SAN306 – BIOLOGÍA MOLECULAR Y CITOGENÉTICA



TÉCNICO SUPERIOR EN LABORATORIO CLÍNICO Y BIOMÉDICO
GRADO D. CICLO FORMATIVO DE GRADO SUPERIOR

ÍNDICE

1. IDENTIFICACIÓN. 3
2. CONCRECIÓN DE CURRÍCULO EN RELACIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS DEL ÁMBITO PRODUCTIVO. 3
3. COMPETENCIAS PROFESIONALES, PERSONALES Y SOCIALES Y OBJETIVOS GENERALES. 4
3.1. CONTRIBUCIÓN DEL MÓDULO A LA ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS. 4
3.2. CONTRIBUCIÓN DEL MÓDULO A LOS OBJETIVOS GENERALES 4
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE. 5
4.1. RELACIÓN ENTRE LOS RA Y LAS REALIZACIONES PROFESIONALES DE LOS ESTÁNDARES DE COMPETENCIA ASOCIADOS AL MÓDULO 5
4.2. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL MÓDULO Y LOS OBJETIVOS GENERALES DEL CICLO 6
4.3. RELACIÓN ENTRE RESULTADOS DE APRENDIZAJE, CRITERIOS DE EVALUACIÓN, UNIDADES DIDÁCTICAS Y SU TEMPORALIZACIÓN. 6
5. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS 7
6. METODOLOGÍA Y COORDINACIÓN DOCENTE. 21
6.1 METODOLOGÍA 21
6.2 COORDINACIÓN DOCENTE. 22
7. MATERIALES Y RECURSOS 23
8. EVALUACIÓN 23
8.1. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN. 23
8.2. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN. 24
8.3. EVALUACIÓN FINAL ORDINARIA 39
8.4. EVALUACIÓN DEL ALUMNADO DE INCORPORACIÓN TARDÍA. 40
8.5. IMPOSIBILIDAD DE APLICAR CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTINUA 40
8.6. EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA: PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DEL MÓDULO PROFESIONAL NO SUPERADO EN CONVOCATORIA ORDINARIA. 41
8.7. EVALUACIÓN DEL ALUMNADO QUE NO PUEDE ASISTIR A CLASE POR ENCONTRARSE CURSANDO SEGUNDO CURSO DEL CICLO FORMATIVO. PLAN DE RECUPERACIÓN. 41
9. MEDIDAS DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD 41
10. ASPECTOS TRANSVERSALES 42
10.1. EDUCACIÓN EN VALORES 42
10.2. COMPETENCIAS PERSONALES 42
10.3. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS Y EXTRAESCOLARES 43
10.4. ACTIVIDADES INTERDEPARTAMENTALES 43
11. INDICADORES DE LOGRO Y SEGUIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN 43
11.1. PROCEDIMIENTO SOBRE EL DESARROLLO Y SEGUIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN .. 43

11.2. AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE..... 43
12. REFERENCIAS LEGISLATIVAS 43
13. ANEXO 1: SECUENCIACIÓN Y TEMPORALIZACIÓN PARA EL CURSO 2026-2027 45

1. IDENTIFICACIÓN.

- **Centro educativo:**Centro Integrado de Formación Profesional de Cerdeño.
- **Familia Profesional**: Sanidad.
- **Ciclo formativo**: Ciclo Formativo de Grado superior deLaboratorio Clínico y Biomédico
- **Móduloprofesional:**Biología Molecular y Citogenética
- **Código**: 1369
- **Duración**: 160 h
- **Estándares de competencia:**
  - **EC0373_3:** Realizar análisis hematológicos y genéticos en muestras biológicas humanas y procedimientos para obtener hemoderivados
  - **EC0381_3:** Aplicar técnicas de inmunohistoquímica, inmunofluorescencia y biología molecular, bajo la supervisión del facultativo
  - **EC0055_3:** Realizar ensayos biotecnológicos, informando de los resultados.
- Real Decreto del título y Decreto del currículo: Real Decreto 771/2014, Decreto 103/2025, de 25 de agosto.

2. CONCRECIÓN DE CURRÍCULO EN RELACIÓN A LAS CARACTERÍSTICAS DEL ÁMBITO PRODUCTIVO.

El módulo profesional de Biología Molecular con una carga lectiva de 181 horas y 5 horas semanales de docencia forma parte del primer curso del Ciclo Formativo de Grado Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico

Este módulo profesional juega un papel clave en el trabajo del técnico de laboratorio, puesto que, en los últimos años, la aplicación de las técnicas de biología molecular al diagnóstico y a la investigación ha aumentado exponencialmente y constituyen un pilar fundamental que ha sustituido en muchas ocasiones a las técnicas tradicionales.

- 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 este sentido, las actividades profesionales a esta función se aplican, entre otros, en laboratorios clínicos, laboratorios de anatomía patológica, laboratorios de investigación biosanitaria, laboratorios de genética y centros de reproducción asistida.

En nuestro centro disponemos de un laboratorio de biología molecular totalmente equipado, con los equipos inventariables básicos para desarrollar gran parte de los contenidos prácticos necesarios para alcanzar las unidades de competencia previamente mencionadas, dando la posibilidad al alumnado de adquirir una gran cantidad de conocimientos y destrezas, fundamentales para el desarrollo de su labor profesional.

Además, este módulo profesional contiene resultados de aprendizaje (RAs) afines a otros módulos profesionales del ciclo, como son Técnicas Generales de Laboratorio, Gestión de Muestras Biológicas o Inmunodiagnóstico, cuyos contenidos curriculares son complementarios.

3. COMPETENCIAS PROFESIONALES, PERSONALES Y SOCIALES Y OBJETIVOS GENERALES.

3.1. CONTRIBUCIÓN DEL MÓDULO A LA ADQUISICIÓN DE LAS COMPETENCIAS.

Las competencias profesionales a las que contribuye este módulo profesional son las siguientes:

f) Evaluar la coherencia y fiabilidad de los resultados obtenidos en los análisis, utilizando las aplicaciones informáticas.

g) Aplicar técnicas de análisis genético a muestras biológicas y cultivos celulares, según los protocolos establecidos

l) Asegurar el cumplimiento de las normas y medidas de protección ambiental y personal, identificando la normativa aplicable.

m) Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación

3.2. CONTRIBUCIÓN DEL MÓDULO A LOS OBJETIVOS GENERALES

La superación de este módulo profesional contribuye a alcanzar los siguientes objetivos generales:

j) Realizar operaciones físico-químicas para acondicionar la muestra antes del análisis.

k) Validar los datos obtenidos, según técnicas de tratamiento estadístico, para evaluar la coherencia y fiabilidad de los resultados.

l) Seleccionar los métodos de análisis cromosómico, en función del tipo de muestra y determinación, para aplicar técnicas de análisis genético

m) Aplicar protocolos de detección de mutaciones y polimorfismos en el ADN de células o tejidos

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE.

4.1. RELACIÓN ENTRE LOS RA Y LAS REALIZACIONES PROFESIONALES DE LOS ESTÁNDARES DE COMPETENCIA ASOCIADOS AL MÓDULO

REALIZACIONESPROFESIONALES

RP1: Preparar los materiales, los instrumentos, los equipos y las muestras, en función de las técnicas a realizar
RP2: Realizar las técnicas de amplificación (PCR reacción en cadena de polimerasa y variantes) solicitadas por el patólogo
RP3: Analizar los productos de PCR por indicación del patólogo
RP4: Realizar técnicas de citogenética molecular bajo supervisión del facultativo responsable
RP8: Realizar técnicas de obtención y de amplificación de ácidos nucleicos mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), siguiendo los criterios establecidos.
RP9: Realizar cariotipos por métodos convencionales siguiendo los protocolos del servicio
RP10: Realizar técnicas de estudio de análisis de genes.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA1: Caracteriza los procesos que hay que realizar en los laboratorios de citogenética y biología molecular, relacionándolos con los materiales y equipos.
RA2: Realiza cultivos celulares describiendo los pasos del procedimiento.
RA3: Aplica técnicas de análisis cromosómico en sangre periférica, líquidos y tejidos, interpretando los protocolos establecidos.
RA4: Aplica las técnicas de extracción de ácidos nucleicos a muestras biológicas, seleccionando el tipo de técnica en función de la muestra que hay que analizar.
RA5: Aplica técnicas de PCR y electroforesis al estudio de los ácidos nucleicos, seleccionando el tipo de técnica en función del estudio que hay que realizar.
RA6 Aplica técnicas de hibridación con sonda a las muestras de ácidos nucleicos, cromosomas y cortes de tejidos, interpretando los protocolos establecidos.
RA7: Determina los métodos de clonación y la secuenciación de ácidos nucleicos, justificando los pasos de cada procedimiento de análisis.

ESTANDARES DE COMPETENCIA	REALIZACIONES PROFESIONALES	RESULTADOS DE APRENDIZAJE						
		RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA7
EC0373_3	RP1	X						
	RP8					X		
	RP9		X	X				
	RP10			X				X
EC0381_3	RP2					X		
	RP3					X		
	RP4						X	
EC0055_3	RP1				X			
	RP2					X		
	RP3							X

4.2. RELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE DEL MÓDULO Y LOS OBJETIVOS GENERALES DEL CICLO

OBJETIVOS GENERALES	RESULTADOS DE APRENDIZAJE						
	RA1	RA2	RA3	RA4	RA5	RA6	RA7
j)	X			X			
k)					X	X	
l)			X				X
m)			x			x	x

4.3. RELACIÓN ENTRE RESULTADOS DE APRENDIZAJE, CRITERIOS DE EVALUACIÓN, UNIDADES DIDÁCTICAS Y SU TEMPORALIZACIÓN.

RESULTADO DE APRENDIZAJE	CE	UD	FORMACIÓN			
			CENTRO	H	EMPRESA	H
RA1	a, b, c, d, e, f, g,	UD 1	x	11		
RA2	a, b, c, d, e, f, g	UD 5	x	9	x	7
RA3	a, b, f	UD 3	x	12		
	c, d, e, f, g, h, i	UD 4	x	18		

RA4	a, c, i	**UD 2**	**X**	**11**		
	a,b,c,d,e, f, g,h,i	**UD 6**	**x**	**14**	**x**	**8**
RA5	a,b,c,d,e,f, g,h,i	**UD 8**	**x**	**16**	**x**	**6**
RA6	a,b,c,d,e,f, g,h	**UD 7**	**x**	**10**		
RA7	e,f,g,h	**UD 9**	**x**	**16**		
	a,b,c,d	**UD 10**	**x**	**10**		
	h,i	**UD 11**	**x**	**13**		

El periodo de formación en la empresa será de 120 h durante 4 semanas consecutivas, con 7 horas diarias de formación.

Es condición indispensable para la realización la etapa de formación en empresa, tener aprobada la parte de PRL en Empleabilidad I. En lo que atañe a este módulo profesional, se corresponde a los criterios de evaluación b, e y g del resultado de aprendizaje 1.

5. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

N.º 0PRESENTACIÓN DEL MÓDULO PROFESIONAL	**1H**
CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE	
1. Conocer la planificación global del módulo profesional 2. Comprender la metodología que se utilizará a lo largo del proceso formativo 3. Conocer los procedimientos que se seguirán para evaluar y calificar al alumnado 4. Identificar los conocimientos previos del alumnado referidos a este módulo formativo	
N.º 1EL LABORATORIO DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y CITOGENÉTICA	**12 H**
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE • Situarse en el laboratorio que se utilizará en el curso • Aprender a seguir órdenes sencillas • **Adquirir autonomía y capacidad de organización** • **Conocer los aparatos y material de laboratorio** • **Adquirir destreza en el uso de las micropipetas** • **Realizar los cálculos necesarios para la realización de distintas disoluciones tampón necesarias para la realización de la electroforesis. Calcular y medir el PH**	

- **Medir absorbancias y relacionarlas con la concentración**
- Valorar la importancia del calibrado

RA 1: CARACTERIZA LOS PROCESOS QUE HAY QUE REALIZAR EN LOS LABORATORIOS DE CITOGENÉTICA Y BIOLOGÍA RELACIONÁNDOLOS CON LOS MATERIALES Y EQUIPOS	**RA I**

a) Se han identificado las áreas de trabajo de cada laboratorio.
b) Se han definido las condiciones de seguridad.
c) Se han descrito las técnicas realizadas en cada área.
d) Se han identificado los equipos básicos y materiales.
e) Se han seleccionado las normas para la manipulación del material y los reactivos en condiciones de esterilidad.
f) Se ha descrito el protocolo de trabajo en la cabina de flujo laminar.
g) Se ha establecido el procedimiento de eliminación de los residuos generados

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	**Duración**	**Instrumento evaluación**	**Criterios evaluación**						
			1a	**1b**	**1c**	**1d**	**1e**	**1f**	**1g**
1.1 Visu de material y equipos de laboratorio	1 H	Cuestionario	X		X	X			
1.2 Identificación de pictogramas de riesgos en reactivos y EPI adecuado para su protección	1 H	Tabla y cuestionario/escala de valoración		X			X		X
1.3 Material volumétrico	2 H	Informe de prácticas/rúbrica	X			X	X		X
1.4 Uso de pipeta y micropipeta	2 H	Informe de prácticas/rúbrica	X			X	X		X
1.5 Práctica sobre manejo de vórtex y centrífuga.	2 H	Informe de prácticas/rúbrica	X			X	X		X

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Estructura y equipamiento de los laboratorios de biología molecular y citogenética
- Identificación del material fungible e inventariable característico
- Manejo de material volumétrico: matraces, probetas, pipetas y micropipetas
- Preparación de disoluciones básicas
- Manejo de centrífugas y vórtex
- Papel del técnico del laboratorio en los laboratorios de biología molecular y citogenética
- Flujo de trabajo en los laboratorios de biología molecular y citogenética
- Identificación de riesgos y su prevención
- Residuos generados en el laboratorio biomédico y su gestión
- Trabajo en equipo e integración en grupos distintos.
- Planificación del trabajo en el laboratorio
- Orden y rigor en el trabajo de laboratorio
- Seguimiento de los protocolos de trabajo
- Uso racional de los recursos
- Capacidad de autonomía y método científico en la resolución de problemas
- Responsabilidad
- Obtención de resultados y capacidad de interpretación de los mismos

N.º 2ÁCIDOS NUCLEICOS Y ENZIMAS ASOCIADOS	**12 H**

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- **Conocer la estructura de los ácidos nucleicos.**
- Identificar las propiedades físicas relevantes en el análisis de los ácidos nucleicos
- **Reconocer identificar el código genético**
- Utilizar con precisión el vocabulario científico relacionado
- **Realizar transcripción replicación traducción y retrotranscripción de una secuencia.**
- **Conocer el origen y nomenclatura de los enzimas de restricción**
- **Identificar los extremos generados por la acción de los diferentes enzimas de restricción**
- **Comprender los mapas de restricción**
- Dibujar mapas de restricción a partir de enzimas y fragmentos de restricción.
- Utilizar con precisión el vocabulario científico relacionado
- Utilizar herramientas bioinformáticas para detectar los sitios de restricción
- Elaborar y ejecutar el protocolo de digestión de un DNA con una o más enzimas de restricción
- **Realizar los cálculos y explicar el proceso para preparar y almacenar los reactivos necesarios**

RA 4: APLICA LAS TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS A MUESTRAS BIOLÓGICAS, SELECCIONANDO EL TIPO DE TÉCNICAS EN FUNCIÓN DE LA MUESTRA QUE HAY QUE ANALIZAR	**RA 4**

a) Se ha descrito el procedimiento de extracción de ácidos nucleicos.
c) Se han preparado las soluciones y los reactivos necesarios.
i) Se ha trabajado en todo momento cumpliendo las normas de seguridad y prevención de riesgos

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	**Duración**	**Instrumento evaluación**	**Criterios evaluación**						
			4a	**4c**	**4i**				
2.1 Búsqueda de secuencias genéticas en PUBMED	1 H	Informe de prácticas	x						
2.2 Actividades de transcripción y traducción	2 H	Cuestionario y corrección	x						
2.3 Actividades de enzimas de restricción	1 H	Cuestionario y corrección	x						
2.4 Elaboración de mapas de restricción	1 H	Cuestionario y corrección	x						
2.5 Preparación de reactivos para extracción de ácidos nucleicos.	2 H	Informe de prácticas/rúbrica	x	x	x				

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Estructura del DNA y RNA y tipos
- Propiedades de los ácidos nucleicos
- Replicación transcripión y traducción
- Regulación transcripcional y postranscripcional y modificaciones postraduccionales de las proteínas
- Enzimas de restricción: origen, nomenclatura, función y tipos utilizados de Biología Molecular
- Otros enzimas utilizados en biología molecular
- Comprensión de la orientación de las secuencias de nucleótidos y su configuración tridimensional
- Identificación de extremos 3’ y 5’

- Manejo del código genético
- Preparación de reactivos
- Búsqueda e identificación del buffer correspondiente a cada enzima de restricción
- Elaboración de mapas de restricción
- Trabajo en equipo.
- Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo.
- Adaptación a los diferentes grupos y tareas
- Limpieza y orden en la realización de actividades
- Responsabilidad y seguridad, siguiendo los procedimientos de prevención y protección.

N.º 3PRINCIPIOS DE CITOGENÉTICA	**12 H**

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Conocer la estructura y distintos niveles de empaquetamiento del DNA en la célula
- **Estudiar el ciclo celular y el comportamiento de la cromatina**
- **Diferenciar eucromatina de heterocromatina**
- **Identificar las características de la estructura génica.**
- **Entender el comportamiento del material genético en la división celular. mitosis y meiosis**
- **Identificar las partes de un cromosoma, patrón de bandas G y la nomenclatura citogenética de las partes del mismo.**
- **Describir las características morfológicas de los cromosomas humanos y su patrón de bandeado**
- **Conocer los mecanismos que originan alteraciones cromosómicas**
- Identificar las características de las células madre

RA 3 APLICA TÉCNICAS DE ANÁLISIS CROMOSÓMICO EN SANGRE PERIFÉRICA, LÍQUIDOS Y TEJIDOS, INTERPRETANDO LOS PROTOCOLOS ESTABLECIDOS.	**RA 4**

a) Se han definido las características morfológicas de los cromosomas humanos y sus patrones de bandeado.
b) Se han caracterizado las anomalías cromosómicas más frecuentes.
f) Se han realizado las técnicas de tinción y bandeado cromosómico.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	**Duración**	**Instrumento evaluación**	**Criterios evaluación**						
			3a	**3b**	**3f**				
3.1 Actividades sobre empaquetamiento del DNA y fases del ciclo celular	2 H	Cuestionario de valoración	**X**	**X**					
3.2 Manejo del microscopio y observación de células procariotas y eucariotas	2 H	Informe de prácticas/rubrica de valoración procedimental y actitudinal	**X**		**X**				
3.3 Actividades sobre nomenclatura citogenética	2 H	Cuestionario y corrección en el aula	**X**						
3.4 Observación de fases de la mitosis en *Allium cepa*	3 H	Informe de prácticas/rubrica	**X**		**x**				

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Estudio de la estructura del cromosoma metafásico y tipos de cromosomas

- Organización ultraestructural del cromosoma y tipos de cromosomas
- Conocimiento del ciclo celular y del proceso de mitosis y meiosis
- Técnicas de tinción, bandeo cromosómico y FISH para el estudio cromosómico e identificación de imágenes de las mismas.
- Idiograma y nomenclatura de bandas cromosómicas
- Preparación de reactivos y extensiones para observación de células y cromosomas
- Manejo y mantenimiento del microscopio
- Trabajo en equipo.
- Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo.
- Adaptación a los diferentes grupos y tareas
- Limpieza y orden en la realización de actividades
- Responsabilidad y seguridad, siguiendo los procedimientos de prevención y protección.

N.º 4CITOGENÉTICA HUMANA Y ANÁLISIS CROMOSÓMICO	**18 H**

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

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

RA 3 APLICA TÉCNICAS DE ANÁLISIS CROMOSÓMICO EN SANGRE PERIFÉRICA, LÍQUIDOS Y TEJIDOS, INTERPRETANDO LOS PROTOCOLOS ESTABLECIDOS.	**RA 3**

c) Se han descrito las aplicaciones de los estudios cromosómicos en el diagnóstico clínico.
d) Se ha puesto en marcha el cultivo.
e) Se ha realizado el sacrificio celular y la preparación de extensiones cromosómicas.
f) Se han realizado las técnicas de tinción y bandeado cromosómico.
g) Se ha realizado el recuento del número cromosómico y la determinación del sexo en las metafases analizadas.
h) Se han ordenado y emparejado los cromosomas por procedimientos manuales o automáticos.
i) Se ha determinado la fórmula cromosómica.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	**Duración**	**Instrumento evaluación**	**Criterios evaluación**						
			3d	**3e**	**3f**	**3g**	**3h**	**3i**	
4.1 Preparación de reactivos para elaboración de cariotipo	2 H	Informe de prácticas, corrección de cálculos			**X**				
4.2 Siembra y cultivo de sangre periférica para elaboración de cariotipo	2 H	Informe de prácticas, rúbrica	**X**	**X**					

4.3 Preparación de extensiones, bandas G y observación al microscopio.	3 H	Informe de prácticas, rúbrica			x	x	x		
4.4 Trabajo y exposición oral en pequeños grupos sobre enfermedades de origen cromosómico.	2 H	Rubrica para corrección de exposición	x				x	x	
4.5 Ejercicios sobre formulación cromosómica	1 H	Cuestionario de valoración						x	
4.6 Elaboración de cariotipo a partir de imágenes	2H	Rúbrica de corrección					x	x	x

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Procedimiento de elaboración de cariotipo de sangre periférica
- Seguimiento de protocolos
- Clasificación de los cromosomas
- Emparejamiento de cromosomas homólogos
- Tipos de mutaciones génicas y cromosómicas
- Nomenclatura citogenética de la fórmula cromosómica
- Aplicación de la citognética al diagnóstico perinatal.
- Aplicación de la citogenética a la patología tumoral.
- Elaboración y almacenamiento correcto de reactivos
- Realización de cariotipo normal y cariotipos con alteraciones cromosómicas
- Preparación de reactivos
- Trabajo en equipo.
- Concentración y reflexión de las instrucciones de trabajo.
- Adaptación a los diferentes grupos y tareas
- Limpieza y orden en la realización de actividades
- Responsabilidad y seguridad, siguiendo los procedimientos de prevención y protección.

N.º 5CULTIVOS CELULARES — **15 H**

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- **Reconocer el equipamiento y materiales necesarios para el cultivo: flujo laminar, estufa de cultivo, baño térmico, pipetas automáticas, placas y botellas de cultivo**
- Familiarizarse y manejar diferentes recipientes de cultivo
- Identificar distintos tipos celulares y sus requerimientos nutricionales para asignarles un medio y unas condiciones de cultivo determinadas
- **Realizar cálculos básicos de nº de células, viabilidad y dilución relacionados con los cultivos celulares.**
- Identificar el estado de las células en cultivo y la necesidad de cambio (pase), dilución estado de contaminación etc
- Investigar sobre las diferentes aplicaciones experimentales y de diagnóstico clínico de los cultivos celulares
- **Utilizar adecuadamente el instrumental necesario en especial el microscopio.**
- **Realizar el tratamiento de las células manteniendo las condiciones de esterilidad y proporcionando las condiciones ambientales óptimas para su viabilidad y proliferación**
- Realizar pedidos de medios de cultivo adecuados y almacenarlos

RA 2: REALIZA CULTIVOS CELULARES DESCRIBIENDO LOS PASOS DEL PROCEDIMIENTO. — **RA 4**

a) Se han caracterizado los métodos de cultivo celular que se aplican en los estudios citogéneticos.

b) Se han seleccionado los tipos de medios y suplementos en función del cultivo que hay que realizar.
c) Se han realizado los procedimientos de puesta en marcha, mantenimiento y seguimiento del cultivo.
d) Se ha determinado el número y la viabilidad celular en los cultivos en la propagación del cultivo.
e) Se han tomado las medidas para la eliminación de la contaminación detectada.
f) Se han definido los procedimientos de conservación de las células.
g) Se ha trabajado en todo momento en condiciones de esterilidad.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	Duración	Instrumento evaluación	Criterios evaluación						
			2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g
5.1 Visu de material específico y aplicación de la técnica de manejo de cultivos celulares en campana de bioseguridad	2H	Observación directa en la ejecución de la técnica Valoración del cuaderno de prácticas	x	x	x		x		x
5.2 Actividades sobre identificación de fases de los cultivos celulares	1 H	Cuestionario de valoración y corrección			x				
5.3 Ejercicios de cálculo de número de células y viabilidad	1 H	Cuestionario de valoración y corrección	x			x		x	
5.4 Separación de leucocitos en gradiente de ficol y cálculo de viabilidad con Trypan Blue y cámara de Newbauer	3 H	Observación directa Informe de prácticas/rúbrica	x	x			x	x	x
5.5 Búsqueda bibliográfica y elaboración de un protocolo para obtener un cultivo primario y mantenerlo	2 H	Informe de prácticas/rúbrica Exposición oral	x	x	x	x	x	x	x

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Equipo básico de un laboratorio de cultivo celular
- Tipos de cultivos celulares.Descripción y preparación de cultivos primarios y líneas estables
- Preparación del medio de cultivo con la selección de los medios adecuados
- Asepsia en el cuarto de cultivo y esterilidad
- Congelación y almacenamiento de las líneas celulares
- Mantenimiento y seguimiento de la curva de crecimiento de un cultivo celular
- Determinación y cálculo de número de células y viabilidad celular
- Aplicación del procedimiento de trabajo estéril en el laboratorio

- Aplicación de las normas de esterilidad al manejo celular
- Preparación de reactivos y buenas prácticas en el laboratorio
- Demostración de cierta autonomía y método científico en la resolución de problemas e imprevistos
- Interpretación y modificación de protocolos de laboratorio valorando la importancia de su seguimiento
- Transmisión de información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente
- Responsabilidad y mantenimiento del área de trabajo en condiciones óptimas de orden y limpieza.
- Gestión de residuos generados
- Trabajo en grupo

- Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección.

N.º 6EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS	**18 H**

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- **Conocer y describir diferentes métodos de extracción y purificación de ácidos nucleicos**
- **Elegir el métododе extracción en función del tipo o la muestra de la que se obtiene el ácido nucleico**
- **Valorar la importancia de seguir el protocolo para obtener un ácido nucleico de buena calidad**
- **Preparar los reactivos y soluciones necesarios para la extracción y purificación de ADN y ARN**
- Conocer el procesamiento de las muestras según se trate de células, tejidos frescos, tejidos en parafina o en formol, etc.
- **Realizar la extracción de ADN en el laboratorio**
- Almacenar en las condiciones adecuadas los ácidos nucleicos extraídos
- Describir los sistemas automáticos de extracción de ácidos nucleicos
- **Comprobar la cantidad y calidad de los ácidos nucleicos extraídos**

RA4: APLICA LAS TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS A MUESTRAS BIOLÓGICAS, SELECCIONANDO EL TIPO DE TÉCNICA EN FUNCIÓN DE LA MUESTRA QUE HAY QUE ANALIZAR	**RA 4**

a) Se ha descrito el procedimiento de extracción de ácidos nucleicos.
b) Se han definido las variaciones con respecto al procedimiento, dependiendo del tipo de muestra.
c) Se han preparado las soluciones y los reactivos necesarios.
d) Se ha realizado el procesamiento previo de las muestras.
e) Se han obtenido los ácidos nucleicos, ADN o ARN, siguiendo protocolos estandarizados.
f) Se han caracterizado los sistemas automáticos de extracción de ácidos nucleicos.
g) Se ha comprobado la calidad de los ácidos nucleicos extraídos.
h) Se ha almacenado el ADN o ARN extraído en condiciones óptimas para su conservación.
i) Se ha trabajado en todo momento cumpliendo las normas de seguridad y prevención de riesgos

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	**Duración**	**Instrumento evaluación**	**Criterios evaluación**								
			4a	**4B**	**4c**	**4d**	**4e**	**4f**	**4g**	**4h**	**4i**
6.1 Extracción DNA mediante solventes orgánicos	2 H	Informe de prácticas y escala de valoración Observación directa en el aula	**X**	**x**	**x**	**x**	**x**			**x**	**x**
6.2 Extracción DNA mediante kit comercial cromatografía	2 H	Informe de prácticas/escala de valoración Observación directa en el aula	**X**	**x**	**x**	**x**	**x**			**x**	**x**
6.3 Valoración de la integridad de los ácidos nucleicos mediante electroforesis	2 H	Informe de prácticas/rúbrica Observación directa en el aula			**x**				**x**	**x**	**x**

6.4 Valoración de la cantidad y pureza de los ácidos nucleicos mediante espectrofotometría con Nanodrop	2 H	Informe de prácticas/rúbrica Observación directa en el aula			x				x	x	x
6.5 Actividades sobre procesamiento de muestras previo a extracción de ácidos nucleicos y realización de cálculos de cantidad y pureza de distintos ácidos nucleicos	2 H	Cuestionario de valoración y corrección	x				x	x			

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Métodos de extracción y purificación de ácidos nucleicos. Fundamentos
- Tipos de muestras de las que se pueden extraer ácidos nucleicos y su procesamiento
- Interpretación y aplicación de los protocolos utilizados en la extracción y purificación de ácidos nucleicos.
- Extracción en el laboratorio de DNA por distintos métodos.
- Comprobación de la calidad de los ácidos nucleicos: concentración, integridad y pureza
- Identificación de posibles fallos en el procedimiento de extracción de ácidos nucleicos conforme a los valores de calidad y modificación de los protocolos para su optimización
- Preparación de los reactivos utilizados en el proceso de extracción de ácidos nucleicos y en la valoración de su calidad, así como su almacenamiento.
- Posibles impurezas en el DNA. Cantidad y calidad del DNA extraído
- Automatización del proceso de extracción y purificación.
- Conservación de los ácidos nucleicos
- Características de la extracción de proteínas y los métodos de valoración de la calidad del extracto crudo.
- Conocimiento y aplicación de las medidas de prevención de riesgos.
- Rigor en el trabajo, orden y limpieza
- Capacidad de trabajo en equipo y sentido de la responsabilidad
- Realización de una adecuada gestión de los residuos generados durante estos procedimientos.

N.º 7 TÉCNICAS DE PCR — 23 H

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

1. Describir la técnica de PCR
2. Diseñar cebadores para la amplificación de un fragmento de DNA
3. Introducir diferentes modificaciones en los cebadores para obtener fragmentos amplificados de características concretas: primers con sitios de restricción, primers degenerados (secuencias de restricción)
4. Comprobar la idoneidad de los cebadores diseñados. utilizar programas bioinformáticos como primer3
5. Establecer las condiciones de realización de la PCR
6. Distinguir las características de los distintos tipos de polimerasas Taq, Vent y Pfu
7. Conocer los problemas que se pueden presentar en la PCR; inhibición de la polimerasa, contaminación, temperatura de annealing
8. Conocer los inhibidores de la PCR
9. Realizar correctamente los pasos del protocolo una PCR teniendo en cuenta las contaminaciones externas y controlando el área de trabajo

10. Investigar las diferentes polimerasas termoestables utilizadas actualmente en la PCR
11. Variantes de PCR: anidada, multiplex, cuantitativa
12. Describir la cubeta de electroforesis y los métodos de visualización del DNA
13. Identificar el tamaño de los fragmentos de DNA en un gel de agarosa. Elegir el marcador de pesos moleculares adecuado
14. Relacionar la concentración de agarosa con la migración de los fragmentos de DNA

RA5:APLICA TÉCNICAS DE PCR Y ELECTROFORESIS AL ESTUDIO DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS, SELECCIONANDO EL TIPO DE TÉCNICA EN FUNCIÓN DEL ESTUDIO QUE HAY QUE REALIZAR	RA 5

a) Se ha descrito la técnica de PCR, sus variantes y aplicaciones.
b) Se han seleccionado los materiales y reactivos para realizar la amplificación.
d) Se han dispensado los volúmenes de muestra, controles y solución mezcla de reactivos, según el protocolo.
e) Se ha programado el termociclador para realizar la amplificación.
f) Se ha seleccionado el marcador de peso molecular y el tipo de detección en función de la técnica de electroforesis que hay que realizar.
g) Se han cargado en el gel el marcador, las muestras y los controles.
h) Se han programado las condiciones de electroforesis de acuerdo con el protocolo de la técnica.
i) Se ha determinado el tamaño de los fragmentos amplificados.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	Duración	Instrumento evaluación	Criterios evaluación						
			2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g
7.1 Actividades cuestiones teorico-prácticas PCR a partir de texto y vídeo.	1H	Cuestionario /escala de valoración	X	x					
71. Diseño de primers o cebadores	1 H	Escala de valoración	x	x					
7.3 PCR Rh	3 H	Informe de prácticas/escala de valoración		x	x	x	x	x	x
5.4 PCR Detección *Streptotoccus* en mucosa oral	3 H	Informe de prácticas/escala de valoración		x	x	x	x	x	x
5.5 PCR detección polimorfismo sabor amargo	3 H	Informe de prácticas/escala de valoración		x	x	x	x	x	x

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Equipo básico de un laboratorio de cultivo celular
- Tipos de cultivos celulares.Descripción y preparación de cultivos primarios y líneas estables
- Preparación del medio de cultivo con la selección de los medios adecuados
- Asepsia en el cuarto de cultivo y esterilidad
- Congelación y almacenamiento de las líneas celulares
- Mantenimiento y seguimiento de la curva de crecimiento de un cultivo celular
- Determinación y cálculo de número de células y viabilidad celular
- Aplicación del procedimiento de trabajo estéril en el laboratorio

- Aplicación de las normas de esterilidad al manejo celular
- Preparación de reactivos y buenas prácticas en el laboratorio
- Demostración de cierta autonomía y método científico en la resolución de problemas e imprevistos
- Interpretación y modificación de protolocolos de laboratorio valorando la importancia de su seguimiento
- Transmisión de información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente
- Responsabilidad y mantenimiento del área de trabajo en condiciones óptimas de orden y limpieza.
- Gestión de residuos genrados
- Trabajo en grupo
- Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección.

N.º 8 SECUENCIACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS	**13H**

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

1. **Definir el fundamento y las características de los métodos de secuenciación.**
2. Describir el procesamiento de las muestras que hay que secuenciar.
3. Conocer los secuenciadores automáticos y los programas informáticos utilizados en las técnicas de secuenciación.
4. Establecer los pasos que hay que seguir en la lectura e interpretación de las secuencias.
5. Describir las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética

RA 7: DETERMINA LOS MÉTODOS DE CLONACIÓN Y LA SECUENCIACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS, JUSTIFICANDO LOS PASOS DE CADA PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.	**RA 4**

e) Se ha definido el fundamento y las características de los métodos de secuenciación.
f) Se ha descrito el procesamiento de las muestras que hay que secuenciar.
g) Se han caracterizado los secuenciadores automáticos y los programas informáticos utilizados en las técnicas de secuenciación.
h) Se han establecido los pasos que hay que seguir en la lectura e interpretación de las secuencias.
i) Se han descrito las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	**Duración**	**Instrumento evaluación**	**Criterios evaluación**						
			7e	**7f**	**7g**	**7h**	**7i**		
8.1 Búsqueda de información sobre secuenciación a través de herramientas bioinformáticas	1H	Observación directa y escala de valoración	**x**	**x**	**x**		x		
8.2 Interpretación de un electroferograma	1 H	Cuestionario y escala de valoración			**x**	**x**			

8.3 Actividades sobre aplicaciones de técnicas de secuenciación	1 H	Cuestionario de valoración y corrección	X			x	x		

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Secuenciación de ácidos nucleicos
- Métodos enzimáticos de terminación de cadena
- Secuenciación automática de 1ª generación
- Secuenciación masiva
- Secuenciación de tercera generación
- Secuenciación de ARN
- Transmisión de la información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente
- Planificación del trabajo de laboratorio
- Responsabilidad y mantenimiento del área de trabajo en condiciones óptimas de orden y limpieza.
- Gestión de residuos generados
- Trabajo en grupo
- Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección.
- Rigor en el seguimiento de los protocolos establecidos

N.º 9TÉCNICAS DE HIBRIDACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS — 11H

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Definir el concepto de sonda y se han caracterizado los tipos de marcaje.
- Describir el proceso de hibridación, las fases y los factores que influyen en la misma.
- **Describir las técnicas de hibridación en soporte sólido, cromosomas y cortes de tejidos.**
- Seleccionar el tipo de sonda y de marcaje, en función del sistema de detección.
- Analizar el protocolo de marcaje
- Diseñar una sonda en un supuesto prácticos siguiendo un protocolo de trabajo
- **Analizar los resultados y verificar el funcionamiento de la técnica.**
- Registrado los resultados en los soportes adecuados.
- Trabajar de acuerdo con las normas de seguridad y prevención de riesgos.
-

R66: APLICA TÉCNICAS DE HIBRIDACIÓN CON SONDA A LAS MUESTRAS DE ÁCIDOS NUCLEICOS, CROMOSOMAS Y CORTES DE TEJIDOS, INTERPRETANDO LOS PROTOCOLOS ESTABLECIDOS. — RA 6

a) Se ha definido el concepto de sonda y se han caracterizado los tipos de marcaje.

b) Se ha descrito el proceso de hibridación, las fases y los factores que influyen en la misma.
c) Se han caracterizado las técnicas de hibridación en soporte sólido, cromosomas y cortes de tejidos.
d) Se ha seleccionado el tipo de sonda y de marcaje, en función del sistema de detección.
e) Se ha realizado el procedimiento siguiendo el protocolo de trabajo seleccionado.
f) Se ha verificado el funcionamiento de la técnica.
g) Se han registrado los resultados en los soportes adecuados.
h) Se ha trabajado de acuerdo con las normas de seguridad y prevención de riesgos

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE								
Actividad a desarrollar	**Duración**	**Instrumento evaluación**	**Criterios evaluación**					
			6a	**6b**	**6c**	**6d**	**6e**	**6f**	**6g**
9.1 Diseño de una sonda de hibridación	1H	Escala de valoración	x			x			
9.2Diseño de un protocolo de hibridación	2H	Escala de valoración	x	x	x	x			
9.3Actividades sobre aplicaciones de técnicas de hibridación e interpretación de resultados.	1 H	Cuestionario y escala de valoración	x		x				x

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Tipos de sonda y tipos de marcaje.
- Pasos generales a seguir en una técnica de hibridación
- Técnicas de transferencia e hibridación de ácidos nucleicos en soporte sólido: *dotblott, western-blott, sothern-blott y northern-blott*
- Técnicas de transferencia e hibridación en soporte líquido
- Técnicas de hibridación en cromosomas y tejidos: CISH y FISH
- Diseño de protocolos de hibridación y elección del sistema de marcaje de la sonda adecuado
- Preparación de reactivos y buenas prácticas en el laboratorio
- Demostración de cierta autonomía y método científico en la resolución de problemas e imprevistos
- Interpretación y modificación de protocolos de laboratorio valorando la importancia de su seguimiento
- Transmisión de información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente
- Responsabilidad y mantenimiento del área de trabajo en condiciones óptimas de orden y limpieza.
- Gestión de residuos generados
- Trabajo en grupo
- Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección.

N.º 10 CLONACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS Y OTRAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA GENÉTICA — 13 H

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- **Describir el proceso de clonación de un fragmento de ADN identificando los diferentes pasos a seguir y los posibles problemas**
- **Identificar el vector las enzimas de restricción y los sitios de corte**.
- Explicar planificar y llevar a cabo la preparación de células competentes
- Utilizar programas bioinformáticos para obtener información sobre el inserto que se quiere clonar
- Conocer novedosas técnicas de ingeniería genética y su aplicación en investigación y clínica.

RA 7: **DETERMINA LOS MÉTODOS DE CLONACIÓN Y LA SECUENCIACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS, JUSTIFICANDO LOS PASOS DE CADA PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS.** — **RA 7**

a) Se ha descrito el proceso de clonación de ácidos nucleicos.
b) Se han caracterizado las enzimas de restricción, los vectores y las células huésped utilizadas en las técnicas de clonación.

c) Se han utilizado programas bioinformáticos para obtener información sobre el inserto que se quiere clonar.
d) Se ha detallado la selección de las células recombinantes.
i) Se han descrito las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	Duración	Instrumento evaluación	Criterios evaluación						
			7a	7b	7c	7d	7i		
10.1 Elaboración del mapa de restricción de vector e inserto	1H	Escala de valoración		x	x				
10.2 Práctica de laboratorio sobre transformación bacteriana y selección de recombinantes	3 H	Observación directa en el aula Cuestionario y escala de valoración	x	x	x	x	x		
10.3 *Flippedclassrooms*obre técnicas novedosas de ingeniería genética	1 H	Escala de valoración				x	x		

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Vectores: plásmidos, fagos y cósmidos
- Enzimas de restricción y mapas de restricción
- Fases para clonar un DNA en un vector plasmídico
- Transformación de células competentes y selección de recombinantes
- Selección de células que han incorporado el DNA recombinante
- Técnicas de ingeniería genética utilizadas en generación de vacunas
- Edición genética mediante CRISPR
- Realización de mapas de restricción de plásmidos con inserto de DNA
- Búsqueda de información de la DNA ligasa y sus condiciones óptimas.
- Elaboración de células competentes
- Preparación de reactivos y buenas prácticas en el laboratorio
- Demostración de cierta autonomía y método científico en la resolución de problemas e imprevistos
- Interpretación y modificación de protocolos de laboratorio valorando la importancia de su seguimiento
- Transmisión de información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente
- Responsabilidad y mantenimiento del área de trabajo en condiciones óptimas de orden y limpieza.
- Gestión de residuos generados
- Trabajo en grupo
- Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección

N.º 11APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE BIOLOGÍA MOLECULAR EN MEDICINA FORENSE — 12 H

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Describir las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y la terapia génica
- Conocer las principales herramientas genéticas utilizadas en medicina forense

RA 7: DETERMINA LOS MÉTODOS DE CLONACIÓN Y LA SECUENCIACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS, JUSTIFICANDO LOS PASOS DE CADA PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS. **RA 7**

e) Se ha definido el fundamento y las características de los métodos de secuenciación.
f) Se ha descrito el procesamiento de las muestras que hay que secuenciar.
g) Se han caracterizado los secuenciadores automáticos y los programas informáticos utilizados en las técnicas de secuenciación.
h) Se han establecido los pasos que hay que seguir en la lectura e interpretación de las secuencias
i) Se han descrito las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Actividad a desarrollar	Duración	Instrumento evaluación	Criterios evaluación						
			7e	7f	7g	7h	7i	2f	2g
11.1 Análisis de secuencias con herramientas bioinformáticas	2H	Escala de valoración	x	x	x	x			
11.2Actividades sobre aplicaciones y casos prácticos de genética forense	1 H	Cuestionario y escala de valoración	x		x	x	x		
11.3 Práctica de laboratorio sobre análisis de VNTR y STR con kit comercial	3-4 H	Observación directa Cuestionario y escala de valoración		x		x	x		

CONTENIDOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR LOS CE

- Genética forense y bioinformática
- Organización del genoma humano
- Polimorfismos
- La huella genética
- Análisis del ADN mitocondrial
- Análisis de distintos tipos de secuencias
- Obtención de huellas genéticas mediante el sistema CODIS
- Elección de la herramienta de genética forense en función de la situación que se plantea
- Detección de mutaciones
- Preparación de reactivos y buenas prácticas en el laboratorio
- Demostración de cierta autonomía y método científico en la resolución de problemas e imprevistos
- Interpretación y modificación de protocolos de laboratorio valorando la importancia de su seguimiento
- Transmisión de información con claridad, de manera ordenada, estructurada, y precisa, tanto por escrito como verbalmente
- Responsabilidad y mantenimiento del área de trabajo en condiciones óptimas de orden y limpieza.
- Gestión de residuos generados
- Trabajo en grupo
- Seguridad e higiene, siguiendo los procedimientos de prevención y protección

Algunas de las actividades de enseñanza – aprendizaje podrían suponer un riesgo individual o colectivo; para que se desarrollen con garantía de seguridad, se verificará que el alumnado utiliza los equipos de protección obligatorios y cumple las medidas de protección específicas que están recogidas en la Concreción curricular del ciclo formativo.

6. METODOLOGÍA Y COORDINACIÓN DOCENTE.

6.1 METODOLOGÍA

El punto de partida del desarrollo de este módulo profesional será realizar una evaluación inicial de los conocimientos del alumnado acerca del módulo profesional.

La metodología empleada intentará desarrollar las competencias establecidas para estos técnicos y en especial las competencias relativas al módulo. Por ello se utilizará una metodología **activa de enseñanza-aprendizaje** en la que el alumnado deba tomar iniciativa y protagonismo en su aprendizaje, muy centrada en el desarrollo de prácticas de laboratorio, eje central de la actividad profesional de estos futuros profesionales.

Además, algunos contenidos teóricos y prácticos se trabajarán a través de la educación inversa en la que el alumno/a deberá trabajar el tema y los supuestos prácticos antes de obtener una solución por parte del profesor. Así, se desarrolla la capacidad de búsqueda de información, formulación de hipótesis, identificación de posibles problemas, colaboración y debate en el equipo.

La profesora elaborará materiales basados en los contenidos recogidos en el RD correspondiente, utilizando libros de texto de diferentes editoriales, publicaciones extraídas del PUBMED y otras bases de datos de rigor científico y su propio aprendizaje adquirido a partir de estancias formativas, adaptándolos a la carga horaria del módulo profesional, actividades y prácticas. Estos materiales serán facilitados al alumnado a través de las herramientas digitales facilitadas por la Consejería de Educación, como son **Aula Virtual** de Educastur y **Teams.**

Además, se utilizarán las herramientas digitales previamente mencionadas para compartir con el alumnado páginas web de interés, bibliografía, vídeos, documentales, etc. y para favorecer una comunicación dinámica e interactiva con el alumnado.

Las actividades de enseñanza-aprendizaje abarcarán tareas de iniciación-motivación, de desarrollo y de síntesis o consolidación. que se desarrollarán en el aula, el laboratorio o la sala de ordenadores.

Tal y como se ha mencionado, al tratarse de un módulo profesional eminentemente práctico, se hará especial hincapié en la realización de prácticas de laboratorio, **siguiendo una metodología activa para su desarrollo** que constará de 3 fases consecutivas que deben ser realizadas en orden secuencial para poder pasar a la siguiente.

a) Diseño de la práctica y realización de cálculos
b) Planificación del procedimiento y el orden a seguir, así como identificación del material necesario.
c) Ejecución o realización en el laboratorio. Análisis de resultados

Para pasar al último punto es necesario haber realizado correctamente los anteriores. Esto implica saber las cantidades necesarias de reactivos, su peligrosidad, el material a utilizar, el orden a seguir, el tiempo necesario etc, antes de empezar a trabajar.

Todos los aspectos de la práctica deberán reflejarse en el **cuaderno de prácticas** que habrá de elaborar cada alumno/a.

6.2 COORDINACIÓN DOCENTE.

Siguiendo instrucciones de la *Resolución de 18 de junio de 2009, de la Consejería de Educación y Ciencia, por la que se regula la organización y evaluación de la Formación profesional del sistema educativo en el Principado de Asturias*, se realiza una sesión de evaluación inicial, antes de la finalización del primer mes lectivo del curso. En dicha sesión se determinan acuerdos sobre el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado. Esta sesión no implica calificación.
Considerando las características del alumnado, se propone continuar las reuniones de equipo docente para gestionar situaciones que se puedan dar en el proceso de enseñanza del alumnado y que afecten a su situación académica.
Para poder canalizar los contenidos teórico-prácticos de los diferentes módulos y cohesionar el proceso de enseñanza-aprendizaje se mantendrán reuniones de coordinación del profesorado con atribución docente, a fin de evitar el solapamiento de los contenidos, tanto en la enseñanza presencial como en la no presencial.
El uso de *Teams* se plantea como esencial en este proceso, constituyendo esa plataforma el canal de comunicación habitual para la coordinación del equipo educativo del grupo.

7. MATERIALES Y RECURSOS

En la siguiente tabla se recogen los materiales y recursos utilizados en este módulo.

MATERIALES Y RECURSOS		
DE CARÁCTER GENERAL	**DE CARÁCTER ESPECÍFICO**	**DE CARÁCTER ORGANIZATIVO**
Equipos audiovisuales Apuntes *Teams*/Plataforma Aula virtual de Educastur	Legislación vigente vinculada a contenidos Protocolos de prácticas de laboratorio Páginas web Páginas web específicas de rigor científico y sanitario: PubMed, ScienceDirect, OMS, Ministerio de Sanidad y otros sitios web como ISCN (citogenética)	Aula teórica Laboratorio de Biología Molecular Aula de informática

	Etc.	

8. EVALUACIÓN

8.1. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.

El proceso de evaluación se realizará utilizando los siguientes instrumentos:

- **Pruebas objetivas teórico- prácticos** con preguntas (de test,cortas, etc.)y casos prácticos adaptadas a los RAs que se estén evaluando.
- **Rúbricas, escalas de valoración y cuestionarios** para evaluar actividades individuales y grupales:
  - actividades e informes de prácticas realizadas durante las sesiones de laboratorio
  - trabajos y exposiciones orales realizadas en el aula
- **Observación directa en el aula presencial y virtual:** Para valorar las actitudes que hemos fijado en las unidades didácticas como rigor, limpieza, cumplimiento de las medidas de prevención de riesgos, gestión de residuos, capacidad de trabajo en equipo, creatividad, precisión en el manejo de los datos, responsabilidad, etc.

Se informará al alumnado con anterioridad de los instrumentos de evaluación correspondientes a cada RA.

8.2. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN.

TABLA 1: CRITERIOS DE CALIFICACIÓN A APLICAR EN EL SISTEMA ORDINARIO DE EVALUACIÓN

RA	%RA	CRITERIO EVALUACIÓN	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	CRITERIOS CALIFICACIÓN	MINIMO
RA1	10 %	a) Se han identificado las áreas de trabajo de cada laboratorio.	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 2,5% 10%	SI
		b) Se han definido las condiciones de seguridad.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 10%	SI
		c) Se han descrito las técnicas realizadas en cada área.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 10%	SI

		d) Se han identificado los equipos básicos y materiales.	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 2,5% 11%	SI
		e) Se han seleccionado las normas para la manipulación del material y los reactivos en condiciones de esterilidad.	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 2,5% 11,5%	SI
		f) Se ha descrito el protocolo de trabajo en la cabina de flujo laminar.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 10%	SI
		g) Se ha establecido el procedimiento de eliminación de los residuos generados	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 2,5% 10%	SI
RA2	10%	a) Se han caracterizado los métodos de cultivo celular que se aplican en los estudios citogéneticos.	Observación directa/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 2% 6%	SI
		b) Se han seleccionado los tipos de medios y suplementos en función del cultivo que hay que realizar.	Observación directa/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 2% 4%	SI

			Empresa	8%	
		c) Se han realizado los procedimientos de puesta en marcha, mantenimiento y seguimiento del cultivo.	Observación directa/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 2% 4% 8%	SI
		d) Se ha determinado el número y la viabilidad celular en los cultivos en la propagación del cultivo.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 2% 4% 8%	SI
		e) Se han tomado las medidas para la eliminación de la contaminación detectada.	Observación directa/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 2% 6%	SI
		f) Se han definido los procedimientos de conservación de las células.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 9%	SI
		g) Se ha trabajado en todo momento en condiciones de esterilidad	Observación directa/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 2% 4% 8%	SI

RA3	18%	a) Se han definido las características morfológicas de los cromosomas humanos y sus patrones de bandeado.	Cuestionario/rubrica o escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 2% 8%	SI
		b) Se han caracterizado las anomalías cromosómicas más frecuentes.	Escala de valoración Prueba teórico-práctica	4% 8%	SI
		c) Se han descrito las aplicaciones de los estudios cromosómicos en el diagnóstico clínico.	Cuestionario/rubrica o escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 8%	SI
		d) Se ha puesto en marcha el cultivo.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	3% 5%	SI
		e) Se ha realizado el sacrificio celular y la preparación de extensiones cromosómicas.	Cuestionario/rubrica o escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	4% 4% 8%	SI
		f) Se han realizado las técnicas de tinción y bandeado cromosómico.	Cuestionario/rubrica o escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	4% 5% 8%	SI
		g) Se ha realizado el recuento del número cromosómico y la determinación del sexo en las metafases analizadas.	Empresa	10%	SI

		h) Se han ordenado y emparejado los cromosomas por procedimientos manuales o automáticos.	Cuestionario/escala de valoración Empresa	2% 8%	SI
		i) Se ha determinado la fórmula cromosómica.	Cuestionario/escala de valoración	5%	SI
RA4	17 %	a) Se ha descrito el procedimiento de extracción de ácidos nucleicos.	Cuestionario y escala de valoración Informe de prácticas y escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 2% 8%	SI
		b) Se han definido las variaciones con respecto al procedimiento, dependiendo del tipo de muestra.	Cuestionario y escala de valoración Informe de prácticas y escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 2% 8%	SI
		c) Se han preparado las soluciones y los reactivos necesarios.	Cuestionario y escala de valoración Informe de prácticas y escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 2% 8%	SI
		d) Se ha realizado el procesamiento previo de las muestras.	Cuestionario y escala de valoración Informe de prácticas y escala de valoración	2% 2%	SI

			Prueba teórico-práctica	8%	
		e) Se han obtenido los ácidos nucleicos, ADN o ARN, siguiendo protocolos estandarizados.	Informe de prácticas y escala de valoración Empresa	2% 2% 10%	SI
		f) Se han caracterizado los sistemas automáticos de extracción de ácidos nucleicos.	Cuestionario y escala de valoración Prueba teórico-práctica	1% 5%	SI
		g) Se ha comprobado la calidad de los ácidos nucleicos extraídos.	Informe de prácticas y escala de valoración Empresa	4% 10%	SI
		h) Se ha almacenado el ADN o ARN extraído en condiciones óptimas para su conservación.	Informe de prácticas y escala de valoración Empresa	2% 2% 8%	SI
		i) Se ha trabajado en todo momento cumpliendo las normas de seguridad y prevención de riesgos	Informe de prácticas y escala de valoración Empresa	2% 6%	SI

RA5	16%	a) Se ha descrito la técnica de PCR, sus variantes y aplicaciones.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 8%	SI
		b) Se han seleccionado los materiales y reactivos para realizar la amplificación.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 8%	SI
		c) Se ha preparado la solución mezcla de reactivos en función del protocolo, la técnica y la lista de trabajo	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 2% 8%	SI
		d) Se han dispensado los volúmenes de muestra, controles y solución mezcla de reactivos, según el protocolo.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-prácticas	2% 8%	SI
		e) Se ha programado el termociclador para realizar la amplificación.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	5% 5%	SI
		f) Se ha seleccionado el marcador de peso molecular y el tipo de detección en función de la técnica de electroforesis que hay que realizar.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 2% 6%	SI
		g) Se han cargado en el gel el marcador, las muestras y los controles.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 2% 8%	SI

		h) Se han programado las condiciones de electroforesis de acuerdo con el protocolo de la técnica.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 2% 8%	SI
		i) Se ha determinado el tamaño de los fragmentos amplificados	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 2% 8%	SI
RA6	7%	a) Se ha definido el concepto de sonda y se han caracterizado los tipos de marcaje.	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 2,5% 7,5%	SI
		b) Se ha descrito el proceso de hibridación, las fases y los factores que influyen en la misma.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	3% 9,5%	SI
		c) Se han caracterizado las técnicas de hibridación en soporte sólido, cromosomas y cortes de tejidos.	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 2,5% 7,5%	SI
		d) Se ha seleccionado el tipo de sonda y de marcaje, en función del sistema de detección.	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	1,25% 1,25% 5% 5%	SI
		e) Se ha realizado el procedimiento siguiendo el	Empresa	12,5%	SI

		protocolo de trabajo seleccionado.			
		f) Se ha verificado el funcionamiento de la técnica.	Empresa	12,5%	SI
		g) Se han registrado los resultados en los soportes adecuados.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2,5% 5% 5%	SI
		h) Se ha trabajado de acuerdo con las normas de seguridad y prevención de riesgos	Empresa	12,5%	SI
		a) Se ha descrito el proceso de clonación de ácidos nucleicos.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 6%	SI
RA7	22%	b) Se han caracterizado las enzimas de restricción, los vectores y las células huésped utilizadas en las técnicas de clonación.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 6%	SI
		c) Se han utilizado programas bioinformáticos para obtener información sobre el inserto que se quiere clonar.	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	1% 1% 5%	SI
		d) Se ha detallado la selección de las células recombinantes	Cuestionario/escala de valoración Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	1% 1% 5%	SI

		e) Se ha definido el fundamento y las características de los métodos de secuenciación.	Observación/escala de valoración Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 2% 8%	SI
		f) Se ha descrito el procesamiento de las muestras que hay que secuenciar.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	4% 8%	SI
		g) Se han caracterizado los secuenciadores automáticos y los programas informáticos utilizados en las técnicas de secuenciación. 15	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 4% 10%	SI
		h) Se han establecido los pasos que hay que seguir en la lectura e interpretación de las secuencias.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica Empresa	2% 4% 10%	SI
		i) Se han descrito las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética.	Cuestionario/escala de valoración Informe de practicas/Escala de valoración Prueba teórico-práctica	1,5% 2,5% 10%	SI
∑ RA	100%	∑ CE	100%		

Tabla 1.

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIFICACIÓN A APLICAR EN EL SISTEMA EXTRAORDINARIO DE EVALUACIÓN

RA	%RA	CRITERIO EVALUACIÓN	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	CRITERIOS CALIFICACIÓN	MINIMO
RA1	10 %	a) Se han identificado las áreas de trabajo de cada laboratorio.	Cuestionario/escala de valoración	2% 13 %	SI

			Prueba teórico-práctica		
		b) Se han definido las condiciones de seguridad.	Informe de prácticas/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 10%	SI
		c) Se han descrito las técnicas realizadas en cada área.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 10%	SI
		d) Se han identificado los equipos básicos y materiales.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 13 %	SI
		e) Se han seleccionado las normas para la manipulación del material y los reactivos en condiciones de esterilidad.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 13 %	SI
		f) Se ha descrito el protocolo de trabajo en la cabina de flujo laminar.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 10%	SI
		g) Se ha establecido el procedimiento de eliminación de los residuos generados	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 13 %	SI
RA2	10%	a) Se han caracterizado los métodos de cultivo celular que se aplican en los estudios citogéneticos.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 8%	SI
		b) Se han seleccionado los tipos de medios y suplementos en función del cultivo que hay que realizar.	Prueba teórico-práctica Empresa	8% 8%	SI

		c) Se han realizado los procedimientos de puesta en marcha, mantenimiento y seguimiento del cultivo.	Prueba teórico-práctica Empresa	8% 8%	SI
		d) Se ha determinado el número y la viabilidad celular en los cultivos en la propagación del cultivo.	Prueba teórico-práctica Empresa	8% 8%	SI
		e) Se han tomado las medidas para la eliminación de la contaminación detectada.	Observación directa/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 8%	SI
		f) Se han definido los procedimientos de conservación de las células.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 9%	SI
		g) Se ha trabajado en todo momento en condiciones de esterilidad	Prueba teórico-práctica Empresa	8% 8%	SI
RA3	18%	a) Se han definido las características morfológicas de los cromosomas humanos y sus patrones de bandeado.	Cuestionario/rubrica o escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 10%	SI
		b) Se han caracterizado las anomalías cromosómicas más frecuentes.	Cuestionario/Escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 10%	SI
		c) Se han descrito las aplicaciones de los estudios cromosómicos en el diagnóstico clínico.	Cuestionario/rubrica o escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 8%	SI
		d) Se ha puesto en marcha el cultivo.	Prueba teórico-práctica	8%	SI

		e) Se ha realizado el sacrificio celular y la preparación de extensiones cromosómicas.	Cuestionario/rubrica o escala de valoración Prueba teórico-práctica	4% 12%	SI
		f) Se han realizado las técnicas de tinción y bandeado cromosómico.	Cuestionario/rubrica o escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 15%	SI
		g) Se ha realizado el recuento del número cromosómico y la determinación del sexo en las metafases analizadas.	Empresa	10%	SI
		h) Se han ordenado y emparejado los cromosomas por procedimientos manuales o automáticos.	Empresa	10%	SI
		i) Se ha determinado la fórmula cromosómica.	Prueba teórico-práctica	5%	SI
RA4	17 %	a) Se ha descrito el procedimiento de extracción de ácidos nucleicos.	Cuestionario y escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 10%	SI
		b) Se han definido las variaciones con respecto al procedimiento, dependiendo del tipo de muestra.	Cuestionario y escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 10%	SI
		c) Se han preparado las soluciones y los reactivos necesarios.	Cuestionario y escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 10%	SI
		d) Se ha realizado el procesamiento previo de las muestras.	Cuestionario y escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 10%	SI

		e) Se han obtenido los ácidos nucleicos, ADN o ARN, siguiendo protocolos estandarizados.	Prueba teórico-práctica Empresa	4% 10%	SI
		f) Se han caracterizado los sistemas automáticos de extracción de ácidos nucleicos.	Prueba teórico-práctica	6%	SI
		g) Se ha comprobado la calidad de los ácidos nucleicos extraídos.	Prueba teórico-practica Empresa	4% 10%	SI
		h) Se ha almacenado el ADN o ARN extraído en condiciones óptimas para su conservación.	Prueba teórico-práctica Empresa	4% 8%	SI
		i) Se ha trabajado en todo momento cumpliendo las normas de seguridad y prevención de riesgos	Empresa	8%	SI
RA5	16%	d) Se ha descrito la técnica de PCR, sus variantes y aplicaciones.	Prueba teórico-práctica	10%	SI
		e) Se han seleccionado los materiales y reactivos para realizar la amplificación.	Prueba teórico-práctica	10%	SI
		f) Se ha preparado la solución mezcla de reactivos en función del protocolo, la técnica y la lista de trabajo	Prueba teórico-práctica Empresa	4% 8%	SI
		d) Se han dispensado los volúmenes de muestra, controles y solución mezcla de reactivos, según el protocolo.	Prueba teórico-práctica	10%	SI
		e) Se ha programado el termociclador para realizar la amplificación.	Prueba teórico-práctica	10%	SI

		f) Se ha seleccionado el marcador de peso molecular y el tipo de detección en función de la técnica de electroforesis que hay que realizar.	Prueba teórico-práctica Empresa	4% 6%	SI
		g) Se han cargado en el gel el marcador, las muestras y los controles.	Prueba teórico-práctica Empresa	4% 8%	SI
		h) Se han programado las condiciones de electroforesis de acuerdo con el protocolo de la técnica.	Prueba teórico-práctica Empresa	4% 8%	SI
		i) Se ha determinado el tamaño de los fragmentos amplificados	Prueba teórico-práctica Empresa	4% 8%	SI
RA6	7%	c) Se ha definido el concepto de sonda y se han caracterizado los tipos de marcaje.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2,5% 10%%	SI
		d) Se ha descrito el proceso de hibridación, las fases y los factores que influyen en la misma.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 10,5%	SI
		c) Se han caracterizado las técnicas de hibridación en soporte sólido, cromosomas y cortes de tejidos.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 10,5%	SI
		d) Se ha seleccionado el tipo de sonda y de marcaje, en función del sistema de detección.	Prueba teórico-práctica Empresa	7,5% 5%	SI
		e) Se ha realizado el procedimiento siguiendo el protocolo de trabajo seleccionado.	Empresa	12,5%	SI
		f) Se ha verificado el funcionamiento de la técnica.	Empresa	12,5%	SI

		g) Se han registrado los resultados en los soportes adecuados.	Prueba teórico-práctica Empresa	7,5% 5%	SI
		h) Se ha trabajado de acuerdo con las normas de seguridad y prevención de riesgos	Empresa	12,5%	SI
		a) Se ha descrito el proceso de clonación de ácidos nucleicos.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	1% 7%	SI
RA7	22%	b) Se han caracterizado las enzimas de restricción, los vectores y las células huésped utilizadas en las técnicas de clonación.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 7%	SI
		c) Se han utilizado programas bioinformáticos para obtener información sobre el inserto que se quiere clonar.	Prueba teórico-práctica	7%	SI
		d) Se ha detallado la selección de las células recombinantes	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	1% 6%	SI
		e) Se ha definido el fundamento y las características de los métodos de secuenciación.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	% 11%	SI
		f) Se ha descrito el procesamiento de las muestras que hay que secuenciar.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	1% 11%	SI
		g) Se han caracterizado los secuenciadores automáticos y los programas informáticos utilizados en las técnicas de secuenciación.	Prueba teórico-práctica Empresa	6% 10%	SI

		h) Se han establecido los pasos que hay que seguir en la lectura e interpretación de las secuencias.	Prueba teórico-práctica Empresa	6% 10%	SI
		i) Se han descrito las aplicaciones de los procedimientos de clonación y secuenciación en el diagnóstico clínico y en la terapia genética.	Cuestionario/escala de valoración Prueba teórico-práctica	2% 14%	SI
∑ RA	100%	∑ CE	100%		

Tabla 2

Pendiente de matizar los mínimos.

8.3. EVALUACIÓN FINAL ORDINARIA

Los resultados de aprendizaje se evalúan trimestralmente aplicando los instrumentos de evaluación con los porcentajes especificados en los criterios de calificación. Para superar la evaluación se debe obtener una calificación igual o superior a 5. La calificación de cada evaluación es solamente orientativa, puesto que los RA aportan distintos porcentajes a la calificación final del módulo.

Si en una de las evaluaciones trimestrales no se alcanza una calificación igual o superior a 5 en alguno de los resultados de aprendizaje se hará una prueba de recuperación que incluirá aquellos no alcanzados.

En la evaluación final ordinaria, para superar el módulo se debe haber obtenido una calificación igual o superior a 5.

La nota final se calculará conforme los porcentajes de la tabla 1 del punto 8.2. En el caso de que la calificación final sea un número decimal, debe ser redondeado a un entero, que, en base a lo establecido en la resolución de 18 de junio de 2009, se obtendría de forma análoga a como se obtiene la calificación final de ciclo, a través del redondeo al entero superior.

En el caso de que el alumnado no acudiese al centro prácticas formativas, se entenderá no superados los resultados de aprendizaje o criterios de evaluación asociados a dicho periodo.
Los alumnos/as podrán realizar la formación en empresa en un máximo de dos ocasiones en el marco de una oferta formativa.

La superación del ciclo formativo requerirá la evaluación positiva en todos los módulos profesionales que lo componen.

8.4. EVALUACIÓN DEL ALUMNADO DE INCORPORACIÓN TARDÍA.

El alumno/a tiene derecho a incorporarse al sistema de evaluación continua desde que es efectiva su matrícula en el módulo.

Se deberá flexibilizar la programación con el fin de garantizar su derecho a alcanzar todos los resultados de aprendizaje orientándolo en el estudio, explicaciones, aclaraciones, ejercicios, etc. que se consideren necesario.

Tiene derecho a la realización de todos los exámenes contemplados en el sistema de evaluación continua (exámenes ordinarios y recuperaciones), siendo los criterios de evaluación y calificación los contemplados en el apartado de evaluación ordinaria.

Los exámenes ordinarios ya realizados en el momento de la incorporación se harán en la fecha de recuperación del grupo. En caso de no superarlos y para permitirles tener las mismas oportunidades que el resto de sus compañeros/as, tendrán derecho a una prueba de recuperación adicional, fijando una fecha que permita al alumno/a revisar nuevamente los contenidos y realizar todas las consultas que considere necesarias.

8.5. IMPOSIBILIDAD DE APLICAR CRITERIOS DE EVALUACIÓN CONTINUA

En el caso de que un/a alumno/a no pueda ser evaluado según los criterios establecidos para la evaluación continua y no se pueda registrar el logro de los resultados de aprendizaje, será evaluado mediante un Sistema de Evaluación Especial.

Este será comunicado por el docente por medios oficiales (correo educastur o Teams) incluyendo resultados de aprendizaje, actividades a realizar, instrumentos de evaluación, así como el momento de su realización.

La calificación en este caso deberá ajustarse a la tabla 2. El módulo se entenderá superado cuando se obtenga una calificación igual o superior a 5.

8.6. EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA: PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DEL MÓDULO PROFESIONAL NO SUPERADO EN CONVOCATORIA ORDINARIA.

Si en la evaluación final ordinaria no se supera alguno de los resultados de aprendizaje, se informará al alumnado (correo Educastur o Teams) sobre el programa de recuperación y la prueba que deberá realizar para la evaluación extraordinaria que versará sobre los mínimos exigibles. Según el calendario que fijará Jefatura de Estudios, se realizará en junio.

La calificación final del módulo se obtendrá aplicando los criterios de calificación de la tabla 1 para los resultados de aprendizaje superados con anterioridad y los indicados para los resultados de aprendizaje objeto de evaluación extraordinaria (tabla 2).

8.7. EVALUACIÓN DEL ALUMNADO QUE NO PUEDE ASISTIR A CLASE POR ENCONTRARSE CURSANDO SEGUNDO CURSO DEL CICLO FORMATIVO. PLAN DE RECUPERACIÓN.

Se informará al alumnado (correo Educastur o *Teams*) que se encuentre en estas circunstancias sobre el programa de recuperación que deberá seguiry la prueba que deberá realizar y que versará sobre los mínimos exigibles.

La calificación en este caso deberá ajustarse a lo establecido en la tabla 2. El módulo se entenderá superado cuando se obtenga una calificación igual o superior a 5.

9. MEDIDAS DE ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Con objeto de establecer respuestas educativas adaptadas a la diversidad del alumnado se tomarán como referencia las indicaciones recogidas al respecto en el proyecto de centro y las concreciones curriculares de ciclo. De este modo la intervención con el alumnado se basará en los principios de equidad e inclusión promoviendo el desarrollo de actuaciones basadas en el diseño universal de aprendizaje como medidas ordinarias para todo el alumnado. Además de las mencionadas, con objeto de ofrecer una atención personalizada, se facilitarán medidas de flexibilización y adaptaciones metodológicas concretas tanto en el propio proceso de aprendizaje como en la evaluación, en función de las características específicas y las necesidades educativas presentadas por cada estudiante en el aula. Estas medidas se encuentran recogidas en los anexos de la Concreción Curricular del ciclo.

Por otro lado, se desarrollarán, también, medidas de refuerzo para alumnado que no supera los objetivos:

- Batería extra de actividades sobre aquellos aspectos en los que tienen más dificultad.
- Información más detallada sobre aquellos aspectos en los que tienen dificultad de comprensión.

Ajuste de los criterios de valoración a mínimos en caso de que no se observe viable llegar al logro de los resultados de aprendizaje completo

10. ASPECTOS TRANSVERSALES

10.1. EDUCACIÓN EN VALORES

Se tendrá cuenta que, de acuerdo con la legislación vigente, la formación profesional en el sistema educativo tiene como objetivos, además de los referidos a la competencia en el área específica, otros más amplios, que van dirigidos a una formación integral de la persona y que se deben tener presentes en cada momento. De todos ellos, consideramos prioritarios en nuestro ámbito:

- La prevención de conflictos y en la resolución pacífica de los mismos en todos los ámbitos de la vida personal, familiar y social.
- Fomentar la coeducación, es decir, educación en igualdad efectiva de oportunidades entre hombres y mujeres, eliminando cualquier estereotipo o idea preconcebida sobre los roles de género, para acceder a una formación que permita todo tipo de opciones profesionales y el ejercicio de estas.
- No permitir ningún tipo de discriminación, ni sexual, religiosa, racial, económica ni por cualquier otra cuestión.
- Trabajar en condiciones de seguridad y salud, así como prevenir los posibles riesgos derivados del trabajo.
- Desarrollar una identidad profesional motivadora de futuros aprendizajes y adaptaciones a la evolución de los procesos productivos y al cambio social.
- Promover el uso responsable de las nuevas tecnologías.

10.2. COMPETENCIAS PERSONALES

Además de las competencias profesionales para alcanzar en su totalidad los RAs vinculados al módulo profesional, se valora la consecución de las siguientes competencias personales (*softskills*) (para la empleabilidad) recogidas en la Concreción Curricular del ciclo:

-La **comunicación oral**

- La **comunicación escrita**

- La ética profesional y la conducta en el trabajo

-El **trabajo en equipo**

-Un adecuado **tratamiento de la información**

-Capacidad de **resolución de problemas**

-Capacidad de adaptación

Su valoración está incluida en las rúbricas de evaluación de las actividades que se implementarán en el aula.

Si la evaluación de estas competencias es negativa, se hará un seguimiento durante el curso orientando al alumno/a en los aspectos que necesite mejorar.

10.3. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS Y EXTRAESCOLARES

Durante el curso y según la disponibilidad y situación sanitaria se harán salidas, como visitas a mutuas, hospitales o charlas/seminarios impartidos por profesionales del sector, relacionadas con la materia.

ACTIVIDAD COMPLEMENTARIA Y/O EXTRAESCOLAR	RA	TEMPORALIZACIÓN
Visita a los Servicios Científico Técnicos de la Universidad de Oviedo	1,2,4,5,6	Tercer trimestre

Si a lo largo del curso se añadiera alguna actividad complementaria y/o extraescolar más se deberá aprobar al menos en reunión de departamento.

10.4. ACTIVIDADES INTERDEPARTAMENTALES

Si surge la posibilidad, se podrá participar en el desarrollo de actividades realizadas entre distintos departamentos del Centro, como Jornadas o Seminarios, siempre siendo previamente aprobadas por los distintos órganos del Centro.

11. INDICADORES DE LOGRO Y SEGUIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN

11.1. PROCEDIMIENTO SOBRE EL DESARROLLO Y SEGUIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN

Al menos una vez al trimestre, el departamento realizará un balance analizando el desarrollo de la programación docente en función de los resultados de evaluación obtenidos por su alumnado y de otros parámetros que se puedan considerar como las características del grupo de clase

El procedimiento será el establecido por Jefatura de Estudios.

11.2. AUTOEVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE

Será recomendable que cada docente lleve a cabo una autoevaluación de la práctica docente utilizando para ello rúbricas de evaluación.

12. REFERENCIAS LEGISLATIVAS

En la elaboración de esta programación se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Estatal:
  - ✓ Ley orgánica 3/2022.
  - ✓ RD 659/2023 que desarrolla la ordenación del sistema de Formación Profesional.
  - ✓ **Real Decreto 500/2024, de 21 de mayo, por el que se modifican determinados reales decretos por los que se establecen títulos de Formación Profesional de grado superior y se fijan sus enseñanzas mínimas**
  - ✓ **Orden EFD/659/2024, de 25 de junio, por la que se determina el currículo y se regulan determinados aspectos organizativos para los ciclos formativos de grado superior en el ámbito de gestión del Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes**
- Autonómica
- Documentación institucional del CIFPCERDEÑO.

NOTA: ESTA PROGRAMACIÓN PUEDE SUFRIR VARIACIONES A LO LARGO DEL CURSO Y DEBE SER FLEXIBLE.

13. ANEXO 1: SECUENCIACIÓN Y TEMPORALIZACIÓN PARA EL CURSO 2026-2027

Puesto que el módulo de BIOLOGÍA MOLECULAR Y CITOGENÉTICA no tiene vinculación con estándares de competencia del Catálogo Nacional de Estándares de Competencia Profesional, los Resultados de Aprendizaje (RA) se desarrollan en su totalidad en el centro educativo. Para el curso 2026-2027, el periodo de formación en empresa para el PRIMER curso está previsto su desarrollo del 1 AL 25 DE FEBRERO. La secuenciación y temporalización para el curso 2026-2027 es la siguiente:

RESULTADO DE APRENDIZAJE	CE	UD	HORAS	TRIMESTRE
RA1: Caracteriza los procesos que hay que realizar en los laboratorios de citogenética y biología molecular, relacionándolos con los materiales y equipos.	a, b, c,d, e, f, g	UD1	12	1º
RA2: Realiza cultivos celulares describiendo los pasos del procedimiento.	a, b, c,d, e, f, g	UD5	15	1º
RA3: Aplica técnicas de análisis cromosómico en sangre periférica, líquidos y tejidos, interpretando los protocolos establecidos.	a, b, f	UD3	12	1º
	c, d, e, f, g, h, i	UD4	18	3º
RA4: Aplica las técnicas de extracción de ácidos nucleicos a muestras biológicas, seleccionando el tipo de técnica en función de la muestra que hay que analizar	a, c, i	UD2	12	1º
	a, b, c,d, e, f, g,h, i	UD 6	18	1º
RA5: Aplica técnicas de PCR y electroforesis al estudio de los ácidos nucleicos, seleccionando el tipo de técnica en función del estudio que hay que realizar.	a, b, c,d, e, f, g,h, i	UD7	23	1-2º
RA6 Aplica técnicas de hibridación con sonda a las muestras de ácidos nucleicos, cromosomas y cortes de tejidos, interpretando los protocolos establecidos.	a, b, c,d, e, f, g,h	UD9	10	3º
RA7: Determina los métodos de clonación y la secuenciación de ácidos nucleicos, justificando los pasos de cada procedimiento de análisis.	e, f, g, h, i	UD 8	13	2º
	a, b, c,d, i	UD 10	13	2º
	e, f, g, h, i	UD 11	13	3º