades de refuerzo:** adaptadas a las necesidades individuales, estas actividades brindarán apoyo a aquellos estudiantes con ritmos de aprendizaje más lentos o requerimientos específicos.
- 7. Actividades de ampliación:** propuestas para motivar a los alumnos, estas tareas pueden ser obligatorias o voluntarias, y su temática puede ser definida por el docente o parcialmente abierta.

Con la misma finalidad que las actividades anteriores, se describen dos tipos de actividades que enriquecen la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Estas prácticas fomentan la participación activa y contribuyen al desarrollo de habilidades prácticas y teóricas.

- 1. Prácticas de laboratorio:** son actividades presenciales en las que los estudiantes realizan experimentos, manipulan equipos y aplican conceptos teóricos en un entorno físico. Estas prácticas permiten adquirir habilidades prácticas,

comprender fenómenos científicos y experimentar directamente con materiales y equipos.

- 2. Simuladores en ordenadores:** son herramientas virtuales que replican situaciones reales o abstractas. Permiten a los estudiantes experimentar, modelar y analizar fenómenos sin necesidad de un laboratorio físico. Estos simuladores ofrecen un entorno seguro para aprender y practicar, y abarcan áreas como la física, la ingeniería, la informática y más.

## SECUENCIACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En este apartado se concretarán las actividades que se llevarán a cabo en cada una de las sesiones.

### **Sesión 1: Evaluación inicial e introducción al tema**

Fecha: 24/10/23      Duración: 2 horas.

Para comenzar esta Unidad Didáctica, la primera sesión estará dedicada a evaluar las ideas previas del alumnado sobre la biología molecular y los ácidos nucleicos. Se utilizará un cuestionario inicial (ANEXO I) que incluirá preguntas básicas para evaluar los conocimientos previos y conceptos erróneos que puedan tener los estudiantes sobre la estructura y función de los ácidos nucleicos. Esto ayudará a identificar áreas que requieren mayor atención durante las siguientes sesiones.

Tras la evaluación, se introducirá brevemente el tema de los ácidos nucleicos, destacando su importancia en la biología molecular y su relevancia en las funciones celulares.

### **Sesión 2: Clase Magistral con Recursos Dinámicos**

Fecha: 25/10/23      Duración: 2 horas.

En la segunda sesión, se impartirá una clase magistral enfocada en los aspectos estructurales y funcionales de los ácidos nucleicos. Se utilizarán recursos dinámicos, como presentaciones de diapositivas con animaciones y videos, para ilustrar la composición de los nucleótidos y la organización del ADN y ARN. Se explicarán los conceptos clave sobre cómo estas biomoléculas almacenan y transmiten información

genética. Los estudiantes podrán plantear preguntas y discutir los contenidos, facilitando una comprensión más profunda del tema.

En los últimos 20 minutos de la sesión, se proporcionarán a los alumnos una serie de enlaces a páginas web con recursos adicionales (ANEXO II). Estos recursos están diseñados para que los estudiantes practiquen y afiancen los conocimientos adquiridos durante la explicación teórica.

En la imagen a continuación se presenta un ejemplo de un test interactivo sobre ácidos nucleicos, disponible en la plataforma [Educaplay](https://www.educaplay.com). Estos cuestionarios permiten a los estudiantes verificar la precisión de sus conocimientos, proporcionando retroalimentación inmediata sobre las respuestas correctas e incorrectas. Esta herramienta facilita la autoevaluación del progreso en el estudio, mejorando la motivación y apoyando el proceso de aprendizaje.

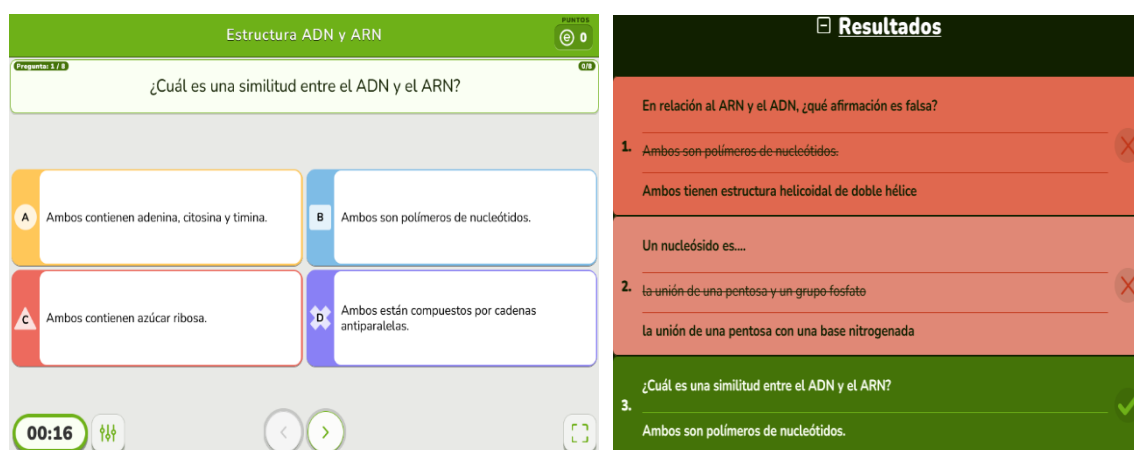


Figura 3. Ejemplo de actividades de [www.educaplay.es](https://www.educaplay.com)

En la sesión anterior se realizó un cuestionario inicial para evaluar los conocimientos previos de los alumnos sobre los ácidos nucleicos. Este diagnóstico permitirá identificar el nivel de aprendizaje de los estudiantes y determinar quiénes podrían necesitar apoyo adicional a lo largo de las sesiones. Esta necesidad puede surgir debido a dificultades específicas en algún área, antecedentes académicos no relacionados con las ciencias, o altas capacidades. En función de estos resultados, se diseñan actividades diferenciadas que se explican a los alumnos para que las puedan llevar a cabo durante el transcurso de la unidad (ANEXO III).

## UNIDAD DIDÁCTICA

Las actividades que se plantean son las siguiente:

- Actividades de repaso: Consisten en una serie de recursos didácticos diseñados para reforzar los conceptos teóricos y facilitar el repaso, asegurando que todos los alumnos tengan una base sólida. Y ejercicios sencillos para fijar esos conceptos antes de realizar los ejercicios de mayor dificultad.
- Actividades complementarias: Actividades complementarias: Dirigidas a los estudiantes con mayores habilidades o intereses, estas actividades ofrecen ejercicios más complejos y proyectos de investigación que fomentan el pensamiento crítico y científico en el campo de las ciencias.

Estas estrategias buscan personalizar la enseñanza, proporcionando recursos específicos que apoyen tanto a los alumnos que necesitan reforzar su comprensión básica como a aquellos que están preparados para desafíos más avanzados.

### **Sesión 3: Clase magistral y actividades de desarrollo**

Fecha: 27/10/23      Duración: 2 horas.

En la tercera sesión, se combinará una clase magistral con actividades de desarrollo para reforzar los conocimientos adquiridos sobre los ácidos nucleicos y su papel en la biología molecular. Esta sesión se centrará en varias temáticas clave sobre los ácidos nucleicos. La clase comenzará con una revisión detallada de la estructura del ADN. A continuación, se abordarán las diferencias entre el ADN y el ARN, tanto en estructura como en función. También se dedicará una parte de la clase a describir el proceso de replicación del ADN, enfatizando cómo las dos cadenas del ADN se separan y cada una sirve como plantilla para la síntesis de una nueva cadena complementaria. Finalmente, se explicará el flujo de información genética desde el ADN al ARN y su traducción a proteínas.

Los estudiantes participarán en una serie de actividades diseñadas para consolidar su comprensión de estos conceptos fundamentales (ANEXO IV). En este caso resolverán las actividades grupos de 3 para fomentar el trabajo en equipo y la colaboración, ya que los grupos se formarán manera equilibrada, para que los alumnos con altas capacidades puedan apoyar a los alumnos que tengan alguna dificultad en el aprendizaje.

#### **Sesión 4: Práctica en ordenadores: simulación de biomoléculas**

Fecha: 31/10/23      Duración: 2 horas

En esta sesión, se dedicará tiempo a una práctica con ordenadores en la que los estudiantes utilizarán el software de simulación BIOMODEL para modelar biomoléculas. Esta actividad permitirá a los alumnos explorar las estructuras tridimensionales del ADN, ARN y otras biomoléculas, visualizar sus interacciones moleculares y comprender cómo las propiedades físicas influyen en su función.

Antes de comenzar con los ejercicios propuestos, se les mostrará un [vídeo tutorial](#) para aprender a usar dicha herramienta. También se guiará a los estudiantes en el proceso de cargar varias moléculas en diferentes conformaciones, para que puedan visualizar los resultados. Durante la práctica, los estudiantes trabajarán en parejas para fomentar la colaboración y tendrán la oportunidad de ajustar los parámetros de las simulaciones, observando así diferentes comportamientos de las moléculas. Al finalizar, deberán entregar un informe que incluya las imágenes de las distintas moléculas solicitadas en el documento de la práctica (ANEXO V), obtenidas con el software BIOMODEL.

#### **Sesión 5: Clase expositiva con actividades de desarrollo.**

Fecha: 03/11/23      Duración: 2 horas

La quinta sesión se centrará en el papel de las enzimas asociadas a los ácidos nucleicos, como las endonucleasas de restricción. Se utilizarán recursos interactivos, incluyendo simulaciones en línea y actividades de resolución de problemas, para ilustrar cómo estas enzimas cortan el ADN en sitios específicos y cómo se utilizan en técnicas de clonación y análisis genético. Los estudiantes realizarán actividades de desarrollo (ANEXO VI) que refuercen su comprensión de la manipulación de material genético.

#### **Sesión 6: Repaso del tema, cuestiones y explicación de la práctica de laboratorio.**

Fecha: 07/11/23      Duración: 2 horas

En la sexta sesión, se dedicará tiempo a repasar los conceptos clave abordados en las sesiones anteriores. Los estudiantes resolverán dudas y realizarán ejercicios teórico-prácticos que integran conocimientos sobre la estructura y función de los ácidos

## UNIDAD DIDÁCTICA

nucleicos, sus propiedades físicas, y el uso de enzimas en biología molecular. Estos ejercicios, que incluyen la identificación de secuencias y simulaciones de replicación, ayudarán a consolidar su comprensión. En este caso, las actividades (ANEXO VII) se realizarán de manera individual, permitiendo a los alumnos evaluar su propio grado de comprensión del tema y determinar las áreas en las que necesitan concentrar más esfuerzo para mejorar su aprendizaje.

La segunda parte de la sesión se centrará en la preparación para la práctica de laboratorio del día siguiente, que consistirá en la extracción de ADN a partir de una muestra de saliva utilizando un kit comercial. Se proporcionará una explicación detallada del procedimiento, incluyendo la recolección de la muestra, la lisis celular, la precipitación y purificación del ADN, y su resuspensión. Los estudiantes discutirán las medidas de seguridad y las posibles fuentes de error, asegurando que estén bien preparados para realizar la práctica con confianza.

### **Sesión 7: Práctica de laboratorio: extracción de ADN**

Fecha: 08/11/23      Duración: 3 horas

La séptima sesión estará dedicada a una práctica de laboratorio en la que los estudiantes realizarán la extracción de ADN a partir de muestras biológicas, en este caso en concreto a partir de una muestra de saliva mediante un kit de extracción comercial.

Los alumnos seguirán protocolos estándar para la lisis celular, la purificación del ADN, y la eliminación de contaminantes. Se enfatizará la importancia de trabajar con precisión y cumpliendo las normas de seguridad en el laboratorio. Se les entregará un protocolo de la práctica (ANEXO VIII) en el que se incluyen los fundamentos de la misma, los reactivos y el material que se necesita, el procedimiento detallado a seguir y las actividades que deben entregar al finalizar la práctica..

### **Sesión 8: Práctica de electroforesis y autoevaluación**

Fecha: 08/11/23      Duración: 3 horas

En la octava sesión, los estudiantes llevarán a cabo la técnica de electroforesis en gel de agarosa para separar fragmentos de ADN. La práctica se realizará con kit comercial que

## UNIDAD DIDÁCTICA

contiene muestras de ADN marcadas con colorantes, lo que va a permitir comprobar la migración de las moléculas en función del tamaño al aplicarles una corriente eléctrica.

Antes de comenzar se les entrega a los alumnos un protocolo de la práctica (ANEXO IX) en el que se concreta el objetivo de la misma, el fundamento de la técnicas y el procedimiento detallado a seguir. Es una técnica sencilla y fácil de realizar por los alumnos que podrán analizar de manera sencilla los patrones de bandas resultantes atendiendo al color de cada muestra. La dificultad de la práctica radica en el manejo de las micropipetas y en el carga adecuada del gel. Para mejorar la técnica de este paso y aumentar la confianza de los alumnos se entrega a cada alumno un trozo de gel con 6 pocillos y agua con azul de metileno para que puedan practicar la carga de pocillos antes de comenzar la práctica.

Además, al finalizar la unidad didáctica “Ácidos nucleicos” se realizará una autoevaluación (ANEXO X) donde los alumnos reflexionarán sobre su desempeño en las prácticas y su comprensión de los conceptos aprendidos. El objetivo de esta actividad es determinar la efectividad de las estrategias y recursos didácticos implementados. Los alumnos revisarán su progreso y reflexionarán sobre su comprensión de los conceptos clave, la aplicación de las técnicas de biología molecular, y la utilidad y posible mejora de las herramientas interactivas utilizadas a lo largo de la unidad. Esta reflexión permitirá ajustar futuras intervenciones educativas para optimizar el aprendizaje.

### **Sesión 9: Evaluación Final**

Fecha: 29/11/23      Duración: 3 horas (1hora correspondiente a esta unidad didáctica)

La última sesión se dedicará a la evaluación final de las tres primeras unidades didácticas mediante una prueba escrita que abarcará todos los temas tratados durante el primer trimestre. En particular, la unidad didáctica "Ácidos Nucleicos" incluirá evaluaciones sobre la estructura y tipos de ácidos nucleicos, sus propiedades físicas relevantes, las funciones de las enzimas asociadas, y las técnicas de extracción y análisis. La prueba también incorporará preguntas prácticas relacionadas con las experiencias de laboratorio realizadas.

La evaluación constará de 12 preguntas, distribuidas equitativamente con 4 preguntas por cada unidad. Estas preguntas variarán entre preguntas cortas, ejercicios de síntesis o



desarrollo breve, actividades de relacionar conceptos, e inclusiones de imágenes que requieran la identificación y descripción de estructuras o procesos. Este formato está diseñado para fomentar la integración de conceptos, proporcionando una visión estructurada y cohesiva de los temas tratados, y conectándolos con el resto de las unidades del trimestre.

Los resultados de esta evaluación se combinarán con las calificaciones obtenidas en otras actividades desarrolladas a lo largo de la unidad didáctica para proporcionar una evaluación global del progreso de los estudiantes. Esto permitirá evaluar la efectividad de las estrategias de innovación implementadas en la unidad didáctica, asegurando un enfoque integral en la evaluación del aprendizaje.

### EVALUACIÓN

La evaluación desempeña un papel crucial en la determinación del logro de las competencias terminales establecidas en la programación del módulo de "Ácidos Nucleicos" en el CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico. A lo largo de este Trabajo de Fin de Máster, se han diseñado diversos métodos de evaluación que abarcan tanto aspectos teóricos como prácticos. Estas herramientas se utilizan para verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos y asegurar que los estudiantes desarrollen los conocimientos y habilidades esenciales para su futura labor en el ámbito de la salud.

La evaluación en este contexto no se limita a la mera verificación del aprendizaje teórico, sino que también integra la aplicación práctica de los conocimientos, destrezas, actitudes y valores necesarios para responder eficazmente a situaciones reales de aprendizaje.

Dado el enfoque competencial del aprendizaje, la evaluación se orienta a comprobar la capacidad del alumnado para aprender y aplicar las competencias adquiridas. Esto incluye la utilización efectiva de conocimientos y habilidades en la resolución de problemas reales. La evaluación continua, formativa e integradora es clave en las enseñanzas superiores, destacándose por su capacidad de adaptarse a las necesidades de los estudiantes y mejorar el proceso de aprendizaje en tiempo real. La evaluación continua permite ajustes inmediatos en la enseñanza para optimizar el aprendizaje, mientras que la evaluación formativa proporciona retroalimentación valiosa que guía a los estudiantes hacia el logro de sus objetivos .

## UNIDAD DIDÁCTICA

La evaluación en esta unidad didáctica se consiste en una herramienta integral para garantizar una evaluación objetiva del desarrollo de las competencias específicas. La evaluación debe enfocarse en la evaluación de competencias a través de situaciones auténticas que reflejen el contexto profesional real. Esta perspectiva permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos en situaciones que emulan los desafíos de su futura profesión, facilitando una transición efectiva del aprendizaje teórico a la práctica profesional. La enseñanza de los ácidos nucleicos en Biología Molecular es fundamental para la formación de los estudiantes del CFGS de las ramas de ciencias de salud. La evaluación integral y la aplicación práctica de los conocimientos son clave para garantizar una transición efectiva del aprendizaje teórico a la práctica profesional

En resumen, la evaluación en esta unidad didáctica no solo verifica el aprendizaje de los contenidos teóricos, sino que también mide la capacidad de los estudiantes para aplicar estos conocimientos en contextos prácticos. Al integrar diversas técnicas de evaluación y centrarse en un enfoque competencial, se garantiza una evaluación completa y eficaz del aprendizaje. Esto no solo contribuye a la mejora continua del proceso educativo, sino que también asegura que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para su desarrollo profesional en el ámbito de la salud.

A continuación, se presentan los criterios de evaluación específicos relacionados con los objetivos planteados:

- a. Se han identificado y descrito las características estructurales y funcionales de los ácidos nucleicos
- b. Se han explicado las propiedades físicas de los ácidos nucleicos y su relación con las técnicas de biología molecular
- c. Se han analizado las mutaciones y polimorfismos de los ácidos nucleicos, comprendiendo su impacto en la variabilidad genética y su relevancia en estudios biomédicos.
- d. Se han realizado las técnicas de extracción de ADN en diferentes tipos de muestras.
- e. Se ha trabajado en todo momento cumpliendo las normas de seguridad y prevención de riesgos.

A continuación se describen con detalle los Criterios de Evaluación:

- **Examen escrito (50%)**

Se evaluará la comprensión de conceptos teóricos sobre ácidos nucleicos, incluyendo su estructura, propiedades, funciones enzimáticas y técnicas de análisis. El examen incluirá preguntas de diferentes tipos para medir la comprensión y aplicación de conocimientos.

- **Prácticas de laboratorio (20%)**

Se evaluará un procedimiento práctico mediante una rúbrica (10%). Además, se evaluará el informe de la práctica entregado por cada estudiante (10%).

- **Entrega de actividades en el aula (20%)**

Se evaluará la calidad, puntualidad y esfuerzo en la entrega de actividades asignadas durante las clases.

- **Actitud y participación en clase (10%)**

Se evaluará la participación activa, cooperación, respeto y preparación del estudiante en clase.

- **Procedimiento en caso de suspenso:**

- Examen escrito: Si se suspende, debe recuperarse a final de curso mediante una prueba adicional que abarque los temas de los trimestres no aprobados.
- Prácticas de laboratorio: Oportunidad de recuperación mediante repetición de la práctica.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	% EN NOTA FINAL
<b>Actitud y participación</b>	Atención y participación en el aula	10
<b>Actividades en el aula</b>	Realización correcta y activa de los ejercicios	20
<b>Prácticas de laboratorio</b>	Examen mediante rúbrica.	10
	Entrega de informe	10
<b>Prueba escrita</b>	4 preguntas de desarrollo, síntesis, relación o imágenes a completar.	50

Tabla 6. Resumen de los distintos aspectos evaluables y su porcentaje correspondiente en la nota final.

## CONCLUSIONES

El TFM, como parte esencial de la formación de futuros profesores, ofrece una oportunidad única para profundizar en un tema específico y aplicar teorías en contextos reales. A través de la investigación y la reflexión, los estudiantes hemos podido desarrollar habilidades valiosas que nos ayudarán en el campo educativo. En este contexto, las estrategias didácticas para enseñar conceptos complejos se convierten en herramientas esenciales para superar desafíos en el aula y promover un aprendizaje significativo.

Los ácidos nucleicos son componentes fundamentales de la biología molecular. Su comprensión es esencial para los estudiantes del CFGS Laboratorio Clínico y Biomédico, ya que estas biomoléculas desempeñan un papel crucial en la transmisión de información genética y la síntesis de proteínas. Sin embargo, enseñar conceptos relacionados con los ácidos nucleicos puede ser un desafío debido a su naturaleza abstracta y a las diferencias en el bagaje educativo de los alumnos.

En este contexto, el presente TFM se ha centrado en desarrollar estrategias didácticas efectivas para abordar la enseñanza de los ácidos nucleicos, proporcionando herramientas prácticas y enfoques pedagógicos que faciliten la comprensión y el aprendizaje de estos conceptos clave.

A continuación, presento cinco conclusiones derivadas de TFM:

- 1. Actividades interactivas fomentan la comprensión:** las actividades prácticas, como la construcción de modelos moleculares o la resolución de problemas, permiten a los estudiantes visualizar y aplicar conceptos abstractos relacionados con los ácidos nucleicos.
- 2. Simuladores virtuales como herramientas de aprendizaje:** los simuladores de biomoléculas ofrecen una experiencia inmersiva que ayuda a los alumnos a explorar la estructura y función de los ácidos nucleicos. Estas herramientas pueden ser especialmente útiles para superar las barreras visuales inherentes a lo abstracto.
- 3. Enfoque en la relación estructura-función:** al enseñar sobre ácidos nucleicos, es fundamental destacar cómo la secuencia de bases afecta a la función biológica.

## CONCLUSIONES

Los ejemplos concretos y las analogías pueden ayudar a los estudiantes a comprender esta relación.

- 4. Adaptación al contexto del CFGS:** dado que los estudiantes provienen de diversas áreas educativas, los docentes deben adaptar las estrategias didácticas para satisfacer sus necesidades individuales. Esto implica considerar su nivel de conocimiento previo y su estilo de aprendizaje.
- 5. Evaluación formativa para retroalimentación continua:** la evaluación formativa, mediante pruebas cortas o discusiones en clase, permite a los docentes identificar áreas de mejora y ajustar sus enfoques didácticos según las necesidades de los estudiantes.

En resumen, este trabajo busca proporcionar herramientas prácticas y basadas en evidencia para mejorar la enseñanza de los ácidos nucleicos en el CFGS de Laboratorio Clínico y Biomédico. Al implementar estas estrategias, los docentes pueden contribuir al éxito académico de sus alumnos y fomentar una comprensión profunda de estas importantes biomoléculas.

## BIBLIOGRAFÍA

### MARCO NORMATIVO

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), modificada por la Ley Orgánica 2/2023, de 28 de marzo (LOMLOE). Boletín Oficial del Estado, 3 de mayo de 2006 y 28 de marzo de 2023.
- Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional. Boletín Oficial del Estado, 31 de marzo de 2022.
- Real Decreto 217/2023, de 28 de marzo, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo. Boletín Oficial del Estado, 28 de marzo de 2023.
- 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, 16 de noviembre de 2021.
- Decreto 14/2023, de 2 de marzo. Decreto por el que se regula la organización y funcionamiento de los centros integrados de formación profesional en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de la Comunidad de Castilla y León, nº 227 , 87272-87289.
- Decreto 30/2022, de 30 de junio. Decreto por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de la Comunidad de Castilla y León, nº127, 33931-33938.
- Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo. Ley Orgánica de ordenación e integración de la Formación Profesional. Boletín Oficial del Estado, nº78, 43546-43623.
- Orden EDU/267/2023, de 15 de marzo. Orden por la que se regula el proceso de evaluación y la acreditación académica de los alumnos que cursen enseñanzas de formación profesional inicial en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de la Comunidad de Castilla y León.
- Orden EDU/362/2023, de 27 de abril. Orden por la que se regula el proceso de evaluación y la acreditación académica de los alumnos que cursen enseñanzas de formación profesional inicial en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de la Comunidad de Castilla y León.

## BIBLIOGRAFÍA

- Real Decreto 771/2014, de 12 de septiembre. Real Decreto por el que se establece el título de Técnico Superior en Laboratorio Clínico y Biomédico y se fijan sus enseñanzas mínimas. Boletín Oficial del Estado, nº241, 79331-79392.

### ARTÍCULOS Y LIBROS

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell* (4th ed.). Garland Science.
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3, 55-64.
- Bahar, M., Johnstone, A., & Hansell, M. (2010). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, Spring 1999, 84-86. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655648>
- Crick, F. (1970). Central Dogma of Molecular Biology. *Nature*, 227(5258), 561-563. <https://doi.org/10.1038/227561a0>
- Hainey, T., Connolly, T., Boyle, E., Ford, A., & Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.001>
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- López, Vicente & Solaz-Portolés, Joan. (2008). Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas. Un estudio con alumnos de bachillerato. REDIE: *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, ISSN 1607-4041, Vol. 10, Nº. 1, 2008.
- Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. S. (1999). Effects of Small-Group Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering, and Technology: A

## BIBLIOGRAFÍA

Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 69(1), 21-51.  
<https://doi.org/10.3102/00346543069001021>

Watson, J. D., & Crick, F. H. C. (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. *Nature*, 171(4356), 737-738.  
<https://doi.org/10.1038/171737a0>

## PAGINAS WEB

- Biointeractive. Transcripción del ADN versión detallada. Consultado el 18 de marzo de 2024. Recuperado de <https://www.biointeractive.org/es/classroom-resources/transcripcion-del-adn-version-detallada>
- Canal Divulgación. (s.f.). Electroforesis de ADN en gel de agarosa (IQOG-CSIC). Consultado el 20 de abril de 2024. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=NL1usCc0n38&ab\\_channel=CanalDivulgaci%C3%B3n](https://www.youtube.com/watch?v=NL1usCc0n38&ab_channel=CanalDivulgaci%C3%B3n)
- Junta de Andalucía. (s.f.). Genética. Consultado el 18 de marzo de 2024. Recuperado de [https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/250/282/html/genetica/index.htm?contenidos/interf.htm?curso03/curso03\\_01.htm](https://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/250/282/html/genetica/index.htm?contenidos/interf.htm?curso03/curso03_01.htm)
- LabXchange. (s.f.). Simulación de laboratorio. Consultado el 20 de marzo de 2024. Recuperado de [https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:eeeadeffc:lx\\_simulation:1?fullscreen=true](https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:eeeadeffc:lx_simulation:1?fullscreen=true)
- Procomun. (s.f.). Ácidos nucleicos (test). Consultado el 16 de marzo de 2024. Recuperado de <https://procomun.intef.es/articulos/acidoss-nucleicos-test>
- Sancho Tos, I. (s.f.). Estructura ADN y ARN. Consultado el 16 de marzo de 2024. Recuperado de [https://es.educaplay.com/recursos-educativos/4641230-estructura\\_adn\\_y\\_arn.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/4641230-estructura_adn_y_arn.html)
- Visionlearning. (s.f.). ADN III | Biology | Visionlearning. Consultado el 20 de marzo de 2024. Recuperado de [https://www.visionlearning.com/en/library/pathway/lx-pathway:82b570c3-9bb5-453f-8903-c84cb477c7fc/items/lx-pb:82b570c3-9bb5-453f-8903-c84cb477c7fc:lx\\_simulation:e707a703?fullscreen=true](https://www.visionlearning.com/en/library/pathway/lx-pathway:82b570c3-9bb5-453f-8903-c84cb477c7fc/items/lx-pb:82b570c3-9bb5-453f-8903-c84cb477c7fc:lx_simulation:e707a703?fullscreen=true)



## BIBLIOGRAFÍA

### RECURSOS

Gómez-Aguado, F., Lorenzo, M.I., Simón, F., & Hernández, B. (s.f.). Biología molecular y citogenética. Editorial Altamar

Arias López, B. (2024) Memoria de prácticas: Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Universidad de Valladolid

Video sobre los aspectos generales del ADN y el ARN.

[https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8097101-acidos\\_nucleicos.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8097101-acidos_nucleicos.html)

Actividad de relación: Relación de reactivos y su función en la extracción

[https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8233406-extraccion\\_de\\_acidos\\_nucleicos.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8233406-extraccion_de_acidos_nucleicos.html)

Explicación de la replicación del ADN

<https://genotipia.com/replicacion-del-adn/4>

Tutorial BIOMODEL

[https://www.youtube.com/watch?v=ExQ4\\_6NSpn0](https://www.youtube.com/watch?v=ExQ4_6NSpn0)

Actividades y recursos:

<https://biologiasur.org/index.php/enzimas-1/87-enzimas/103-enzimas-1-soluciones>

<https://biologiasur.org/index.php/acidos-nucleicos-1>

<https://recursosdidacticos.org/los-acidos-nucleicos-para-cuarto-de-secundaria/>

## **ANEXOS:**

### **ANEXO I: CUESTIONARIO INICIAL**

#### **CUESTIONARIO**

**1. ¿Cómo se llaman las unidades que componen el ADN?**

- a) Nucleótidos
- b) Monosacáridos
- c) Aminoácidos
- d) Ácidos grasos

**2. ¿Cómo se emparejan las bases nitrogenadas?**

- a) A-T, C-G
- b) A-C, G-T
- c) A-G, C-T

**3. ¿Cómo están unidas las dos cadenas que forman una doble hélice de ADN?**

- a) Enlaces covalentes dobles
- b) Enlaces de hidrógeno
- c) Interacciones electrostáticas

**4. ¿Qué le pasa al ADN si lo calientas demasiado?**

- a) Se separan sus dos cadenas
- b) Se rompen sus nucleótidos
- c) Reaccionan con otras moléculas, como proteínas

**5. ¿Qué es un fragmento de Okazaki?**

- a) Un trozo de ARN que se utiliza para sintetizar ADN en la replicación
- b) Un fragmento de una proteína necesario para que se una el ribosoma en la traducción
- c) Un fragmento que se produce durante la replicación de la cadena retardada

**6. ¿En qué consiste la transcripción?**

- a) En copiar una cadena de ADN de una célula para que pueda transmitirse su información genética a la descendencia.
- b) Es una técnica de laboratorio que escanea una secuencia genética y la plasma en un ordenador, utilizada en controles de paternidad.
- c) En la síntesis de una molécula de ARN a partir de una cadena de ADN para que la información genética pueda fluir y expresarse.

**7. ¿Quién participa en la síntesis de proteínas?**

- a) ARN
- b) Ribosoma
- c) Aminoácidos
- d) Todas son correctas

**8. ¿Qué significa que el código genético es degenerado?**

- a) Que aún no está del todo dilucidado
- b) Que en cada organismo tiene un significado diferente
- c) Que existen varias secuencias que comparten significado

**9. ¿Qué es una enzima de restricción?**

- a) Una enzima que restringe el paso de moléculas al interior celular
- b) Una enzima que corta un ácido nucleico por un lugar determinado
- c) Una enzima que transporta el ADN al ribosoma para la síntesis de proteínas

## ANEXO II: RECURSOS INTERACTIVOS

### RECURSOS INTERACTIVOS

En las páginas siguientes encontrareis múltiples recursos para practicar vuestro estudio y conocimientos.

- Preguntas test: estructura del ADN y el ARN  
[https://es.educaplay.com/recursos-educativos/4641230-estructura\\_adn\\_y\\_arn.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/4641230-estructura_adn_y_arn.html)
- Página web con una inmensa cantidad de herramientas para mejorar la comprensión de las ciencias. También incluye un glosario  
[Visionlearning | Su visión a la ciencia](#)  
Biología: [ADN III La replicación del ADN](#)
- Temario sobre ácidos nucleicos con actividades.  
[PRINCIPIOS DE GENÉTICA \(juntadeandalucia.es\)](#)
- Test online sobre los ácidos nucleicos:  
<https://procomun.intef.es/articulos/acidoss-nucleicos-test>
- Transcripción del ADN  
<https://www.biointeractive.org/es/classroom-resources/transcripcion-del-adn-version-detallada>
- Simulación del ADN a la proteína  
[https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:eeeadefc:lx\\_simulation:1?fullscreen=true](https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:eeeadefc:lx_simulation:1?fullscreen=true)
- Explicación de la realización de un gel de agarosa:  
[https://www.youtube.com/watch?v=NL1usCc0n38&ab\\_channel=CanalDivulgaci%C3%B3n](https://www.youtube.com/watch?v=NL1usCc0n38&ab_channel=CanalDivulgaci%C3%B3n)
- Simulador virtual de electroforesis  
[https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:82b570c3-9bb5-453f-8903-c84cb477c7fc/items/lx-pb:82b570c3-9bb5-453f-8903-c84cb477c7fc:lx\\_simulation:e707a703?fullscreen=true](https://www.labxchange.org/library/pathway/lx-pathway:82b570c3-9bb5-453f-8903-c84cb477c7fc/items/lx-pb:82b570c3-9bb5-453f-8903-c84cb477c7fc:lx_simulation:e707a703?fullscreen=true)

## ANEXO III: ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

## ACTIVIDADES DE REFUERZO

## ENLACES DE REPASO

- Video sobre los aspectos generales del ADN y el ARN.  
[https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8097101-acidos\\_nucleicos.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8097101-acidos_nucleicos.html)
- Actividad de relación: Relación de reactivos y su función en la extracción  
[https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8233406-extraccion\\_de\\_acidos\\_nucleicos.html](https://es.educaplay.com/recursos-educativos/8233406-extraccion_de_acidos_nucleicos.html)
- Explicación de la replicación del ADN  
<https://genotipia.com/replicacion-del-adn/4>

## ACTIVIDADES DE REPASO

## 1. Responde:

- a) ¿Qué significan las siglas de ADN? **Ácido desoxirribonucleico**
- b) ¿Y de ARN? **Ácido ribonucleico**
- c) ¿Qué pentosa tiene en su composición el ADN? **desoxirribosa**
- d) ¿Y el ARN? **ribosa**
- e) ¿Qué bases nitrogenadas aparecen en el ADN? **AGCT**
- f) ¿Y en el ARN? **AGCU**

## 2. Una molécula bicatenaria de ADN contiene un 30% de G. ¿Qué porcentaje contiene de las otras bases?

**30% de C y 40% de adenina y timina.**

## 3. Relaciona cada enzima asociada al ADN en la columna de la izquierda con su función correspondiente en la columna de la derecha. Escribe la letra de la función correcta junto a cada enzima.

Enzima	Función
1. Helicasa	E. Desenrolla la doble hélice de ADN
2. ADN polimerasa III	C. Añade nucleótidos al extremo 3' de la cadena de ADN.
3. Ligasa	A. Une los fragmentos de Okazaki.
4. Primasa	D. Sintetiza cebadores de ARN.
5. ADN polimerasa I	B. Elimina los cebadores de ARN.

4. Ordena los siguientes pasos en la secuencia correcta para realizar la extracción de ADN a partir de una muestra de saliva. Escribe el número correspondiente al paso en la columna de "Orden".

Paso	Orden
A. Añadir solución de lisis para romper las células.	2
B. Recolectar la muestra de saliva en un tubo estéril.	1
C. Centrifugar para separar el ADN de otros componentes.	4
D. Incubar con proteasa para descomponer proteínas.	3
E. Resuspender el ADN en un buffer adecuado.	8
F. Precipitar el ADN con alcohol isopropílico.	5
G. Lavar el ADN con etanol para eliminar impurezas.	7
H. Retirar el sobrenadante y recoger el ADN precipitado.	6

### PREGUNTAS COMPLEMENTARIAS

1. Di si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- En la replicación, la cadena nueva se sintetiza en dirección 5'→3' y la hebra molde se lee en dirección 3'→5'. **Verdadero**
- En la transcripción, la cadena de ARN se sintetiza en dirección 3'→5' y la hebra de ADN molde se lee en dirección 5'→3'. **Falso, se sintetiza en dirección 5'→3' y la hebra molde se lee en dirección 3'→5'**
- En la replicación, la hebra conductora se sintetiza en dirección 5'→3' y la hebra retardada en dirección 3'→5'. **Falso, ambas hebras se sintetizan en dirección 5'→3'**
- El cromosoma bacteriano tiene un origen de replicación único, mientras que los cromosomas eucarióticos tienen múltiples orígenes de replicación. **Verdadero**
- En la traducción, cada tres bases nitrogenadas del ARNm codifican para un aminoácido. **Verdadero**

2. La secuencia de una molécula de ADN bicatenaria es la siguiente:

5' - TGCCGAAAGCTAAACGGTAGGCGCGAGCTCCATCCAGCTGAATTCGGTTCAG -3'  
 3' - ACGGCTTTCGATTTGCCATCCGCGCTCGAGGTAGGTCGACTTAAGCCAAGTC -5'

Escribe los fragmentos obtenidos tras la digestión con las siguientes enzimas de restricción y señala si los extremos son romos o cohesivos

a) *Alu I* Genera extremos romos

5' - TGCCGAA**AG** CTAAACGGTAGGCGCG**AG** CTCCATCC**AG** CTGAATTCGGTTCAG -3'  
 3' - ACGGCTT**TC** GATTTGCCATCCGCGC**TC** GAGGTAGG**TC** GACTTAAGCCAAGTC -5'

b) *EcoR I* Genera extremos cohesivos

5' - TGCCGAAAGCTAAACGGTAGGCGCGAGCTCCATCCAGCT**G** AATTCGGTTCAG -3'  
 3' - ACGGCTTTTCGATTTGCCATCCGCGCTCGAGGTAGGTCGA**CTTAA** GCCAAGTC -5'

c) *Sac I* Genera extremos cohesivos

5' - TGCCGAAAGCTAAACGGTAGGCGC**GAGCT** CCATCCAGCTGAATTCGGTTCAG -3'  
 3' - ACGGCTTTTCGATTTGCCATCCGCGC**C** TCGAGGTAGGTCGACTTAAGCCAAGTC -5'

## ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN

### NUCLEÓTIDOS NO NUCLEICOS

#### Introducción

Los nucleótidos son unidades estructurales básicas que, además de formar ácidos nucleicos como el ADN y el ARN, pueden existir como moléculas libres o integrarse en otras estructuras moleculares. Estas incluyen moléculas portadoras de energía y coenzimas, que desempeñan roles cruciales en diversos procesos biológicos. Esta actividad invita a los estudiantes a investigar nucleótidos que no se incorporan en ácidos nucleicos pero tienen funciones significativas en el metabolismo.

#### Descripción de la actividad

Para los alumnos interesados en subir su nota, se propone una tarea de investigación utilizando fuentes confiables disponibles en Internet. La tarea consiste en identificar y documentar ejemplos de nucleótidos que no forman parte de ácidos nucleicos. Los estudiantes deberán:

- Identificar varios nucleótidos que no estén integrados en ácidos nucleicos.
- Describir la función biológica de estos nucleótidos.
- Indicar los alimentos donde se pueden encontrar.
- Explicar la importancia de estos nucleótidos en la dieta y las posibles consecuencias de su deficiencia.

## Procedimiento

**Búsqueda de Información:** Utiliza fuentes de información contrastadas, como artículos científicos, bases de datos de nutrición, y recursos educativos en línea, para encontrar ejemplos de nucleótidos no nucleicos.

**Elaboración del Informe:** Redacta un informe detallado utilizando un procesador de textos. El informe debe incluir una tabla con la siguiente estructura:

Nucleótido	Alimentos que lo contienen	Función en el metabolismo	Impacto de su deficiencia en la salud

**Presentación del Informe:** Asegúrate de que el informe esté bien estructurado y escrito en un lenguaje claro y conciso. La tabla debe estar claramente etiquetada y presentarse de manera ordenada. Incluye una breve conclusión que resuma los hallazgos de tu investigación.

## Criterios de Evaluación

Se evaluará la exhaustividad de la investigación, la claridad de la presentación, la precisión de la información y la correcta citación de las fuentes utilizadas.



## ANEXO IV: ACTIVIDADES DE DESARROLLO

## ACTIVIDADES

(las soluciones se marcan en rojo)

## 1. Nombra los siguientes nucleósidos y nucleótidos, según su composición química:

- a) Ribosa + uracilo → Uridina
- b) Desoxirribosa + guanina → Desoxiguanosina
- c) Fosfato + ribosa + citosina → Citidin-5'-fosfato
- d) Fosfato + desoxirribosa + timina → Desoxitimidina-5'-fosfato
- e) Fosfato + ribosa + adenina → Adenosin-5'-fosfato

## 2. Completa el cuadro con las características químicas del ADN y el ARN.

Ác. nucleico	Pentosa	Bases nitrogenadas	Tipo de molécula
ADN	Desoxirribosa	Adenina Guanina Citosina Timina	Desoxirribonucleótidos
ARN	Ribosa	Adenina Guanina Citosina Uracilo	Ribonucleótidos

## 3. Para una molécula bicatenaria de ADN, di cuál de las siguientes afirmaciones es correcta.

- a)  $G+C = A+T$  →
- b)  $T/C = 1$  →
- c)  $C = G$  → Verdadera
- d)  $A+G = T+C$  → Verdadera
- e)  $A/T = 2$  →
- f)  $A/T = 1$  → Verdadera

4. Una molécula bicatenaria de ADN contiene un 30% de G. Calcula el porcentaje del resto de bases nitrogenadas presentes en la molécula.

$$G = 30\%; C = G \rightarrow C = 30\%.$$

$$40\%/2 = 20\%. A = 20\% \text{ y } T = 20\%$$

5. Dada esta secuencia de ARN: AAGCUUCCGAUCGGAGAGACAUGAAUCGCG, calcula el nº y % de bases púricas y pirimidínicas, así como de cada base nitrogenada.

$$\text{Total: } 30; A = 9 \rightarrow (9/30) * 100 = 30\%$$

$$G = 9 \rightarrow (9/30) * 100 = 30\%$$

$$C = 7 \rightarrow (7/30) * 100 = 23,3\%$$

$$U = 5 \rightarrow (5/30) * 100 = 16,6\%$$

$$\text{Bases púricas: } A \text{ y } G = 30\% + 30\% = 60\%$$

$$\text{Bases pirimidínicas: } C \text{ y } U = 23,3\% + 16,6\% = 40\%$$

6. Di si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones.

- Dos bases nitrogenadas son complementarias siempre que una de ellas sea púrica y la otra pirimidínica. → **FALSO**
- En procariotas, todos los tipos de ADN son circulares. → **VERDADERO**
- En la doble hélice de ADN, las bases nitrogenadas se sitúan en el exterior y el esqueleto de fosfato y desoxirribosa en el interior. → **FALSO**
- El ADN cromosómico de eucariotas es lineal, mientras que el ADN mitocondrial es circular. → **VERDADERO**
- Los plásmidos en procariotas y el ADN mitocondrial en eucariotas se replican de manera independiente respecto del ADN cromosómico. → **VERDADERO**

7. Escribe el nombre completo del tipo de ARN y relaciónalo con la definición que corresponda.

- ARN mensajero → contiene información para la síntesis de proteínas.
- ARN de transferencia → contiene hasta un 10% de bases nitrogenadas raras.
- ARN ribosómico → combinado con proteínas, forma los ribosomas.
- microARN → está implicado en la regulación de la expresión génica.
- ARN heterogéneo nuclear → tras su maduración se transforma en ARNm.
- ARN pequeño nuclear → forma ribonucleoproteínas con actividad enzimática.
- ARN pequeño nucleolar → es el precursor de varios ARN ribosómicos.

## ANEXO V: PRÁCTICA SIMULACIÓN BIOMOLÉCULAS

### PRÁCTICA: SIMULACIÓN BIOMOLÉCULAS

#### Introducción

La biología molecular se centra en la comprensión de las estructuras y funciones de los ácidos nucleicos, fundamentales en todos los procesos biológicos. Con el avance de la tecnología, la simulación biomolecular se ha convertido en una herramienta clave para visualizar y analizar estas estructuras en un entorno virtual. Esta práctica tiene como objetivo que los estudiantes utilicen Biomodel, una aplicación de simulación molecular, para explorar y capturar imágenes de diversas moléculas de ácidos nucleicos, reforzando sus conocimientos teóricos con visualizaciones prácticas.

#### Descripción de la Herramienta: Biomodel

Biomodel es una aplicación interactiva que permite a los usuarios visualizar, manipular y analizar modelos tridimensionales de biomoléculas. Con Biomodel, los estudiantes pueden explorar la estructura espacial de ácidos nucleicos, observar interacciones moleculares y realizar capturas de pantalla de configuraciones específicas. Esta herramienta proporciona una experiencia de aprendizaje dinámica que facilita la comprensión de complejas estructuras biomoleculares y sus funciones.

#### Ejercicios de Simulación

##### Ejercicio 1: Estructura de una molécula de ADN

- Objetivo: Visualizar la doble hélice del ADN y capturar una imagen que destaque sus principales características estructurales.
- Instrucción: Abre Biomodel y selecciona la opción para cargar una molécula de ADN.
- Exploración: Utiliza las herramientas de rotación y zoom para explorar la estructura de la doble hélice. Identifica las principales características, como los surcos mayor y menor, y la torsión de la hélice.
- Captura de Imagen: Ajusta la visualización para mostrar una vista clara de la doble hélice y captura una imagen que muestre estas características estructurales. Y adjúntala debajo.

### **Ejercicio 2: Captura de la interacción entre ADN y proteínas**

- **Objetivo:** Visualizar la interacción entre una molécula de ADN y una proteína de unión al ADN, capturando la imagen que muestre la complejidad de esta interacción.
- **Instrucción:** En Biomodel, carga un modelo de ADN junto con una proteína de unión, como una polimerasa o una helicasa.
- **Exploración:** Examina cómo la proteína interactúa con el ADN, prestando atención a los puntos de contacto y la disposición espacial de la proteína en relación con el ADN.
- **Captura de Imagen:** Encuentra una vista que muestre claramente la interacción entre la proteína y el ADN, resaltando los sitios de unión y cualquier cambio en la estructura del ADN. Y adjúntala debajo.

### **Ejercicio 3: Captura de la estructura de una molécula de ARN**

- **Objetivo:** Visualizar la estructura secundaria de una molécula de ARN y capturar una imagen que resalte sus características estructurales únicas.
- **Instrucción:** En Biomodel, selecciona y carga una molécula de ARN.
- **Exploración:** Utiliza las herramientas disponibles para identificar la estructura secundaria del ARN, como bucles, horquillas, y emparejamiento de bases.
- **Captura de Imagen:** Ajusta la visualización para destacar estas características y captura una imagen que muestre claramente la estructura secundaria del ARN.
- **Anotación:** Guarda la imagen y documenta las características observadas en la estructura del ARN.

ANEXO VI: ACTIVIDADES DE DESARROLLO II

**ACTIVIDADES DE DESARROLLO**

**1. Explica de manera breve y concisa las siguientes características del código genético:**

- a) **Universal.** Es el mismo para todos los organismos, a excepción del código genético mitocondrial, en el que algunos codones concretos codifican para un aminoácido distinto.
- b) **No ambiguo.** Cada triplete de bases nitrogenadas codifica un único aminoácido.
- c) **Degenerado.** Distintos aminoácidos pueden ser codificados por diferentes codones, ya que sólo hay 20 aminoácidos, pero 61 codones codificantes.
- d) **Continuo.** Los codones se disponen de manera secuencial, sin espacios entre ellos.
- e) **No solapado.** Los codones se disponen de manera secuencial y no comparten bases entre ellos.

**2. Un fragmento de un ácido nucleico cuya secuencia es CGGAGCAC corresponde a:**

- a) ADN
- b) ARNm
- c) ARNt
- d) **ADN o ARN indistintamente**

Esta secuencia puede corresponder a ambas moléculas ya que no contiene bases exclusivas de ADN o ARN, como T (timina) para ADN y U (uracilo) para ARN

**3. ¿Cuál es la cadena complementaria al siguiente fragmento de ADN: 5'-ACCTGTACG-3'? Nombra y explica 3 características de la doble hélice del ADN, que descubrieron Watson y Crick.**

La cadena complementaria es 3'-TGGACATGC-5'.

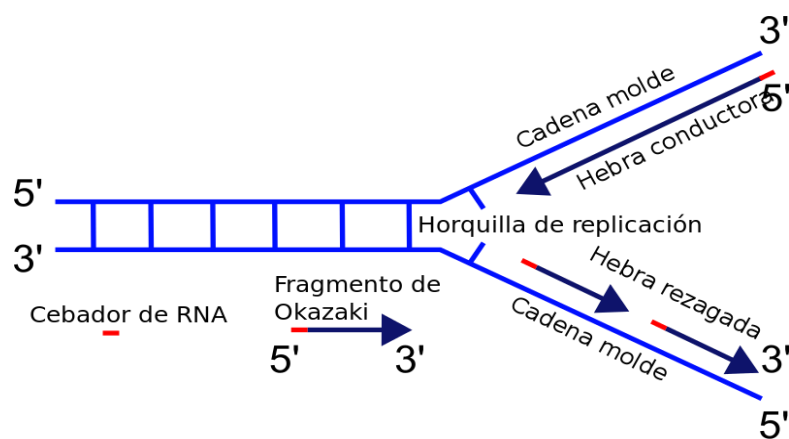
Características de la Doble Hélice del ADN:

- **Emparejamiento de Bases:** descubrieron que las bases nitrogenadas se emparejan de forma específica: adenina (A) con timina (T) mediante dos enlaces de hidrógeno, y citosina (C) con guanina (G) mediante tres enlaces de hidrógeno. Este emparejamiento es esencial para la replicación y la transcripción del ADN.
- **Estructura de Doble Hélice:** La estructura del ADN es una doble hélice, donde dos cadenas polinucleotídicas se enrollan en torno a un eje común. Estas cadenas son

antiparalelas, lo que significa que corren en direcciones opuestas (5' a 3' y 3' a 5'). Esta disposición proporciona estabilidad estructural a la molécula de ADN.

- Complementariedad y Replicación: La complementariedad de las bases permite que cada cadena de la hélice actúe como plantilla para la formación de una nueva cadena complementaria durante la replicación del ADN. Esta propiedad asegura que la información genética se copie de manera precisa de una generación a la siguiente.

4. **Dibuja una horquilla de replicación, identifica la hebra conductora y la hebra retardada, dibuja los fragmentos de Okazaki y los cebadores de ARN. Después contesta a las siguientes preguntas.**



a) **Nombra 4 proteínas que participen en este proceso y su función.**

- **Helicasa:** Desenrolla la doble hélice de ADN en la horquilla de replicación, separando las dos hebras de ADN.
- **ADN Polimerasa III:** Principal enzima responsable de la síntesis de la nueva cadena de ADN, añadiendo nucleótidos en la dirección 5' a 3'.
- **Primasa:** Sintetiza los cebadores de ARN necesarios para el inicio de la síntesis de ADN en ambas hebras.
- **Ligasa:** Une los fragmentos de Okazaki en la cadena retardada, formando una hebra continua de ADN
- **ADN polimerasa I:** elimina los cebadores sustituyendo el ARN por ADN
- 

5. **Tenemos una sustancia que bloquea el efecto de la ligasa.**

a) **Describe qué efecto tendría esta sustancia en la replicación de la hebra**

**principal o líder. Explicar en menos de dos líneas.**

La sustancia que bloquea la ligasa tendría un impacto mínimo en la hebra líder porque esta hebra se sintetiza continuamente en dirección 5' a 3' y generalmente no requiere la acción de la ligasa para unir fragmentos..

**b) Describe qué efecto tendría en la replicación de la hebra retrasada. Explicar en menos de dos líneas.**

En la hebra retrasada, la inhibición de la ligasa impediría la unión de los fragmentos de Okazaki, afectando la síntesis completa y continua de esta hebra que se replica de manera discontinua.

## ANEXO VII: ACTIVIDADES DE REPASO

### ACTIVIDADES DE REPASO CON SOLUCIONES

#### 1. Qué son los ácidos nucleicos?

Los ácidos nucleicos son cadenas lineales poliméricas en las que el monómero o unidad repetitiva se llama nucleótido. Se pueden definir como polinucleótidos.

Cada nucleótido está integrado por un grupo fosfato, una pentosa y una base nitrogenada.

#### 2. ¿Cómo se unen los nucleótidos?

Mediante el llamado enlace internucleotídico o fosfodiéster. El fosfato unido a la posición 5' esterifica también la 3' del nucleótido precedente.

#### 3. Escriba el nombre completo que corresponda a las siguientes siglas: GMP, dCMP, ATP, UDP, dGTP.

- GMP = guanosina monofosfato
- dCMP = desoxicitidina monofosfato
- ATP = adenosina trifosfato
- UDP = uridina difosfato
- dGTP = desoxiguanosina trifosfato

#### 4. - ¿Qué es el ARN?

ARN es un acrónimo de ácido ribonucleico, que se define como un polímero formado por ribonucleótidos.

Recordemos que las uniones de los nucleótidos tienen lugar entre las posiciones 3'OH y 5'P de dos nucleótidos consecutivos, mediante enlace fosfodiéster.

#### 5. ¿A qué se llama ribonucleósido?

Ribonucleósido es el compuesto que resulta al unirse la ribosa con una base nitrogenada, mediante enlace N-glucosídico. Para nombrarlos hay que tener en cuenta la base, puesto que si es purínica se usa el sufijo "osina" y si es pirimidínica, "idina".



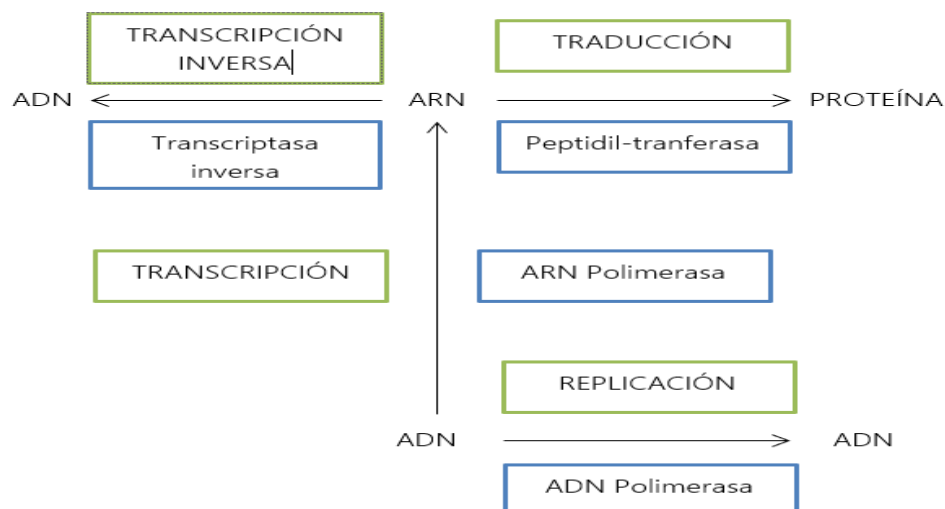
## 6. Defina: enzima, sustrato y centro activo.

- Las enzimas son catalizadores específicos de las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos. Las enzimas son biocatalizadores. Desde el punto de vista químico, todas las enzimas son proteínas globulares (excepto algunos tipos de ARN con capacidad catalítica, denominados ribozimas).
- Se llama sustrato al compuesto sobre el que actúa la enzima y, como consecuencia de la catálisis, queda transformado en producto.
- Centro activo es la zona de la superficie enzimática donde tiene lugar la unión con el sustrato y la catálisis del mismo. Una vez originado el producto, la enzima queda libre y puede realizar un nuevo ciclo de reacción.

## 7. ¿Son igualmente importantes todos los aminoácidos para llevar a cabo la catálisis enzimática?

La presencia en el centro activo de los aminoácidos implicados en la catálisis enzimática es muchísimo más frecuente en unos casos que en otros. De los 20 aminoácidos que integran las proteínas enzimáticas, sólo algunos de ellos intervienen directamente en la catálisis a través de determinados grupos funcionales de su molécula. En el centro activo de las enzimas se hallan con mayor frecuencia algunos de los siguientes: aspártico, cisteína, glutámico, histidina, lisina y serina.

## 8. Completa el siguiente mapa conceptual del flujo de la información genética con los nombres de los procesos (cuadros verdes) y las principales enzimas que toman parte en la elongación de las cadenas poliméricas (cuadros azules):



**7. Di si son VERDADERAS o FALSAS las siguientes afirmaciones relativas a la integridad de los AN tras la purificación de y justifica:**

- a) La electroforesis en gel de agarosa es la técnica de elección para comprobar la integridad de los AN. **VERDADERO**
- b) En la electroforesis de una muestra de ARN total no degradado de un organismo eucariota se observan 2 bandas nítidas correspondientes a los ARNr 28S y 18S, junto con un ligero *smear* por el ARNm. **VERDADERO**
- c) La mejor muestra para purificar ADN es el tejido fijado en formol e incluido en parafina, porque la fijación en formol conserva perfectamente la integridad de los AN. **FALSO, el formol hace que los AN aparezcan fragmentados.**
- d) Cuando el ADN se degrada, en la electroforesis se observa un *smear*, cuya amplitud e intensidad dependen del grado de fragmentación y degradación del ADN. **VERDADERO**
- e) En la electroforesis de ADN plasmídico integro se observan múltiples bandas por la formación de dímeros, trímeros, tetrameros, etc. **FALSO, solo se ve una banda.**

**9. Dada la siguiente secuencia de ADN bicatenario deduce la secuencia correspondiente ARNm y la secuencia de aminoácidos de la secuencia polipeptídica, teniendo en cuenta que la cadena molde es la que aparece en AZUL.**

5' - **ATGGAGTGTGCCGACTTCTACGAGGCGGAGCCGCGGCCCGATGAGCAGCTAG** - 3'

3' - **TACCTCACACGGCTGAAGATGCTCCGCCTCGGCGCCGGGGGCTACTCGTCGATC** - 5'

5' - AUGGAGUGUGCCGACUUCUACGAGGCGGAGCCGCGGCCCGAUGAGCAGCUAG - 3' ARNm

**Met-Glu-Cys-Ala-Asp-Phe-Tyr-Glu-Ala-Glu-Pro-Arg-Pro-Pro-Met-Ser-Fin de la traducción**

**10. Explica que ocurriría si en la molécula anterior la adenina situada en la posición 9 de la cadena molde fuese sustituida por:**

3' - TACCTCAC**A**CGGCTGAAGATGCTCCGCCTCGGCGCCGGGGGCTACTCGTCGATC - 5'

- a) **Guanina. El tercer codón de ARNm sería UGC y codificaría para cisteína por lo que no habría cambio en la cadena polipeptídica.**

- b) Citosina. El tercer codón de ARNm sería UGG y codificaría para triptófano, lo que modifica la cadena polipeptídica original pudiendo ocasionar cambios de conformación y/o funcionalidad en la proteína.
- c) Timina. El tercer codón de ARNm sería UGA y, como es un codón de terminación, finalizaría la traducción.

**11. ¿Qué función cumple el gel de agarosa en la electroforesis?.**

El gel de agarosa sirve como matriz porosa que permite la migración de moléculas de ácidos nucleicos según su tamaño durante la electroforesis.

**12. ¿Tipos de buffer de electroforesis existen?¿Cuáles son las diferencias y para que muestras usarías cada uno de ellos?**

Tanto el TAE (Tris-acetato-EDTA) como el TBE (Tris-borato-EDTA) se utilizan para la electroforesis en gel. Normalmente se utilizan en procedimientos para la separación de ácidos nucleicos. Difieren en la composición y, por tanto, afecta de manera diferente a la migración.

TBE tiene una mejor capacidad de amortiguación que TAE, y se suele usar para realizar electroforesis de fragmentos pequeños en geles de 2% de agarosa, mientras que el TAE se utiliza para fragmentos de mayor tamaño en geles de agar de menos concentración (0.7-1%). También es importante tener en cuenta que el ácido bórico en TBE puede inhibir muchas enzimas, por lo que se debe elegir TAE si los pasos posteriores dependen de procesos enzimáticos.

Ejercicios y actividades adaptados de:

<https://www.biologiasur.org/>

Biología molecular y citogenética. Editorial Altamar

<https://recursosdidacticos.org/los-acidos-nucleicos-para-cuarto-de-secundaria/>

## ANEXO VIII: PRÁCTICA EXTRACCIÓN ADN

### PRÁCTICA: EXTRACCIÓN ADN DE SALIVA

#### 1. OBJETIVOS

Realizar la extracción de ADN de una muestra de saliva mediante el kit comercial DANAGENE SALIVA KIT.

#### 2. FUNDAMENTO

La saliva arrastra las células del epitelio que recubre las paredes internas de la boca y que se están desprendiendo constantemente. Durante la toma de muestra se recogen las células que se desprenden de las encías, las paredes de la boca, la lengua, etc.

El material hereditario está formado por ADN encerrado en el núcleo de las células eucariotas, de tamaño microscópico. Para poder extraerlo es necesario lisar las células, separar el núcleo, romperlo y liberar el ADN. Una vez liberado el ADN es necesario separarlo de las proteínas y provocar la precipitación de éstas. Posteriormente se hace precipitar el ADN utilizando isopropanol, de forma que en alcohol el ADN forma fibras y precipita.

En esta práctica realizaremos la extracción de ADN de una muestra de saliva con un kit comercial mediante un procedimiento que consta de 5 fases: Toma de muestra, lisis celular, precipitación proteica, precipitación del ADN e hidratación del ADN.

#### 3. MATERIAL Y REACTIVOS

- Kit DANAGENE SALIVA KIT
  - Tampón lisis
  - Tampón precipitación proteínas
  - Tampón de hidratación
- Micropipeta y puntas
- Muestra de saliva
- Microtubos de 1,5-2mL
- Etanol 70%
- Isopropanol
- Microcentrífuga
- Vórtex
- Gradilla microtubos
- Baño de agua (37°C)

#### 4. PROCEDIMIENTO

##### **Toma de muestra.**

Se recomienda no haber comido nada durante los 30 minutos previos a la toma de muestra. Para ello pasar la lengua con movimientos arriba-abajo por las paredes de las mejillas, mandíbulas y paladar para recoger las células. Depositar aproximadamente unos 1,5ml de saliva en el envase de recogida.

##### **Lisis celular.**

1. Colocar 600-800µl de saliva en un microtubo de 1.5ml. Centrifugar durante 90 segundos a 14.000xg. Eliminar el sobrenadante con pipeta sin dañar el pellet blanco visible de células.
2. Añadir 600µl de Tampón de Lisis. Resuspender con la micropipeta mediante movimientos arriba y abajo, para disolver el pellet de células y lisarlo. **MUY IMPORTANTE**, resuspender completamente el pellet sin que se observe ningún grumo blanco, ya que sino la cantidad de ADN obtenida será pequeña.
3. Incubar durante 10 minutos. Agitar los tubos suavemente cada 2 minutos. Si es posible incubar a 37°C, ya que esto mejorará el rendimiento.

##### **Precipitación proteica.**

1. Añadir 200 µl de Tampón de Precipitación proteínas al lisado celular.
2. Mezclar vigorosamente con un agitador tipo vórtex, a máxima velocidad durante 20-30 segundos.
3. Centrifugar a 14.000 x g durante 5 minutos. Se formará un precipitado. Si se observan partículas flotando volver a centrifugar después de incubar 5 minutos en hielo.

##### **Precipitación del ADN.**

1. Traspasar el sobrenadante que contiene el ADN a un microtubo de 1,5ml que contenga 600µl de Isopropanol.
2. Mezclar por inversión unas 25-50 veces.
3. Centrifugar a 14.000 x g durante 2 minutos. El ADN será visible como un pellet blanco.
4. Eliminar el sobrenadante y secar el tubo de forma breve en papel absorbente. Añadir 600µl de Etanol 70% para lavar el ADN.

## ANEXOS

5. Centrifugar a 14.000 x g durante 1 minuto. Cuidadosamente eliminar el sobrenadante sin tocar el pellet de ADN. Volver a centrifugar brevemente y con una micropipeta y punta fina recoger las últimas gotas el etanol residual.
6. Invertir el microtubo en un papel absorbente y dejar secar durante unos 5-10 minutos.

### **Hidratación del ADN.**

1. Añadir 100-750µl de Tampón de Hidratación, dependiendo del tamaño del pellet de ADN, y resuspender con micropipeta. Es posible que los pellets de gran tamaño necesiten una incubación a 55°C durante 1 hora para poder resuspenderlos completamente antes de llevar a cabo la PCR. Para pellets muy pequeños se puede utilizar 25-50µl de Tampón de Hidratación.
2. Conservar a 2-8°C. Para almacenajes largos conservar a -20°C o - 80°C.

## **5. RESULTADOS**

## **6. CONCLUSIONES**

## ANEXO IX: PRÁCTICA ELECTROFORESIS

### PRÁCTICA: ELECTROFORESIS

#### OBJETIVO:

El objetivo de esta práctica es separar y visualizar moléculas de ácidos nucleicos utilizando la técnica de electroforesis. Esto se logrará mediante la aplicación de una corriente eléctrica a través de un gel de agarosa, que permitirá la migración de las moléculas en función de su tamaño.

#### FUNDAMENTO:

La electroforesis es una técnica ampliamente utilizada para separar moléculas de ácidos nucleicos basándose en su tamaño y carga.

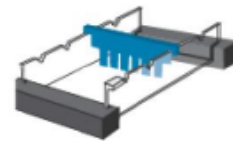
La electroforesis en gel de agarosa es un procedimiento utilizado en varias áreas de la Biotecnología, es un procedimiento analítico utilizado en laboratorios de investigación, biomédicos y forenses. De los tipos de electroforesis existentes, la electroforesis en gel de agarosa es el método más común y más utilizado. Es un método de separación frecuentemente utilizado para analizar fragmentos de ADN generados por enzimas de restricción, PCR, etc.

#### MATERIALES:

- Kit de electroforesis Bioted
- Fuente de alimentación
- Micropipetas y puntas desechables
- Erlenmeyer 1000mL
- Varilla de vidrio
- Papel de filtro
- Probeta de 250mL
- Pipeta Pasteur
- Vórtex y Spin o minicentrífuga.

#### REACTIVOS

- Agua destilada
- Agarosa (kit)
- Buffer de electroforesis 1X (kit)
- Muestras (de referencia del kit)



#### PROCEDIMIENTO

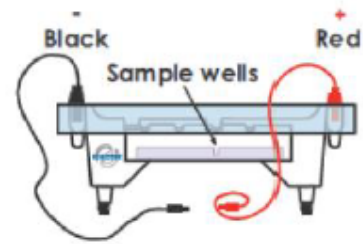
##### 1. Preparación del gel:

- Preparación del molde: Coger el molde y cerrar los extremos con los topes para que no se salga la agarosa. Después colocar el peine para formar los pocillos.

- En un Erlenmeyer de 100mL preparar:
  - Para geles de 7x7cm: Añadir 32 mL de Tampón de electroforesis 1X más 0.30 gr de agarosa, agitar la mezcla para disolver los grumos de agarosa.
  - Para geles de 12x12 cm: Añadir 84 mL de Tampón de electroforesis 1X más 0.80 gr de agarosa, agitar la mezcla para disolver los grumos de agarosa
- Calentar la mezcla para disolver la agarosa, para que la agarosa se disuelva se ha de llevar la solución a punto de ebullición. La solución final debe aparecer clara sin partículas aparentes.
- Enfriar la solución de agarosa más o menos a 55°C, colocando el envase debajo de un grifo de agua y agitando o introduciendo el Erlenmeyer en un vaso de precipitados de mayor capacidad con agua. Si se produce mucha evaporación del líquido, añadir tampón de electroforesis.
- Añadir la solución de agarosa al molde, colocar los peines con cuidado y permitir que el gel solidifique.

**2. Preparación del gel para la electroforesis.**

- Colocar el gel ya solidificado en la cámara de electroforesis correctamente orientada con los pocillos más cerca del polo negativo (color negro).
- Llenar la cámara de electroforesis con 300ml de Tampón de electroforesis, asegurándonos de que el gel está completamente cubierto de tampón.
- Sacar el peine que ha formado los pocillos con cuidado de no romper ningún pocillo.



**3. Siembra del gel y electroforesis**

- Dar un vortex breve a las muestras y posteriormente realizar una breve centrifugación en una minicentrífuga o spin.
- Se suministran 7 muestras diferentes presentadas en 7 tubitos cada uno de un color, sembrar o cargar las muestras en el siguiente orden:

Pocillo	Muestra
1	Verde
2	Negro
3	Lila
4	Blanco
5	Amarillo
6	Rojo
7	Azul

- Cargar 20uL de las muestras en los pocillos del gel, con la micropipeta que incluye en kit o con una micropipeta v puntas esterilizadas.



## ANEXOS

- Cuidadosamente colocar la cubierta del aparato de electroforesis en los terminales de los electrodos. Insertar la clavija del cable negro en la entrada de color negro de la fuente de corriente (entrada negativa). Insertar la clavija del cable rojo en la entrada de color rojo de la fuente de corriente (entrada positiva).
- Configurar la fuente de corriente a 75 voltios (30 minutos). Vigilar que los colorantes no salgan fuera del gel.

### 4. Visualización

- Después de que la electroforesis ha terminado, **apagar la fuente de corriente**, desconectar los cables y sacar la cubierta.
- Colocar el gel en un transiluminador de luz blanca (si no se dispone, una hoja de papel blanco también puede utilizarse).

### 5. Resultados

- Fijate en la migración de las diferentes muestras y anota los resultados en el protocolo.

### 6. Limpieza

- Recoge y limpia todo el material del laboratorio que hayas utilizado.

## PROBLEMAS:

1. **Haz una foto del gel con los resultados obtenidos. ¿Qué podemos apreciar en la imagen? ¿Qué conclusiones has sacado después de ver los resultados de la práctica?**
2. **¿Qué función cumple el gel de agarosa en la electroforesis?**
3. **¿Tipos de buffer de electroforesis existen? ¿Cuáles son las diferencias y para qué muestras usarías cada uno de ellos?**
4. **Por qué sería importante usar un marcador de peso molecular en la electroforesis.**



<b>Parámetro</b>	<b>Criterio 1 (1Punto)</b>	<b>Criterio 2 (2Punto)</b>	<b>Criterio 1 (3Punto)</b>
<b>Uso de Recursos Interactivos (Videos/ actividades)</b>	Los recursos interactivos no contribuyeron significativamente a mi comprensión de los ácidos nucleicos	Los recursos interactivos fueron útiles en cierto grado, ayudándome a entender algunos conceptos de los ácidos nucleicos.	Los recursos interactivos fueron muy útiles y facilitaron una comprensión clara y profunda de los ácidos nucleicos.
<b>Uso de Simuladores Virtuales para Crear Biomoléculas</b>	Los simuladores virtuales no me ayudaron a comprender bien la estructura y función de las biomoléculas.	Los simuladores virtuales fueron moderadamente útiles para comprender la estructura y función de las biomoléculas, mejorando mi aprendizaje	Los simuladores virtuales fueron extremadamente útiles, proporcionando una comprensión detallada y aplicada de la estructura y función de las biomoléculas.
<b>Participación en Prácticas de Laboratorio</b>	Las prácticas de laboratorio no contribuyeron significativamente a mi comprensión de los procedimientos de biología molecular.	Las prácticas de laboratorio fueron útiles en cierta medida, mejorando mi comprensión de los procedimientos de biología molecular.	Las prácticas de laboratorio fueron altamente útiles y mejoraron considerablemente mi comprensión y habilidades en biología molecular.
<b>Realización de Actividades de Refuerzo</b>	Las actividades de refuerzo no ayudaron mucho a aclarar mis dificultades en el aprendizaje de los ácidos nucleicos.	Las actividades de refuerzo fueron algo útiles para aclarar mis dificultades y mejorar mi comprensión de los ácidos nucleicos.	Las actividades de refuerzo fueron muy útiles, ayudando a aclarar completamente mis dificultades y mejorando mi comprensión de los ácidos nucleicos.
<b>Desarrollo de Actividades de Investigación</b>	La actividad de investigación no aportó significativamente a mi comprensión de los nucleótidos no nucleicos y su función.	La actividad de investigación fue útil en cierta medida para entender mejor los nucleótidos no nucleicos y su función	La actividad de investigación fue extremadamente útil, proporcionando un conocimiento profundo y claro de los nucleótidos no nucleicos y su función
<b>Total</b>			

## ANEXO XI: RÚBRICAS DE EVALUACIÓN

<b>RÚBRICA PARA EVALUACIÓN: PRÁCTICA DE LABORATORIO EXTRACCIÓN ADN</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Criterio 1 (1 punto)</b>	<b>Criterio 2 (2 puntos)</b>	<b>Criterio 3 (3 puntos)</b>
<b>Preparación de la Muestra</b>	No se siguieron las recomendaciones para la toma de muestra; muestra insuficiente o contaminada.	Se siguieron parcialmente las recomendaciones; muestra adecuada pero con posibles contaminantes.	Muestra tomada correctamente siguiendo todas las recomendaciones; muestra limpia y suficiente.
<b>Lisis Celular</b>	El pellet no se resuspendió completamente; se observaron grumos en la solución.	El pellet se resuspendió mayoritariamente pero con algunos grumos pequeños.	El pellet se resuspendió completamente; no se observaron grumos en la solución.
<b>Incubación</b>	No se realizó la incubación o se hizo de manera incorrecta; no se agitó adecuadamente.	La incubación se realizó pero con agitación insuficiente o temperatura no óptima.	La incubación se realizó correctamente con agitación periódica y temperatura óptima.
<b>Precipitación Proteica</b>	El tampón de precipitación no se mezcló adecuadamente; centrifugado insuficiente.	El tampón de precipitación se mezcló adecuadamente pero el precipitado no se centrifugó correctamente.	El tampón de precipitación se mezcló y centrifugó correctamente; se obtuvo un precipitado claro.
<b>Precipitación del ADN</b>	El ADN no fue visible como un pellet claro; se cometieron errores en la mezcla o centrifugado.	El ADN fue visible pero con impurezas o el proceso de lavado no fue completamente efectivo.	El ADN fue visible como un pellet claro; la mezcla y centrifugado se realizaron correctamente.
<b>Lavado del ADN</b>	El lavado con etanol fue inadecuado; el ADN quedó con residuos significativos.	El lavado con etanol fue adecuado pero no completamente limpio; residuos mínimos.	El lavado con etanol fue eficaz; el ADN quedó limpio y sin residuos.
<b>Secado del ADN</b>	El secado del ADN fue insuficiente o excesivo, afectando la calidad del pellet.	El secado del ADN fue adecuado pero con menor control; el pellet fue mayormente correcto.	El secado del ADN fue controlado y adecuado; el pellet quedó en óptimas condiciones.
<b>Hidratación del ADN</b>	El ADN no se resuspendió completamente o se utilizó un volumen incorrecto de tampón de hidratación.	El ADN se resuspendió adecuadamente pero con algunas dificultades o volumen no totalmente ajustado.	El ADN se resuspendió completamente con el volumen correcto de tampón de hidratación.
<b>Normas de seguridad</b>	No sigue las normas de seguridad del laboratorio, sin tener cuidado con los reactivos y/o equipos que usa.	Sigue las normas de seguridad del laboratorio, sin tener cuidado con los reactivos y/o equipos que usa.	Sigue las normas de seguridad del laboratorio rigurosamente, teniendo cuidado con los reactivos y/o equipos que usa.

<b>RÚBRICA PARA EVALUACIÓN: PRÁCTICA DE LABORATORIO ELECTROFORESIS</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Criterio 1 (1 punto)</b>	<b>Criterio 2 (2 puntos)</b>	<b>Criterio 3 (3 puntos)</b>
<b>Preparación del Molde</b>	El molde no se cerró adecuadamente, causando derrames o formación incorrecta de los pocillos.	El molde se cerró parcialmente correcto, con algunas imperfecciones en los pocillos.	El molde se preparó correctamente, con los topes bien cerrados y pocillos bien formados.
<b>Preparación de la Solución de Agarosa</b>	No se disolvió completamente la agarosa o se observan partículas en la solución.	La agarosa se disolvió mayormente pero con algunas partículas residuales.	La agarosa se disolvió completamente, resultando en una solución clara sin partículas.
<b>Vaciado en el Molde</b>	La solución de agarosa se vertió de manera desordenada, formando burbujas o defectos en el gel.	La solución se vertió adecuadamente pero con algunas burbujas o ligeras imperfecciones en el gel.	La solución se vertió de manera uniforme, sin burbujas y con un gel perfectamente formado.
<b>Siembra de Muestras</b>	Las muestras se sembraron de manera incorrecta, afectando la carga en los pocillos o causando mezclas.	Las muestras se sembraron adecuadamente pero con ligeras imperfecciones en la carga de los pocillos.	Las muestras se sembraron correctamente, cargando adecuadamente cada pocillo sin mezclas ni errores.
<b>Configuración de la Fuente de Corriente</b>	La fuente de corriente se configuró incorrectamente, afectando la migración de las muestras.	La fuente de corriente se configuró adecuadamente pero con algunas inconsistencias menores en los parámetros.	La fuente de corriente se configuró correctamente con los parámetros adecuados para la electroforesis.
<b>Visualización del Gel</b>	La visualización se realizó incorrectamente, afectando la interpretación de los resultados.	La visualización se realizó adecuadamente pero con algunas dificultades en la interpretación de los resultados.	La visualización se realizó correctamente, permitiendo una clara interpretación de los resultados.
<b>Limpieza del Material</b>	El material no se limpió adecuadamente, quedando residuos o desorden en el área de trabajo.	El material se limpió adecuadamente pero con algunas áreas que necesitan atención.	Todo el material se limpió completamente, dejando el área de trabajo en perfectas condiciones.
<b>Normas de seguridad</b>	No sigue las normas de seguridad del laboratorio, sin tener cuidado con los reactivos y/o equipos que usa.	Sigue las normas de seguridad del laboratorio, sin tener cuidado con los reactivos y/o equipos que usa.	Sigue las normas de seguridad del laboratorio rigurosamente, teniendo cuidado con los reactivos y/o equipos que usa.