

ACREDITACIÓN DEL MÁSTER UNIVERSITARIO EN BIOINFORMÁTICA
PARA CIENCIAS DE LA SALUD

Dimensión adicional de interacción entre la investigación y la docencia

Coordinadora del máster: Nuria Boada Centeno

ÍNDICE

A. PROGRAMA FORMATIVO

1) Orientación y enfoque del programa formativo	3
2) Dedicación del profesorado con fuerte vinculación con la investigación	7

B. POTENCIALIDAD, INTENSIDAD Y CALIDAD DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA DEL PROFESORADO

1) Estructura y perfil del profesorado	8
2) Proyectos de investigación	9
3) Resultados de investigación	9
4) Transferencia de conocimiento e innovación	10
5) Premios y distinciones por méritos en la I + D + i	10

A. PROGRAMA FORMATIVO

El programa formativo del máster en Investigación Bioinformática para Ciencias de la Salud tiene como uno de sus objetivos principales la formación de investigadores en el ámbito de la bioinformática y por tanto, la adquisición de competencias que permitan al estudiante desenvolverse en el entorno de grupos competitivos en investigación. El estudiante egresado del máster apunta principalmente a grupos que realizan su actividad investigadora tanto básica como aplicada en entornos académicos (como universidades y centros de investigación) o asistenciales (unidades de investigación en hospitales y centros clínicos). En estos contextos, el perfil más frecuente es el del estudiante que habiendo finalizado el máster se incorpora a un programa de doctorado. Asimismo, el estudiante egresado de este máster puede optar a puestos de técnico bioinformático en entornos de empresas farmacéuticas, de biotecnología o bioinformáticas.

Desarrollaremos los apartados referentes al programa formativo partiendo de la memoria de máster presentada este curso 2014-15 para su acreditación. Esta memoria mantiene esencialmente los objetivos formativos y competenciales originales de ediciones previas del máster, pero dado que ha sido actualizada y mejorada, recoge la visión más reciente del estado de la cuestión en cuanto a contenidos, objetivos, competencias y metodologías.

1) Orientación y enfoque del programa formativo

a) Orientación del currículum formativo

El currículum formativo del máster está orientado a la formación de investigadores y profesionales en el ámbito de la Bioinformática con especial énfasis en su vertiente biomédica. Por tanto, tiene una doble orientación:

- i) la académica, que persigue formar investigadores con conocimientos y habilidades orientados al desarrollo de nuevas estrategias computacionales y de sistemas informáticos de utilidad en la investigación biomédica, y
- ii) la profesionalizadora, pensada para formar especialistas que se incorporen al sector biomédico, capaces de soluciones bioinformáticas en la gestión de la enorme cantidad de datos de interés biomédico que se generan en la actualidad en los ámbitos experimental, clínico y epidemiológico.

En el primer curso la mayoría de asignaturas son optativas para favorecer un currículum personalizado, dependiendo de la formación y de los intereses futuros del estudiante, que puede elegir entre asignaturas relativas a los distintos ámbitos de la bioinformática (bioinformática genómica, bioinformática estructural, biología de sistemas, farmacoinformática e informática médica), así como entre asignaturas transversales de interés general, relacionadas con los algoritmos y la programación, la gestión, el análisis y la minería de datos.

En segundo curso los estudiantes adquieren nociones de bioética y buenas prácticas científicas, así como de diseño, gestión y explotación de proyectos, y se introducen de manera intensiva en la investigación bioinformática, llevando a cabo su proyecto de fin de máster.

Los detalles sobre contenidos, objetivos, competencias y resultados de aprendizaje, metodología docente y sistemas de evaluación se describen en la memoria del título, por tanto aquí presentaremos un breve resumen de las características más relevantes a la relación docencia-investigación:

- i) En el primer año, las asignaturas están planteadas de manera que con un mínimo de clases magistrales, el estudiante desarrolle la capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y

herramientas computacionales necesarias en la práctica de la bioinformática, mediante clases prácticas y la realización de proyectos de investigación. Así, durante el primer año el estudiante acumula experiencia en la realización de trabajos en grupo en los que las habilidades de investigación tienen un papel central. En el segundo curso, el estudiante cursa dos asignaturas obligatorias, una enfocada a la adquisición de un buen código de prácticas científicas y otra dedicada a proveer de las herramientas necesarias para el emprendimiento profesional. De esta manera el estudiante adquiere competencias transversales básicas en el ámbito de la investigación y de la empresa.

ii) En el segundo curso del máster las prácticas de investigación y el TFM tienen un peso importante (40 ECTS). Consideramos fundamental la inmersión del estudiante en el entorno real de un grupo de investigación o empresa y que ahí lleve a cabo un proyecto original. En nuestra experiencia, ésta es la culminación de todo lo aprendido en el primer curso y lo que, en gran medida, capacita al estudiante para los siguientes pasos que dará al terminar el máster. Así, en muchos casos el máster juega un papel clave como puente entre el grado y el doctorado. Por ello incidimos a fondo en que el estudiante se habitúe a entender la investigación como un desarrollo intelectual y aplicado que conduce a resolver una pregunta de interés científico. Por qué una pregunta es importante, cómo se plantea y se planifica su estudio y se aborda computacionalmente, cómo se describen e interpretan los resultados de una investigación, cómo funciona un equipo de trabajo, son todos aspectos clave que capacitan al estudiante para seguir con un doctorado con éxito, si esa es su decisión. Dada la importancia de este proceso éste está supervisado por el director del TFM donde se integra el estudiante y por el coordinador del máster que tiene abiertos canales de comunicación permanentes con el estudiante (teléfono, e-mail, presencial).

La evaluación del TFM que se lleva a cabo en el máster de Bioinformática está diseñada para dar la oportunidad al estudiante de tener su primera experiencia en el proceso de publicación de los resultados en una revista científica. A tal efecto, como parte de la evaluación el estudiante presenta su proyecto final de máster como un artículo científico para ser enviado a la revista *Bioinformatics* y sigue un proceso interno de revisión por pares similar al que seguiría si hubiese sido realmente enviado a la revista. La calidad científica del proyecto es evaluada por al menos dos expertos en el tema que, previamente, han sido sugeridos por el supervisor del proyecto. Así, los revisores ponen objeciones y sugieren modificaciones al primer manuscrito, que el estudiante ha de resolver y argumentar en la versión final del artículo. En nuestra experiencia, este procedimiento fomenta que una vez terminado el máster un porcentaje significativo de los estudiantes publiquen realmente sus trabajos en revistas científicas.

Creemos que la formación recibida en el segundo año es clave para que el estudiante conozca sus capacidades y limitaciones y tenga elementos de juicio suficientes para discernir si quiere continuar con un doctorado o iniciar una carrera profesional.

Como evidencias se aportan los syllabus de las asignaturas del máster (**evidencia BIOINFO_A1.1:** <http://www.upf.edu/bioinformatics/syllabus/>) y el apartado de la web en el que hemos empezado a recoger la publicación de artículos científicos de los trabajos finales de máster de nuestros estudiantes (**evidencia BIOINFO_A1.2:** http://www.upf.edu/bioinformatics/master_thesis/master_publications/) .

b) Actualización de los contenidos docentes

i) Asignaturas obligatorias y optativas

Todas las asignaturas del máster se imparten en inglés, el idioma vehicular en investigación bioinformática, y combinan clases magistrales, clases prácticas, la realización de ejercicios y de proyectos de investigación de duración adaptada al contenido de la asignatura (5 ECTS en el primer curso).

La actualización de las clases magistrales, dado su carácter avanzado, y las actividades formativas de aprendizaje basado en la realización de proyectos se revisan cada curso por los coordinadores de asignatura. Se atiende a criterios de progreso científico en las áreas de interés del máster. Por el mismo carácter de las materias que se enseñan, las asignaturas incorporan en las sesiones prácticas las últimas versiones disponibles de los programas informáticos, servidores web y bases de datos que se utilizan. Por su parte, los proyectos en los que trabajan los estudiantes involucran la mayor parte de las veces el uso de las mismas bases de datos que los profesores utilizan en su labor de investigación, lo cual proporciona al estudiante un conocimiento realmente actualizado del estado de la cuestión.

Como evidencia representativa, se indica la evolución de los artículos científicos utilizados para la actualización de las clases magistrales de la asignatura “*Structural Bioinformatics*” ([evidencia BIOINFO A1.3](#)).

ii) Trabajos de fin de máster y su relación con temáticas investigadoras de los grupos de investigación.

En el caso de los TFM, es obvio que cada curso son totalmente originales ya que se basan enteramente en resultados que el estudiante obtendrá a lo largo de un proyecto de investigación adscrito a las líneas de investigación de un grupo activo. Todos los grupos participantes que acogen estudiantes para las estancias de investigación y el TFM, están liderados por investigadores reconocidos y son competitivos en obtención de financiación externa, publicaciones y actividad formativa (experiencia en dirección de tesis y TFM).

Como evidencias representativas, se indican los títulos de los TFM realizados en los cursos 2012-13 y 2013-14 ([evidencia BIOINFO A1.4](#)). Asimismo se aportan las direcciones web de los grupos de investigación y empresas en los que los estudiantes han realizado los TFM en los cursos 2012-2013 y 2013-2014 ([evidencia BIOINFO A1.5](#)). En ellas se puede comprobar que todos los grupos son activos y con productividad investigadora. En cuanto al profesorado del Departamento implicado en docencia y dirección de TFM, sus datos de trayectoria científica se describen en detalle en la **Sección B “Potencialidad, intensidad y calidad de la actividad investigadora del profesorado”**.

c) Participación de los estudiantes en la búsqueda de los grupos de investigación

A partir del segundo trimestre del primer curso los estudiantes disponen de un portafolio de potenciales proyectos para realizar las prácticas de investigación y el TFM. La oferta de dicho portafolio excede en mucho el número de estudiantes. Por ejemplo, el portafolio para el curso 2013-2014 constaba de 90 posibles proyectos para 29 estudiantes. Este portafolio incluye grupos de investigación de la UPF y la UB, así como de otras universidades, centros de investigación, hospitales y empresas, tanto nacionales como extranjeros. Para cada proyecto el portafolio incluye los datos de contacto del grupo de investigación o empresa, un breve resumen del proyecto con bibliografía, los conocimientos y competencias que se requieren para realizarlo y si existe posibilidad de financiación.

Partiendo del portafolio, el estudiante es proactivo en el proceso de selección del proyecto. Generalmente es un proceso iterativo, en el que el estudiante en un primer momento selecciona un subconjunto de proyectos de su interés y va perfilando su elección, contactando con los grupos e interesándose por los detalles de cada proyecto. A finales de mayo el estudiante ha de decidir cuál será su proyecto de investigación, después de haber obtenido la aceptación por parte del grupo de investigación que le acogerá, lo que habitualmente implica una entrevista y la valoración de su CV.

El portafolio es la herramienta básica para la elección de las prácticas de investigación y el TFM, pero no la única. Los estudiantes pueden también plantear la posibilidad de incorporarse a un grupo de investigación que no esté en el portafolio. En estos casos, el estudiante ha de presentar un resumen del proyecto previsto que será evaluado por la coordinación académica del máster para determinar su idoneidad en función de los objetivos del mismo y calidad investigadora del grupo.

La coordinación del máster sigue de cerca este proceso, asesorando al estudiante en la selección de los grupos más afines y valorando cuál puede ser el más adecuado a su perfil e intereses futuros, llevando a cabo tantas sesiones de tutoría como sean necesarias.

Como evidencia se aporta el portafolio de potenciales proyectos para el curso 2013-14 ([evidencia BIOINFO A1.6](#))

d) Continuidad de los estudios: de máster a doctorado

El máster tiene una doble orientación: de investigación y profesional. El máster no dispone hasta el momento de encuestas de inserción laboral y salidas profesionales. Los datos que se mencionan a continuación están extraídos del análisis de los perfiles del grupo LinkedIn del máster al que se invita a participar a todos los estudiantes del máster (https://www.linkedin.com/groups?home=&gid=1980864&trk=anet_ug_hm) y de los contactos personales que la coordinación del máster mantiene con los egresados. De este modo podemos estimar el perfil profesional del 81% al 91% de los egresados, dependiendo de la promoción.

Un 64% de los egresados de las últimas tres promociones de los que disponemos de datos, está realizando un doctorado y el 36% se han incorporado al mercado laboral. De estos últimos, el 89% está en un ámbito relacionado con los estudios del máster. Estos datos muestran la validez de las dos orientaciones del máster, con una mayor proporción de estudiantes que se orientan a la investigación.

Como evidencia, se muestra los datos de las tres últimas promociones (2010-2012, 2011-2013 y 2012-2014) en las que se ha eliminado el nombre del estudiante para preservar su privacidad ([evidencia BIOINFO A1.7](#)).

e) Organización de actividades extracurriculares relacionadas con la I + D + i

El máster no incorpora actividades extracurriculares en el plan de estudios. No obstante, a iniciativa propia del estudiante y con el apoyo de la coordinación del máster, algunos estudiantes realizan estancias de investigación de corta duración a lo largo del primer curso o en el verano en diferentes centros de investigación o empresas. Cabe destacar que algunos de ellos han sido galardonados con las becas Santander CRUE-CEPYME.

f) Capacidad de atracción de estudiantes

El promedio de solicitudes de inscripción y número de aceptados a lo largo del histórico del máster es de 2,5 solicitantes por plaza.

El máster atrae a una proporción notable de estudiantes de diversas universidades de Catalunya (34,5%), y proporciones más bajas de estudiantes de la propia UPF (17%). Cabe destacar que casi la mitad de estudiantes provienen de universidades españolas de fuera de Catalunya (27,6%) y de universidades extranjeras (20,7%). Creemos que este dato se puede valorar de forma muy positiva, ya que indica una buena diseminación del máster. Teniendo en cuenta que se trata de un máster de 2 años, algo inusual hasta ahora en el sistema universitario español, valoramos muy positivamente la capacidad de atracción de estudiantes nacionales. Creemos que en parte se debe a que la oferta de másteres de bioinformática en España es pequeña y nosotros fuimos el primer máster del sistema universitario español en este ámbito y gozamos de una buena reputación. Los datos de internacionalización muestran que somos capaces de competir con la diversidad de másteres europeos y norteamericanos que existen. Estos datos se han incluido en el **autoinforme** del Centro

2) Dedicación del profesorado con fuerte vinculación con la investigación

Este aspecto se integra en el análisis de potencialidad investigadora del profesorado que se detalla exhaustivamente en la **Sección B “Potencialidad, intensidad y calidad de la actividad investigadora del profesorado”**. El máster cuenta con 19 profesores coordinadores de asignaturas, 6 profesores (UPF/UB) que participan en docencia regularmente, y más de una decena de profesores colaboradores de centros adscritos y conferenciantes invitados. Además cada año, más de veinte investigadores (profesores de la UPF/UB, de otras universidades e investigadores de centros, todos con categoría de doctor) participan en la dirección de trabajos de fin de máster (TFM). La mayor parte de la docencia (81,3%) es impartida por los coordinadores de asignatura y profesorado habitual del master (UPF/UB), y el 18,6% restante por profesorado de reciente incorporación, colaboradores de centros adscritos y conferenciantes invitados.

Los indicadores de los coordinadores de asignaturas del máster (17 profesores) muestran una participación muy destacable en cuanto a dirección de tesis doctorales (un total de 113 tesis dirigidas con un promedio de 7,1 tesis por profesor, y un promedio de 3,6 tesis en marcha), dirección de TFM (un total de 69 TFM con un promedio de 4,3 TFM por profesor desde el curso 2006-07 en el que comenzaron los másteres universitarios), y dirección de TFG (un total de 23 TFG con un promedio de 1,6 TFG por profesor desde el curso 2011-12 en el que comenzaron los grados con TFG). En este análisis no se han tenido en cuenta los coordinadores de la asignatura “Diseño y gestión de proyectos de investigación” que pertenecen al Servicio de Emprendeduría de la Universidad de Vic y por tanto, su curriculum tiene una orientación más profesional.

Estas cifras son comparables entre el profesorado (UPF/UB) que no es coordinador de asignaturas del máster, pero participa habitualmente en su docencia: un promedio de 5,7 tesis doctorales dirigidas por profesor y 3,7 tesis en progreso, 4,2 TFM y 2,3 TFG dirigidos por profesor.

Esta intensa actividad formativa de estudiantes en investigación es lógicamente complementaria a la labor docente en las asignaturas de grado y máster en las que participan. En este sentido, el profesorado del máster perteneciente al DCEXS-UPF y a la UB ha atendido diversos cursos formativos en docencia y actividad investigadora, con un promedio de más de 4 cursos por profesor. Finalmente, la integración entre actividad docente e investigadora del profesorado del máster está avalada por una muy destacable competitividad científica, que se desglosa en la **Sección B**.

3) Acceso y uso de infraestructuras de investigación en las titulaciones

El acceso a infraestructuras de investigación es evidente durante la realización de las prácticas de investigación y el TFM. Los estudiantes del máster en los distintos centros disponen de los mismos derechos de uso y acceso que los de un estudiante de doctorado, y los grupos de investigación donde realizan sus prácticas proporcionan el equipamiento informático (hardware y software) y la potencia de cálculo necesarios para el proyecto que llevan a cabo. Asimismo, durante el periodo de prácticas y TFM los estudiantes disponen de los permisos de acceso (tarjeta de identificación y acceso) habituales a los residentes del centro.

B. POTENCIALIDAD, INTENSIDAD Y CALIDAD DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA DEL PROFESORADO.

Los datos y evidencias referidos en esta sección corresponden a los coordinadores de las asignaturas y profesorado habitual del máster que pertenecen tanto a la UPF como a la UB, que incluye 17 de 19 coordinadores y 6 profesores habituales, que acumulan el 81,3 % de las horas de docencia del máster. No se incluye en este análisis los dos profesores coordinadores de la asignatura “Diseño y gestión de proyectos de investigación” que pertenecen al Servicio de Emprendeduría de la Universidad de Vic por su orientación profesionalizadora, ni los profesores de reciente incorporación o los investigadores que participan como colaboradores o conferenciantes invitados.

Creemos que la muestra de profesorado cuyo análisis realizaremos a continuación constituye el núcleo de profesorado y ejemplifica adecuadamente la potencialidad, intensidad y calidad de la actividad investigadora del profesorado del máster.

Como evidencias se adjuntan los siguientes indicadores para el profesorado analizado:

- i) los datos de categoría, dedicación, tramos de docencia e investigación ([evidencia BIOINFO B1](#))
- ii) los indicadores más relevantes de la actividad investigadora y de transferencia de tecnología ([evidencia BIOINFO B2](#)) y
- iii) los premios recibidos ([evidencia BIOINFO B5](#))
- iv) los CV ([evidencia BIOINFO_B0](#)),

1) Estructura y perfil del profesorado

a) *Categoría, dedicación y sexenios*

El 70% del profesorado que coordina las asignaturas del máster tiene vinculación a tiempo completo en la UPF o en la UB como profesor de plantilla: 5 son catedráticos de universidad, 3 son titulares de universidad, 3 son profesores agregados y 1 es profesor contratado doctor. Entre los coordinadores con vinculación a tiempo parcial, hay 1 profesor visitante y 4 profesores asociados que son profesores de investigación ICREA ([evidencia BIOINFO B1](#)).

Todos los coordinadores a tiempo completo mantienen sexenios vivos (cuyas siguientes evaluaciones serán entre el 2015 y 2020), con un promedio de 3,3 sexenios de investigación estatales y 3,2 sexenios autonómicos. Estas cifras son similares entre el profesorado que imparte docencia de manera habitual en las asignaturas (3 sexenios estatales y 3 sexenios autonómicos, respectivamente) ([evidencia BIOINFO B1](#)).

b) Índice h

El equipo docente muestra un elevado índice h, de 23,3 para los coordinadores de asignaturas (con un intervalo desde 12 hasta 39), y de 29 para el profesorado habitual (intervalo desde 10 hasta 58) ([evidencia BIOINFO B2](#)).

2) Proyectos de investigación

a) Profesorado perteneciente a grupos SGR

La práctica totalidad del profesorado implicado en el máster pertenece a grupos con reconocimiento SGR. Todos los coordinadores y profesorado habitual de la UPF están integrados en grupos SGR (Grupos de Investigación Consolidados) en la convocatoria del 2014, excepto el profesor Jordi Camí, quien actualmente desarrolla una intensa actividad de gestión como director del Parque de Investigación Biomédica de Barcelona (PRBB) y de la Fundación Pasqual Maragall ([evidencia BIOINFO B2](#))

b) Profesorado implicado como investigador principal (IP) en proyectos de investigación competitivos

La inmensa mayoría de los profesores coordinadores de asignatura y docentes habituales son IP con financiación competitiva. El profesorado coordinador de asignaturas del máster ha liderado como IP un total de 118 proyectos competitivos estatales (con un promedio de 7,4 proyectos por profesor), 46 proyectos internacionales y 42 proyectos regionales ([evidencia BIOINFO B2](#)). Estas son cifras muy destacables considerando que el promedio de trayectoria como IP independiente tras la etapa postdoctoral es de menos de 15 años por profesor. Los datos de dirección de proyectos competitivos entre el profesorado habitual son también altas, con 22 proyectos estatales (promedio de 3,7 proyectos liderados por profesor), 8 internacionales y 6 regionales tras un promedio de 10 años de actividad como IP por profesor ([evidencia BIOINFO B2](#)).

c) Profesorado implicado (no IP) en proyectos de investigación competitivos

Además de su participación liderando proyectos de investigación competitivos, el profesorado coordinador del máster colabora en un número apreciable de proyectos competitivos: 65 nacionales, 33 internacionales y 30 regionales. Lo mismo ocurre en caso del profesorado habitual: 41 nacionales, 24 internacionales y 20 regionales ([evidencia BIOINFO B2](#)).

d) % de profesorado implicado en proyectos de investigación no competitivos

Casi la mitad de los profesores coordinadores de asignaturas y docentes habituales han participado también en 50 proyectos no competitivos ([evidencia BIOINFO B2](#)).

3) Resultados de investigación

a) Publicaciones en revistas científicas indexadas (JCR/SJR)

La producción científica del profesorado del máster es muy destacable, con un promedio de 59,3 publicaciones en 1er cuartil por profesor entre los coordinadores (desde 15 hasta 125 publicaciones por profesor individual) y una media de 67,0 publicaciones de 1er cuartil por profesor entre los profesores habituales. Las publicaciones en 2º cuartil son de un promedio de

17,5 por profesor entre los coordinadores de asignatura y de 10,5 entre los docentes habituales. Asimismo son muy destacables los datos de citación (Thomson Reuters Web of Science), con un promedio de 4314 citas por profesor entre los coordinadores de asignaturas y 7885 entre el profesorado habitual ([evidencia BIOINFO B2](#))

4) Transferencia de conocimiento e innovación

El conjunto de profesorado del máster cuenta con una actividad notable de transferencia de conocimiento e innovación: ha participado en 72 contratos con empresas y tiene 8 patentes registradas ([evidencia BIOINFO B2](#)). Roderic Guigó estuvo involucrado en la spin-off Bioalma en 2001 y Gianni de Fabritis es el co-fundador de la compañía tecnológica [Acellera](#).

Cabe destacar que 8 de los coordinadores del máster forman parte del Programa de Investigación en Informática Biomédica (GRIB), que está reconocido como centro [TECNIO](#) (sello que identifica a los centros tecnológicos y grupos universitarios expertos en investigación industrial y transferencia tecnológica en Cataluña). Además, el GRIB, junto Farmaindustria, coordina la [Plataforma Tecnológica Española de Medicamentos Innovadores](#) (PTEMI)

5) Premios y distinciones por méritos en I+D+i

El profesorado del máster cuenta con un notable reconocimiento por diversas agencias y organismos otorgado por méritos científicos y docentes. En la [evidencia BIOINFO B5](#) se incluye una relación de los mismos, pero destacamos aquí los siguientes: premio EMBO Jóvenes Investigadores al profesor Tomas Marques; premio nacional al talento joven por la calidad y excelencia en la investigación a la profesora Nuria López-Bigas; TOYP Prize al profesor Arcadi Navarro; distinción ICREA Acadèmia a los profesores Francesc Calafell, David Comas y Gianni de Fabritis; medalla Narcís Monturiol al profesor Jordi Camí; premio Ciudad de Barcelona a la investigación científica a la profesora Marta Cascante y al profesor Roderic Guigó.