TÍTULO:

ERASMUS MUNDUS MASTER IN HUMAN DISEASES MODELS MORPHOLOGICAL PHENOTYPING

(MorphoPHEN)

UNIVERSIDADES:

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI – FEDERICO II

UNIVERSIDADE DE LISBOA

ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI (ΑΡΙΣΤΟΤΈΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΉΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΊΚΗΣ)

Febrero 2023

Índice

1. Descripción, objetivos formativos y justificación del título 4
TABLA 1. Descripción del título 4
TABLA 2. Centros 5
1.10. Objetivos formativos 6
1.10.a) Principales objetivos formativos del título 6
1.10.b) Objetivos formativos de las especialidades 7
1.11. Perfiles fundamentales de egreso a los que se orientan las enseñanzas 7
2. Resultados del proceso de formación y de aprendizaje 7
2.1. Conocimientos o contenidos (*Knowledge*) 7
2.2. Habilidades o destrezas (*Skills*) 8
2.3. Competencias (*Competences*) 8
3. Admisión, reconocimiento y movilidad 9
3.1. Requisitos de acceso y procedimientos de admisión de estudiantes 9
3.1.a) Normativa y procedimiento general de acceso 9
3.1.b) Criterios y procedimiento de admisión a la titulación 9
3.2. Criterios para el reconocimiento y transferencias de créditos 10
TABLA 3. Criterios específicos para el reconocimiento de créditos [NO] 10
3.3. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida 10
4. Planificación de las enseñanzas 11
4.1. Estructura básica de las enseñanzas 11
4.1.a) Resumen del plan de estudios 11
Tabla 4a. Resumen del plan de estudios (estructura semestral) 11
Tabla 4b. Estructura de las especialidades [NO HAY ESPECIALIDADES] 12
4.1.b) Plan de estudios detallado 12
5. Personal académico y de apoyo a la docencia 16
5.1. Perfil básico de otros recursos de apoyo a la docencia necesarios 16
6. Recursos para el aprendizaje: materiales e infraestructurales, prácticas y servicios 17

6.1. Recursos materiales y servicios 17
6.2. Previsión de dotación de recursos materiales y servicios 17
7. Calendario de implantación 18
7.1. Cronograma de implantación del título 18
Anexos 19

1. DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

TABLA 1. Descripción del título

1.1.a) Denominación del título	Erasmus Mundus Master in Human Diseases Models Morphological Phenotyping
1.1.b) Nombre del Consorcio Internacional	MorphoPHEN
1.1.c) Título Conjunto	Internacional
1.1.d) Notificación de obtención del Sello Erasmus Mundus	[Adjunto en pdf]
1.2. Ámbito de conocimiento	Ciencias Biomédicas
1.3. Especialidades	No hay especialidades
1.4.a) Universidad responsable	Universitat Autònoma de Barcelona
1.4.b) Universidades participantes **Instituciones participantes**	Universidades participantes: - Università degli Studi di Napoli – Federico II - Universidade de Lisboa - Aristotle University of Thessaloniki (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης) Instituciones participantes: - CEINGE-Biotecnologie Avanzate (Naples)
1.4.c) Convenio títulos conjuntos	Tipo de titulación universitaria conjunta internacional: Erasmus Mundus Universidades y centros participantes en el título interuniversitario: Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Università degli Studi di Napoli – Federico II (UNINA), Universidade de Lisboa (FMV-ULisboa), Aristotle University of Thessaloniki (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης) (AUTH) [Convenio de colaboración adjunto]

1.5.a) Centro de impartición responsable	Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona (código RUCT: 08038791)
1.5.b) Centros de impartición	Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona (código RUCT: 08038791) CEINGE-Biotecnologie Avanzate (Università degli Studi di Napoli – Federico II) Faculdade de Medicina Veterinaria da Universidade de Lisboa Veterinary School of the Aristotle University of Thessaloniki
1.6. Modalidad de enseñanza	Presencial
1.7. Número total de créditos	60
1.8. Idiomas de impartición	Inglés 100%
1.9.a) Número total de plazas	25 por edición
1.9.b) Oferta de plazas por modalidad	Presencial: 25 por edición
1.9.c) Código ISCED	0914 Tecnología de diagnóstico y tratamiento médico 0919 Salud (otros estudios)

TABLA 2. Centros

Centro 1	Facultad de Veterinaria (código RUCT: 08038791)
Universidad	Universidad Autónoma de Barcelona
Oferta de plazas del Centro	Presencial: 25 Semipresencial o híbrida: 0 No presencial o virtual: 0
Especialidades	No hay especialidades
Idiomas de impartición	Inglés 100%

Centro 2	CEINGE-Biotecnologie Avanzate
Universidad	Università degli Studi di Napoli – Federico II
Oferta de plazas del Centro	Presencial: 25 Semipresencial o híbrida: 0

	No presencial o virtual: 0
Especialidades	No hay especialidades
Idiomas de impartición	Inglés 100%

Centro 3	Faculdade de Medicina Veterinaria
Universidad	Universidade de Lisboa
Oferta de plazas del Centro	Presencial: 0 Semipresencial o híbrida: 12 No presencial o virtual: 0
Especialidades	No hay especialidades
Idiomas de impartición	Inglés 100%

Centro 4	School of Engineering
Universidad	Aristotle University of Thessaloniki (Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)
Oferta de plazas del Centro	Presencial: 25 Semipresencial o híbrida: 0 No presencial o virtual: 0
Especialidades	No hay especialidades
Idiomas de impartición	Inglés 100%

1.10. Objetivos formativos

1.10.a) Principales objetivos formativos del título

El objetivo formativo de MorphoPHEN es conseguir que el estudiante se familiarice con el conocimiento necesario para realizar adecuadamente el fenotipado morfológico de los modelos de ratón destinados al estudio de las enfermedades humanas. El estudiante deberá aprender: la anatomía, la embriología, la histología, el diagnóstico por la imagen y las bases de la patobiología del ratón, además de obtener conocimientos básicos y especializados en *machine learning*, que en la actualidad son necesarios para el uso y desarrollo de protocolos de análisis de imagen mediante inteligencia artificial.

Para alcanzar estos objetivos formativos, se desarrollarán tanto actividades formativas teóricas como prácticas, que garantizan que el estudiante obtenga un aprendizaje integrado en todas las disciplinas mencionadas anteriormente.

Además, gracias a que el consorcio de MorphoPHEN cuenta con instituciones de excelencia en el sector de la biomedicina y de la investigación con modelos de ratón, los estudiantes tendrán la oportunidad de desarrollar su trabajo de fin de máster en centros de investigación especializados en el estudio del ratón distribuidos por todo el mundo.

1.10.b) Objetivos formativos de las especialidades

No hay especialidades en MorphoPHEN.

1.11. Perfiles fundamentales de egreso a los que se orientan las enseñanzas

A causa de la falta de expertos en fenotipado morfológico de modelos de ratón para el estudio de las enfermedades humanas, se han cometido errores, despilfarrando recursos públicos y privados y, lo más importante, alguno de los resultados obtenidos no han sido posible trasladarlos del laboratorio a la cura de los enfermos en los hospitales. El Máster Erasmus Mundus MorphoPHEN pretende solventar estas deficiencias consiguiendo que sus egresados tengan los conocimientos necesarios para realizar un fenotipado morfológico completo (anatómico, patológico y por la imagen), veraz y fiable del ratón. Este perfil permitirá a los egresados actuar como técnicos o investigadores en el campo de la biomedicina, mejorando la reproducibilidad y translación de los resultados obtenidos en el laboratorio hasta la clínica humana.

2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE

2.1. Conocimientos o contenidos (*Knowledge*)

KT01. Comprender los mecanismos que controlan los procesos embrionarios del ratón.
KT02. Identificar y comprender la forma, estructura, disposición y relaciones de los órganos del ratón.
KT03. Identificar los tejidos y órganos del ratón microscópicamente.
KT04. Comprender los principios fundamentales de la patología del ratón e identificar alteraciones estructurales de órganos mediante histología e inmunohistoquímica.

KT05. Comprender las bases anatómicas para el diagnóstico por la imagen del ratón.
KT06. Reconocer los principios básicos de la protección radiológica, de la anestesia y del manejo del ratón.
KT07. Comprender los principios de las técnicas de imagen preclínica más relevantes y su aplicación en biomedicina.
KT08. Comprender los principios fundamentales y reconocer las principales herramientas establecidas para *deep Learning.*
KT09. Comprender los aspectos éticos (3Rs), cuantitativos y de mejora en la reproducibilidad (ARRIVE) en experimentación animal.
KT10. Conocimientos específicos relacionados con el objetivo y contenido de la tesis de máster.

2.2. Habilidades o destrezas (*Skills*)

ST01. Usar la terminología anatómica, patológica, en el campo de la imagen y en el deep learning de forma correcta.
ST02. Realizar la disección y la necropsia de un ratón de forma correcta.
ST03. Interpretar datos, técnicas de procesamiento y post-procesamiento de imágenes para las diferentes modalidades de obtención de imagen preclínica.
ST04. Aplicar los conocimientos de imagen para demostrar con precisión mediante imágenes la anatomía y la estructura de todos los órganos del ratón.
ST05. Utilizar arquitecturas de *deep learning* en problemas reales, incluyendo detección y reconocimiento de patrones sobre imágenes y señales 1D, diagnóstico y decisiones.
ST06. Aplicar los métodos estadísticos cuantitativos al diseño de experimentos con ratones.
ST07. Redactar un artículo de investigación: extraer información clave de la bibliografía existente, planificación y estructuración de un manuscrito.

2.3. Competencias (*Competences*)

CT01. Capacidad para integrar la morfología del ratón a través de los niveles orgánico, celular y subcelular.
CT02. Capacidad para correlacionar las alteraciones estructurales de los órganos del ratón con procesos patológicos específicos.
CT03. Capacidad para comparar las distintas metodologías de imagen y elegir la más adecuada para un análisis fenotípico específico del ratón.
CT04. Capacidad para evaluar el rendimiento de los métodos de deep learning.
CT05. Capacidad para diseñar de forma correcta experimentos con ratones.
CT06. Ser capaz de diseñar un plan de investigación sobre las diferentes metodologías de fenotipado morfológico del ratón, el que se describan la definición del problema, la hipótesis, los objetivos de investigación y las preguntas de investigación en relación con la literatura relevante.

3. ADMISIÓN, RECONOCIMIENTO Y MOVILIDAD

3.1. Requisitos de acceso y procedimientos de admisión de estudiantes

3.1.a) Normativa y procedimiento general de acceso

Acceso a los estudios de máster:
Procedimiento UAB:
https://www.uab.cat/web/estudis/masters-i-postgraus/masters-oficials/sol-licitud-d-admissio-2022-2023-1345663347731.html
Normativa académica UAB:
https://www.uab.cat/web/la-uab/itineraris/normatives/normativa-academica-1345668305783.html

Normativa académica UAB. Vigente a partir del curso 2022-2023 (Normativa vigente de acceso y admisión RD 822/2021, de 28 de septiembre)
NORMATIVA ACADÉMICA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA (Acuerdo del Consejo de Gobierno de 7 de julio de 2022)
Título II. Acceso y admisión
Capítulo II. Estudios de máster
Sección 1a. Másters universitarios

3.1.b) Criterios y procedimiento de admisión a la titulación

El Comité de Selección de Estudiantes (Student Selection Committee) será el encargado de la admisión de los estudiantes. La selección se basará en la información presentada por los candidatos, referente a sus datos personales, profesionales, estudios previos y conocimientos de idiomas, junto a las cartas de recomendación y las motivaciones personales del candidato para postularse.

Los criterios de admisión para los candidatos acordados por el consorcio MorphoPHEN son:

- A nivel académico: estar en posesión de un título de grado universitario en bioquímica, biotecnología o en medicina, veterinaria o farmacia.

  A nivel del conocimiento de idiomas: demostrar el dominio del inglés mediante certificado de nivel C1 o similar. El dominio del inglés puede ser certificado por uno de los siguientes:

  (a) TOEFL: puntuación de al menos 577 (prueba en papel) o 90 con una puntuación de escritura de al menos 24 en la sección de escritura (prueba basada en Internet);

(b) Certificado avanzado del examen de competencia de Cambridge: al menos aprobar la calificación C o mejor;

(c) IELTS: al menos 7,0 con un mínimo de 6,0 en cada elemento y 7,5 en la sección de escritura.

El Comité de Selección de Estudiantes considerará los certificados de idioma válidos por dos años.

- No se requiere prueba de dominio del idioma para los solicitantes con nacionalidad de países de habla inglesa, o que han obtenido un grado universitario y/o un grado de master en una institución de educación superior con inglés como idioma de instrucción (EEUU, Australia, Nueva Zelanda, Reino Unido, República de Irlanda o Canadá). Se deberá presentar un certificado que confirme que el idioma de instrucción fue el inglés.

El resultado del proceso de selección se enviará al candidato a la dirección de correo electrónico facilitada en la solicitud de preinscripción.

Si la demanda superase al número de plazas ofertadas, estas se adjudicarían teniendo en cuenta el peso de los siguientes criterios de selección:

- Formación académica en biomedicina (15%)
- Promedio de calificaciones en su expediente académico (15%)
- Experiencia laboral en un campo relevante, como laboratorios que trabajan con ratones (15 %)
- Experiencia en la realización de investigación cuantitativa y/o cualitativa en el campo de la biología (15%)
- Carta de motivación (autenticidad, interés en realizar investigación en biomedicina) (20%)
- Ensayo sobre un tema sugerido por el Comité de Selección de Estudiantes, máximo dos páginas (20%)

3.2. Criterios para el reconocimiento y transferencias de créditos

Reconocimiento y transferencia de créditos para titulaciones de máster:
https://www.uab.cat/web/estudis/masters-i-postgraus/masters-oficials/reconeixement-de-credits-1345664366626.html

TABLA 3. Criterios específicos para el reconocimiento de créditos [NO]

3.3. Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida

Movilidad en titulaciones de máster:

https://www.uab.cat/web/mobilitat-i-intercanvi-internacional-1345680108534.html

La movilidad del máster será la siguiente:

1. España (UAB): *Joint Inception Week* (resolución de dudas administrativas y de visados, etc.). Inicio del primer semestre con el Módulo 1 (3 semanas)
2. Italia (UNINA): sigue el primer semestre con el Módulo 2 (6 semanas)
3. Grecia (AUTH): Inicio el segundo semestre con el Módulo 3 (6 semanas)
4. Finalmente, los estudiantes terminan el segundo semestre realizando su tesis de máster (Módulo 4) bajo la supervisión de alguna de las universidades y en alguna de las universidades o de los centros asociados (3 semanas)

4. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

Distribución en créditos ECTS a cursar por el estudiante

TIPO DE MATERIA	ECTS
Obligatorias	50
Optativas	0
Trabajo de Fin de Máster	10
ECTS TOTALES	60

4.1. Estructura básica de las enseñanzas

4.1.a) Resumen del plan de estudios

Tabla 4a. Resumen del plan de estudios (estructura semestral)

1r Semestre				2º Semestre			
Asignatura	**ECTS**	**A cursar**	**Carácter**	**Asignatura**	**ECTS**	**A cursar**	**Carácter**
Anatomía y Patobiología del ratón (Módulo 1) **UAB** **45023**	10	10	Oblig.	***Deep Learning* y Diseño Experimental (Módulo 3)** **AUTH** **45026**	20	20	Oblig.

Imagen del ratón (Módulo 2) UNINA 45024	20	20	Oblig.	**Trabajo de Fin de Máster (Módulo 4) FMV-ULisboa, UAB, UNINA, AUTH 45027**	10	10	Oblig.
	Total	**30**			**Total**	**30**	

Tabla 4b. Estructura de las especialidades [NO HAY ESPECIALIDADES]

4.1.b) Plan de estudios detallado

M1: Anatomía y Patobiología del Ratón (Módulo 1)	
Número de créditos ECTS	10
Tipología	Obligatorio
Organización temporal	Semestre 1
Idioma	Inglés
Modalidad	Presencial
Contenidos de la materia	- Situación del ratón en el sector de la biomedicina - Nomenclatura estandarizada para los ratones - Métodos anatómicos e histológicos - Embriología y placenta de ratón - Anatomía macroscópica y topográfica en el ratón - Histología de los órganos del ratón - Ultraestructura de los tejidos del ratón - Aproximación ontológica a la morfología del ratón - Introducción a la patología del ratón - Necropsia del ratón - Patología de los principales sistemas y órganos
Resultados del aprendizaje de la ASIGNATURA	**Conocimientos:** KM01. Conocer los mecanismos que controlan los procesos embrionarios. KM02. Reconocer la etiología y el significado de las anomalías del desarrollo. KM03. Identificar y comprender la forma, estructura, disposición y relaciones de los órganos y sistemas del ratón. KM04. Identificar los tejidos y órganos del ratón microscópicamente. KM05. Comprender los principios fundamentales de la patología. KM06. Identificar alteraciones estructurales de órganos mediante histología e inmunohistoquímica.
	Habilidades: SM01. Usar la terminología anatómica, embriológica, histológica y patológica de forma correcta. SM02. Realizar la disección y la necropsia de un ratón de forma correcta.
	Competencias: CM01. Capacidad para integrar la morfología del ratón a través de los niveles orgánico, celular y subcelular. CM02. Capacidad para correlacionar las alteraciones estructurales de los órganos del ratón con procesos patológicos específicos.

M2: Imagen del Ratón (Módulo 2)	
Número de créditos ECTS	20
Tipología	Obligatorio
Organización temporal	Semestre 1
Idioma	Inglés
Modalidad	Presencial
Contenidos de la asignatura	- Manejo, cuidado y anestesia del ratón - Imagen mediante radiación ionizante (rayos X, CT, SPECT, PET) - Imagen mediante radiación no ionizante (MRI, FMT, NIR, HFUS, PAI) - Imágenes híbridas (PET/CT, PET/MR, US/PAI) - Agentes de contraste de imagen - Aplicaciones: localización y tráfico de células, angiogénesis, hipoxia, apoptosis e inflamación
Resultados del aprendizaje de la ASIGNATURA	**Conocimientos:** KM07. Bases anatómicas de la imagen del ratón. KM08. Reconocer los principios básicos de la protección radiológica. KM09. Conocer el manejo y la anestesia en el ratón. KM10. Comprender los principios de las técnicas de imagen preclínica más relevantes y su aplicación en biomedicina.
	Habilidades: SM03. Usar la terminología en el campo de la imagen de forma correcta. SM04. Interpretar datos, técnicas de procesamiento y post-procesamiento de imágenes para las diferentes modalidades de obtención de imagen preclínica. SM05. Aplicar los conocimientos de imagen para demostrar con precisión mediante imágenes la anatomía y la estructura de todos los órganos del ratón.
	Competencias: CM03. Capacidad para comparar las distintas metodologías de imagen y elegir la más adecuada para un análisis fenotípico específico del ratón.

M3: ***Deep Learning* y Diseño Experimental** (Módulo 3)	
Número de créditos ECTS	20
Tipología	Obligatorio
Organización temporal	Semestre 2
Idioma	Inglés
Modalidad	Presencial
Contenidos de la asignatura	- Introducción al d*eep* y *machine learning* - Clasificadores y métricas para evaluación - Algoritmos supervisados y no supervisados - Redes neuronales convolucionales y recurrentes - Metodologías para señales 1D y 2D: ventanas deslizantes, superpíxeles, transmisión de datos y transformación de imágenes completas - Metodologías para realizar experimentos de deep learning

	- Diseño experimental con ratones: Comparación cuantitativa, ARRIVE y 3Rs
Resultados del aprendizaje de la ASIGNATURA	**Conocimientos:** KM11. Comprender los principios fundamentales del *deep Learning* KM12. Reconocer las principales herramientas establecidas en *deep learning* KM13. Comprender los aspectos éticos (3Rs) en la experimentación animal. KM14. Identificar los aspectos cuantitativos y ARRIVE relacionados con la reproducibilidad en la experimentación animal.
	Habilidades: SM06. Usar la terminología en el campo de *deep* y *machine learning* de forma correcta. SM07. Utilizar arquitecturas de *deep learning* en problemas reales, incluyendo detección y reconocimiento de patrones sobre imágenes y señales 1D, diagnóstico y decisiones. SM08. Usar las herramientas estadísticas para el análisis cuantitativo en los experimentos con ratones.
	Competencias: CM04. Capacidad para evaluar el rendimiento de los métodos de *deep learning*. CM05. Capacidad para realizar un diseño experimental válido con ratones.

M4: Trabajo de Fin de Master (Módulo 4)	
Número de créditos ECTS	10
Tipología	Obligatorio
Organización temporal	Semestre 2
Idioma	Inglés
Modalidad	Presencial
Contenidos de la asignatura	Proyecto de investigación sobre anatomía, imagen, patología o *deep learning* aplicadas al fenotipado morfológico de los modelos de ratón para enfermedades humanas.
Resultados del aprendizaje de la ASIGNATURA	**Conocimientos:** KM15. Conocimientos específicos relacionados con el objetivo y contenido del trabajo fin de máster.
	Habilidades: SM09. Redactar un artículo de investigación: extraer información clave de la bibliografía existente, planificación y estructuración de un manuscrito.
	Competencias: CM06. Ser capaz de diseñar un plan de investigación sobre las diferentes metodologías de fenotipado morfológico del ratón, el que se describan la definición del problema, la hipótesis, los objetivos de investigación y las preguntas de investigación en relación con la literatura relevante.

Tabla de relación resultados de aprendizaje de Titulación / Materias*

Resultados de aprendizaje de TITULACIÓN (T)	M1	M2	M3	M4

KT01	KM01 KM02			
KT02	KM03			
KT03	KM04			
KT04	KM05 KM06			
KT05		KM07		
KT06		KM08 KM09		
KT07		KM10		
KT08			KM11 KM12	
KT09			KM13 KM14	
KT10				KM15
ST01	SM01	SM03	SM06	
ST02	SM02			
ST03		SM04		
ST04		SM05		
ST05			SM07	
ST06			SM08	
ST07				SM09
CT01	CM01			
CT02	CM02			
CT03		CM03		
CT04			CM04	
CT05			CM05	
CT06				CM06
TOTAL TÍTULO = 23				

Módulo 1. Anatomía y Patobiología del ratón - UAB (10 ECTS)	Módulo 2. Imagen del ratón - UNINA (20 ECTS)

- Situación del ratón en biomedicina - Nomenclatura estandarizada para ratones - Métodos anatómicos e histológicos - Embriología y placenta de ratón - Anatomía macroscópica y topográfica en el ratón - Histología de los órganos del ratón - Ultraestructura de los tejidos del ratón - Aproximación ontológica a la morfología del ratón - Introducción a la patología del ratón - Necropsia del ratón - Patología de los principales sistemas y órganos	- Bases anatómicas de la imagen del ratón - Manejo, cuidado y anestesia del ratón - Imágenes mediante radiación ionizante (rayos X, CT, SPECT, PET) - Imágenes usando radiación no ionizante (MRI, FMT, NIR, HFUS, PAI) - Imágenes híbridas (PET/CT, PET/MR, US/PAI) - Agentes de contraste de imagen - Aplicaciones: tráfico de células y localización de tejidos celulares, angiogénesis, formación de imágenes de paredes, hipoxia, apoptosis e inflamación
Módulo 3. Deep learning y Diseño Experimental – AUTH (20 ECTS)	**Módulo 4. Trabajo Fin de Máster FMV-ULisboa, UAB, UNINA y AUTH (10 ECTS)**
- Introducción al *Deep* y *Machine Learning* - Clasificadores y métricas para evaluación - Algoritmos supervisados y no supervisados - Redes neuronales convolucionales y recurrentes - Metodologías para señales 1D y 2D: ventanas deslizantes, superpíxeles, transmisión de datos y transformación de imágenes completas - Metodologías para realizar experimentos de aprendizaje profundo - Diseño experimental con ratones: comparación cuantitativa, ARRIVE y 3Rs	- Proyecto de investigación sobre anatomía, imagen, patología o *deep learning* aplicadas al fenotipado morfológico de los modelos de ratón para enfermedades humanas.

Además, se ofrecerán cursos de idiomas de carácter opcional en cada módulo. En la Universidad Autónoma de Barcelona, de catalán y castellano; en la Universidad de Nápoles, de italiano y en la Universidad de Tesalónica, de griego.

5. PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO A LA DOCENCIA

5.1. Perfil básico de otros recursos de apoyo a la docencia necesarios

Gracias a la colaboración con las instituciones asociadas al consorcio, MorphoPHEN puede movilizar a cualquier actor relevante dentro de la comunidad internacional dedicada al desarrollo de modelos de ratón para las enfermedades humanas. La UAB, coordinadora del máster, es partner de los dos consorcios internacionales dedicados a la producción de dichos modelos: INFRAFRONTIER a nivel europeo e IMPC a nivel global.

Los profesores invitados aportarán experiencia y conocimientos específicos, que no se encuentran en las universidades que impartirán el programa MorphoPHEN. Así mismo, las instituciones

asociadas representan la mejor lista de laboratorios posibles donde los estudiantes podrán realizar sus tesis de máster.

6. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE: MATERIALES E INFRAESTRUCTURALES, PRÁCTICAS Y SERVICIOS

6.1. Recursos materiales y servicios

Las universidades que componen el consorcio cuentan con las siguientes instalaciones destinadas a la impartición del programa:

a) Aulas para los 25 alumnos que seguirán el programa de máster. Las aulas están equipadas con pizarra, ordenador y proyector, con posibilidad de seguir presentaciones on-line mediante Zoom, TEAMS, Skype, etc.
b) Sala de disección con mesas dotadas de sistemas de extracción e iluminación específicos diseñadas para realizar operaciones de alta precisión.
c) Salas de microscopía con microscopios de uso individual.
d) Salas de ordenadores de uso individual dotados de sistema de lectura de preparaciones histológicas digitales.
e) Bibliotecas como servicio de apoyo a la docencia y la investigación.
f) Estabularios autorizados por las Autoridades de cada país para albergar ratones de laboratorio.

Todas las instituciones asociadas a MorphoPHEN están dotadas de laboratorios e instalaciones que ofrecen todo el equipamiento necesario para poder realizar el trabajo fin de máster.

6.2. Previsión de dotación de recursos materiales y servicios

El consorcio ha formulado el programa de aprendizaje de MorphoPHEN en base a la experiencia y las necesidades detectadas durante el proyecto *Knowledge Alliance* Erasmus+ PATHBIO, que también fue coordinado por la UAB, y que terminó en diciembre de 2021. Uno de los principales objetivos de PATHBIO consistía en desarrollar un programa piloto de enseñanza para el fenotipado morfológico de ratón. Por esta razón, las deficiencias existentes tanto a nivel material, como en áreas de conocimiento ya han sido satisfactoriamente identificadas y resueltas con anterioridad.

7. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

7.1. Cronograma de implantación del título

● Noviembre 2022-Febrero 2023

Edición y firma del *Consortium Agreement*. Elaboración de la documentación necesaria para la verificación del máster por parte cada uno de los países implicados (España, Italia, Portugal y Grecia). Desarrollo y lanzamiento de la web del consorcio.

● Febrero-Julio 2023. Selección de los estudiantes. Elaboración del *Student Handbook* y de la *Thesis Writing Guide*.

● Septiembre-Diciembre 2023. *Joint Inception Week*. Impartición del Módulo 1 (UAB) y Módulo 2 (UNINA).

● Enero-Marzo 2024. Impartición del Módulo 3 (AUTH). Selección de la segunda promoción de estudiantes

● Abril-Julio 2024. Elaboración del trabajo fin de máster por parte de los estudiantes.

● Septiembre 2024. Graduación de la primera promoción e inicio de la segunda edición del máster.

Anexos

1. Anexos de la titulación a la memoria RUCT

2. Anexos información complementaria procesos de calidad de titulaciones UAB

2.1 Resumen de objetivos y resultados de aprendizaje para el Suplemento Europeo al Título

El objetivo principal del programa MorphoPHEN es que el estudiante adquiera los conocimientos y herramientas necesarias para realizar un fenotipado morfológico completo y experto de los modelos del ratón dedicados al estudio de las enfermedades humanas. Para ello, el estudiante ha de comprender la anatomía, la embriología, la histología, las bases de la patobiología del ratón, el diagnóstico por la imagen, el diseño experimental, además de los conocimientos básicos y especializados en *machine learning*, que son necesarios para el uso y desarrollo de protocolos de análisis de imagen mediante inteligencia artificial.

Resumen de los resultados de aprendizaje para incluirlo en el SET

Los resultados principales del aprendizaje para el programa MorphoPHEN son:
1. Identificar y comprender la forma, estructura, disposición y relaciones de los órganos y sistemas del ratón.
2. Identificar morfológicamente las alteraciones estructurales de los órganos del ratón y correlacionarlas con procesos patológicos específicos
3. Comprender los principios teóricos y prácticos de las técnicas más relevantes para el análisis por imagen del ratón.
4. Diseñar correctamente los experimentos con ratones
5. Reconocer y comprender las bases y las principales herramientas establecidas para *deep learning*.
7. Diseñar e implementar estrategias innovadoras del fenotipado morfológico para ratones.

2.2 Apartados de PIMPEU

Ámbitos de trabajo de los futuros titulados y tituladas

El programa pretén formar als estudiants de MorphoPHEN per realitzar correctament el fenotipat morfològic de models de ratolí, així com donar les eines necessàries per desenvolupar les properes millores innovadores en el fenotipatge de models de malalties humanes. El mercat laboral dels estudiants de MorphoPHEN és divers, empreses farmacèutiques i de biomedicina, universitats i instituts de recerca. Per preparar adequadament els estudiants, MorphoPHEN inclou oportunitats per conèixer els futurs ocupadors durant la realització de la seva tesis de màster.

Salidas profesionales de los futuros titulados y tituladas

Avui dia existeix una gran manca d'experts degudament capacitats per caracteritzar de manera precisa i reproduïble el fenotip morfològic dels models de ratolí, cosa que fa que molts investigadors es vegin obligats a confiar en el seu propi fenotipat autodidacte. El ratolí té característiques anatòmiques, embriològiques i d'imatge úniques, que juntament amb patologies espontànies cal reconèixer com fenotips no significatius. Com a resultat, la literatura científica conté nombrosos exemples de males interpretacions.

El màster MorphoPHEN té com a objectiu precisament resoldre aquesta manca d'experts, i per tant les sortides professionals dels futurs titulats i titulades estaran relacionades amb el àmbit de la recerca en malalties humanes. En especial, s'espera que els futurs titulats i titulades ocupin llocs de treball d'investigació on l'ús de l'animal de laboratori és fonamental i necessari, ja sigui per a estudiar els mecanismes de les malalties humanes, com desenvolupant noves estratègies terapèutiques per a aquestes malalties.

Perspectivas de futuro de la titulación

Diversos indicadors suggereixen que el nombre d'estudiants que estarien interessats a seguir el programa de màster MorphoPHEN augmentarà durant els propers cinc anys. Aquests indicadors de sostenibilitat són:

1) Els ratolins representen més del 60% dels animals de laboratori utilitzats a Europa i és el model animal més important. La recent revolució en l'edició de gens, la tecnologia CRISPR-Cas9, també ha proporcionat un enfocament addicional i potent per dissenyar i produir models de ratolí amb la mateixa inserció de mutacions que es produeixen al genoma humà i que són responsables d'una proporció significativa de malalties humanes adquirides.
2) Durant la pandèmia de la COVID-19, els models de ratolí han demostrat la seva importància i el seu paper clau per desenvolupar nous tractaments contra el coronavirus. Això ha millorat percepció social cap a l'experimentació animal, malgrat els moviments animalistes presents a Europa.
3) Els investigadors principals europeus que treballen en el camp de la biomedicina van ser enquestats a PRIME (Priorities in Mouse Functional Genomics), un projecte de coordinació europeu, i la majoria (80%) van indicar que van analitzar més de 100 ratolins/any en els seus laboratoris i que el 71% de les anàlisis morfològiques són realitzades per personal no especialitzat. A més, gairebé el 80% dels investigadors principals esperaven que el nombre de soques de ratolí i els animals analitzats per soca augmentarien durant els propers 5 anys.
4) El nombre d'alumnes que han assistit als Summer Courses de PATHBIO durant tres anys demostra la necessitat global d'aquest tipus de programació educatiu. Actualment, un total de 383 estudiants de 47 països (28 no europeus) han participat als cursos PATHBIO.
5) S'estima que uns 1.100 estudiants europeus per any estan potencialment interessats a assistir a un programa de màster sobre "Fenotipatge morfològic de models de malalties humanes".

Tres palabras clave

Ratolí, animal de laboratori, biomedicina

Idiomas de impartición de la titulación

Anglès 100%

Breve explicación de los convenios de colaboración con empresas e instituciones

No hay prácticas

Breve explicación del desarrollo de las prácticas (metodología, periodo, duración, evaluación, etc.)

No hay prácticas

2.3 Tabla de asignaturas comunes

Titulación origen	Código asignatura	Nombre asignatura	ECTS asignatura	Semestre asignatura

3. Anexo listado códigos ISCED

Código	(Ámbito de estudio) ISCED 2013
0111	Ciencias de la educación
0112	Formación de docentes de enseñanza infantil
0113	Formación de docentes de enseñanza primaria
0114	Formación de docentes de educación secundaria y formación profesional
0119	Educación (otros estudios)
0211	Técnicas audiovisuales y medios de comunicación
0212	Diseño de moda e interiorismo
0213	Bellas artes
0214	Conservación, restauración y artesanía
0215	Música y artes del espectáculo
0219	Artes (otros estudios)
0221	Religión y teología
0222	Historia y arqueología
0223	Filosofía y ética
0229	Humanidades (otros estudios)
0231	Aprendizaje de segundas lenguas
0232	Literatura y lingüística
0239	Lenguas (otros estudios)
0311	Economía
0312	Ciencias políticas

0313	Psicología
0314	Sociología, antropología y geografía social y cultural
0319	Ciencias sociales y del comportamiento (otros estudios)
0321	Periodismo y comunicación
0322	Biblioteconomía, documentación y archivos
0411	Contabilidad y gestión de impuestos
0412	Finanzas, banca y seguros
0413	Dirección y administración
0414	Marketing y publicidad
0416	Ventas al por mayor y al por menor
0419	Negocios y administración (otros estudios)
0421	Derecho
0511	Biología
0512	Bioquímica
0519	Ciencias de la vida (otros estudios)
0521	Ciencias del medio ambiente
0522	Entornos naturales y vida silvestre
0531	Química
0532	Ciencias de la Tierra
0533	Física
0539	Ciencias químicas, físicas y geológicas (otros estudios)
0541	Matemáticas
0542	Estadística
0549	Matemáticas y estadística (otros estudios)
0612	Diseño y administración de bases de datos y redes
0613	Desarrollo y análisis de aplicaciones y de software
0619	Tecnologías de la información y las comunicaciones (otros estudios)
0711	Ingeniería y procesos químicos
0712	Control y tecnología medioambiental
0713	Electricidad y energía
0714	Electrónica y automática
0715	Maquinaria y metalurgia
0716	Vehículos de motor, barcos y aeronaves
0719	Ingeniería y profesiones afines (otros estudios)
0721	Industria de la alimentación
0722	Industrias de otros materiales (madera, papel, plástico, vidrio)
0723	Industria textil, confección, del calzado y piel
0724	Minería y extracción
0729	Industria manufacturera y producción (otros estudios)
0731	Arquitectura y urbanismo
0732	Ingeniería civil y de la edificación
0739	Arquitectura y construcción (otros estudios)
0811	Producción agrícola y explotación ganadera
0812	Horticultura y jardinería
0819	Agricultura y ganadería (otros estudios)
0821	Silvicultura
0831	Pesca
0841	Veterinaria
0911	Odontología
0912	Medicina
0913	Enfermería
0914	Tecnología de diagnóstico y tratamiento médico
0915	Terapia y rehabilitación

0916	**Farmacia**
0919	**Salud (otros estudios)**
0923	**Trabajo social y orientación**
1013	**Hostelería**
1014	**Actividades físicas y deportivas**
1015	**Viajes, turismo y ocio**
1022	**Salud y seguridad laboral**
1031	**Enseñanza militar**
1032	**Protección de la propiedad y las personas**
1041	**Servicios de transporte**