

# EL PROYECTO FORCES

El fomento de la  
investigación en  
Bachillerato desde la  
Universidad de Barcelona

Lluís Casas Sala  
Rosa Giralt Donato  
(Coords.)

Título: *El proyecto FORCES. El fomento de la investigación en Bachillerato desde la Universidad de Barcelona*

### CONSEJO DE REDACCIÓN

*Directora:* Teresa Pagès Costas (jefa de la Sección de Universidad, IDP-ICE. Facultad de Biología)

*Coordinadora:* Anna Forés Miravalles (Facultad de Educación)

*Consejo de Redacción:* Dirección del IDP-ICE; Antoni Sans Martín, IDP-ICE; Mercè Gracenea Zugarramurdi, Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación; Jaume Fernández Borràs, Facultad de Biología; Francesc Martínez Olmo, Facultad de Educación; Max Turull Rubinat, Facultad de Derecho; Silvia Argudo Plans, Facultad de Biblioteconomía y Documentación; Xavier Pastor Durán, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud; Roser Masip Boladeras, Facultad de Bellas Artes; Rosa Sayós Santigosa, IDP-ICE; Pilar Aparicio Chueca, Facultad de Economía y Empresa; M. Teresa Icart Isern, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud (Escuela de Enfermería); Juan Antonio Amador, Facultad de Psicología; Eva González Fernández, IDP-ICE (secretaria técnica) y el equipo de Redacción de la Editorial OCTAEDRO.

Primera edición: junio de 2021

Recepción del original: 26/02/2020

Aceptación: 26/01/2021

© Lluís Casas Sala, Rosa Giralt Donato (coords.)

© IDP/ICE, UB y Ediciones OCTAEDRO, S.L.

Ediciones OCTAEDRO

Bailèn, 5, pral. - 08010 Barcelona

Tel.: 93 246 40 02

[www.octaedro.com](http://www.octaedro.com) - [octaedro@octaedro.com](mailto:octaedro@octaedro.com)

IDP/ICE, Universitat de Barcelona

Campus Mundet - 08035 Barcelona

Tel.: 93 403 51 75

La reproducción total o parcial de esta obra solo es posible de manera gratuita e indicando la referencia de los titulares propietarios del *copyright*: IDP/ICE, UB, y Octaedro.

ISBN: 978-84-18819-29-2

Diseño y producción: Servicios Gráficos Octaedro

## AUTORÍA

Lluís Casas Sala (coord.)	Maria del Pilar Menoyo Díaz
Rosa Giralt Donato (coord.)	Eva Piquero Muñoz
Telm Bover-Arnal	Elisabet Playà Pous
Irene Cantarero Abad	Núria Rajadell Puiggròs
Lluís Casas Sala	Montserrat Sadurní Ventura
Xavier Espluga Corbalán	Iñaki Salas Farrera
Joan Esteve i Pujol	Anna Sánchez Vidal
Víctor Fernández Dueñas	Marta Sandoval Puig
Rosa Giralt Donato	Albert Santasusagna Riu
Núria González Floriano	David Tella Ruiz
William P. de Haan	Anna Travé Herrero
Jordi Ibáñez Insa	Marina Travé Ferrer
Úrsula Llaosa Laguna	Max Turull Rubinat
Carlos López Somoza	Antonio Viayna Gaza
F. Javier Luque Garriga	Guillem Viñolas Zafra
Esther Mas Martí	Eduard Vives Santa-Eulàlia

---

*Nota:* Con el objetivo de avanzar hacia la igualdad efectiva de mujeres y hombres, en los contenidos prevalece el lenguaje inclusivo sobre los textos repetitivos o repletos de desdoblamientos de género.

# ÍNDICE

Introducción.....	6
El trabajo de investigación en Bachillerato.....	8
¿Por qué es importante el trabajo de investigación en Bachillerato?.....	11
La investigación como ejercicio de ciudadanía: modelos de investigación.....	15
El perfil y el rol de tutor UB.....	20
<b>I. EXPERIENCIAS DE TUTORIZACIÓN DE PROFESORADO DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DE BACHILLERATO</b>	
Los mitos clásicos: usos en la literatura y las artes (2017-2020).....	24
Trabajos de asesoramiento en física experimental.....	28
Fármacos activados con luz para el tratamiento de enfermedades neurológicas y el dolor.....	30
La geología del día a día al alcance del trabajo de investigación.....	32
El acompañamiento en la crianza de los 0 a los 3 años.....	35
Virus del papiloma humano: cancerígeno o no cancerígeno. ¿Lo estudiamos?.....	38
La sostenibilidad urbana como objeto de investigación en Bachillerato: la oportunidad del proyecto FORCES.....	40
Análisis de la biodiversidad de invertebrados.....	43
La vitamina C: una dosis de fragilidad.....	45
<i>Labquakes</i> : estudio de terremotos en el laboratorio.....	47
<b>II. EXPERIENCIAS DE TUTORIZACIÓN DE PROFESORADO DE BACHILLERATO</b>	
Ruptura y estiramiento de una molécula de ADN con pinzas ópticas.....	51

Análisis de la biodiversidad de invertebrados.....	53
La vitamina C: una dosis de fragilidad.....	56

### **III. EXPERIENCIAS DE ALUMNADO TUTORIZADO POR PROFESORADO UB**

Análisis de la biodiversidad de invertebrados.....	58
Ruptura y estiramiento de una molécula de ADN con pinzas ópticas.....	60
La vitamina C: una dosis de fragilidad.....	62
El proyecto FORCES en datos.....	64
Bibliografía comentada sobre el trabajo de investigación.....	67
Conclusiones.....	72
Anexo. Listado de propuestas por ámbito y edición.....	76

## INTRODUCCIÓN

En el año 2016 la sección de Infantil, Primaria, Secundaria y FP del IDP/ICE de la Universidad de Barcelona puso en marcha el proyecto FORCES (Fomento de la Investigación en Centros de Secundaria). Se trataba de que profesorado e investigadores de la UB cotutorizaran trabajos de investigación de estudiantes de Bachillerato. Este trabajo es obligatorio en el currículo de los alumnos de Bachillerato de Cataluña.

Cinco años después resulta conveniente llevar a cabo una primera valoración a fin de ajustar lo que parezca necesario. Hemos invitado a todos los actores que han formado parte del proyecto: estudiantes de Bachillerato que participaron en alguna de las ediciones de FORCES y que ahora están en la universidad, profesores/tutores de centros e institutos de Secundaria que también han participado, profesores de la UB que se han querido involucrar dirigiendo y tutorizando trabajos, y personal del IDP-ICE que gestiona el proyecto.

FORCES, al igual que su programa hermano ARGÓ, de la UAB, nacido en el curso 2003-2004, es algo poliédrico en sus objetivos y su alcance. Por un lado, es un proyecto que fomenta la transferencia de conocimiento y del saber hacer desde la universidad hacia la sociedad; en este caso concreto, hacia los centros de Secundaria. El proyecto, que se convierte en una especie de eslabón entre la Secundaria y la universidad, también contribuye a mejorar la transición de los estudiantes de un ámbito a otro. Existe igualmente una dimensión docente desde el momento en que el profesorado UB tutoriza y conduce la tarea del estudiante de Bachillerato. E incluso puede tener un componente de investigación en función tanto del tipo de trabajo que se tutoriza como por la necesidad de reflexionar sobre la propia investigación que realizan los investigadores de la UB. Tampoco es ajena al proyecto la finalidad de captación de estudiantes y de talento estudiantil en un contexto de cierta competencia entre los centros universitarios para captar alumnos y buenos alumnos.

Por tanto, a pesar de que FORCES todavía es un proyecto joven, resultaba justificado llevar a cabo una primera valoración en cuanto a su

funcionamiento, satisfacción de las partes implicadas y orientación, y todo ello poniendo FORCES en el contexto en que se desarrolla. Por ello queremos mostrar en esta publicación los puntos de vista de las personas implicadas en el proyecto: docentes de la UB, tutores de Bachillerato de trabajos de investigación y alumnado que ha realizado el trabajo de investigación participando en el proyecto.

Un primer apartado describe el marco académico y normativo del trabajo de investigación en Bachillerato en Cataluña. A continuación, se muestran las distintas modalidades de investigación que pueden desarrollarse a partir de la realización del trabajo de investigación (TDI). Se reflexiona, en un tercer apartado, sobre por qué es importante para el estudiante elaborar un buen TDI y luego sobre cuál es el papel del profesor UB en este proceso. Después sigue el bloque central con diez experiencias de tutorización de profesorado UB, tres de profesorado tutor de Bachillerato y tres más de estudiantes; en todos los casos se les pedía que describieran y valoraran su experiencia en FORCES. Ciertamente, una de las virtudes del cuaderno es mostrar la visión poliédrica del TDI. No hay que olvidar que en un mismo trabajo converge la visión y la práctica del estudiante, la del tutor UB y la del tutor de centro; esta simultaneidad, en los ejemplos mostrados, solo la hemos podido recoger en algún caso. Finalmente, aportamos algunos datos para comprender mejor la dimensión y el alcance del programa, unas conclusiones a partir de las contribuciones y los cinco años de funcionamiento de la experiencia y una bibliografía comentada sobre el TDI en Bachillerato.

No queremos dejar de agradecer las sugerencias que hemos recibido de los revisores de este volumen. Sus aportaciones han mejorado en muchos casos el contenido y la forma del texto.

## EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN BACHILLERATO

› **Rosa Giralt Donato**

› **Lluís Casas Sala**

Sección de Infantil, Primaria, Secundaria y Formación Profesional,  
IDP-ICE/UB

En los últimos años, la iniciación del alumnado en la investigación ha aumentado progresivamente en la Educación Secundaria Obligatoria y en la postobligatoria como metodología para el desarrollo del currículo.

El Decreto 187/201, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria, consolidó la realización del proyecto de investigación en cuarto de la ESO. Este constituye una oportunidad para iniciar al alumnado en el planteamiento de una hipótesis u objetivo a partir de la elaboración de buenas preguntas, planificar métodos de resolución, conectar información de varias fuentes y elaborar conclusiones argumentadas.

Al mismo tiempo, la progresiva consolidación de un modelo de desarrollo del currículo competencial ha contribuido a que sea cada vez más habitual esta metodología en las aulas. A todo ello se añaden el trabajo de síntesis que se realiza en 1.º, 2.º y 3.º de la ESO y el desarrollo de las materias curriculares de los distintos ámbitos con la orientación competencial mencionada. Todo este trabajo realizado durante la Secundaria Obligatoria sienta las bases para hacer posible el desarrollo de la investigación con mayor profundidad y con algunas de las competencias necesarias para llevarla a cabo ya alcanzadas.

De hecho, el Decreto 142/2008, de 15 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas de Bachillerato, ha consolidado la realización del trabajo de investigación como una herramienta para el logro de la competencia en investigación en esta etapa educativa, que se inicia en el primer curso para su posterior presentación en el segundo año.



Así, el trabajo de investigación es una actividad de investigación que debe realizar todo el alumnado de Bachillerato en consonancia con el nivel de estudios, y puede estar contextualizado dentro de una materia o ser planteado de forma interdisciplinar en un total de 70 horas y con un valor del 10 % en la calificación final de esta etapa educativa. La evaluación se realiza bajo indicadores que tienen en cuenta aspectos en el proceso de elaboración del trabajo como la metodología y actitud, la calidad formal y de contenido del trabajo en el informe escrito presentado y su exposición oral.

En cuanto a su aportación en el currículo del alumnado, la realización del trabajo de investigación posibilita la aplicación y contextualización de los aprendizajes, el desarrollo de competencias generales para la argumentación y la expresión, la realización de actividades de campo y de documentación bibliográfica, y la gestión y tratamiento de la información, así como la introducción en la práctica de las buenas preguntas y la formulación de hipótesis, el diseño y la planificación, la interpretación de la información y la elaboración de conclusiones.

En definitiva, la introducción del alumnado en la investigación en cualquiera de las etapas educativas, y expresamente en el Bachillerato, se convierte en una herramienta fundamental para estructurar el pensamiento y potenciar capacidades tan importantes como la autonomía personal en el proceso de aprendizaje. En este sentido, resulta fundamental la fase de preparación, en que se deberán tomar decisiones importantes, como la elección de una temática motivadora que deberá acotarse para hacerla posible y alcanzable, así como la selección y priorización de las fuentes de información accesibles que garanticen la viabilidad del trabajo.

En esta fase y en la de realización del trabajo de investigación, tiene un papel importante la figura del tutor de Bachillerato, ya que su orientación sobre las técnicas habituales de investigación y su supervisión permitirá ir regulando la tarea realizada por el alumnado, el uso adecuado de las fuentes de información o diseño de una estructura correcta para el trabajo y su presentación final.

A todos estos aspectos se añade la contribución del trabajo de investigación a la función propedéutica del Bachillerato, ya que esta etapa

debe procurar la adquisición de las técnicas y los procedimientos cognoscitivos necesarios para poderse adaptar adecuadamente al inicio de estudios posteriores, además de favorecer y potenciar las preferencias y capacidades del alumnado.

## ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN BACHILLERATO?

### › Max Turull Rubinat

IDP-ICE y Facultad de Derecho, UB

Como se ha dicho, la realización de un trabajo de investigación (TDI) en Bachillerato es una especificidad del sistema educativo de Cataluña. Más allá de la justificación legal, que tratamos en otro capítulo, el TDI es importante y relevante, a nivel formativo, por varios motivos. En esencia, porque se desarrollan un conjunto importante y plural de competencias y habilidades generales (o transversales) y porque se profundiza en un ámbito específico del conocimiento. Esto último no es irrelevante, pero quizás no es lo prioritario en el TDI.

No obstante, todos estos eventuales beneficios formativos dependerán muy estrechamente del cuidado y el interés que cada centro dispense en la realización de los TDI. Es determinante una buena y efectiva tutorización –lo que exige, a su vez, que los tutores estén bien formados– y también lo es la conciencia y la actitud del centro con todo el procedimiento académico. Muchos de estos beneficios pueden quedar en nada si el TDI no se elabora como es debido en las dimensiones que ahora veremos.

**Autonomía y aprendizaje autónomo.** La realización del TDI impulsa tanto la autonomía como el aprendizaje autónomo del estudiante. La autonomía como cualidad personal del individuo contraria a la dependencia, y el aprendizaje autónomo, que no es exactamente lo mismo, como medio privilegiado para acceder a un conocimiento de calidad y más profundo (y, por tanto, una construcción más sólida de conocimiento, que es uno de los objetivos esenciales del sistema educativo). Promover la autonomía y el aprendizaje autónomo no implica, sin embargo, abandonar al estudiante a su suerte, como un reto de supervivencia. Algunos docentes lo interpretan así, pero no se trata de eso. El estudiante es protagonista de su proceso de aprendizaje, e incluso lo dirige él mismo en cierta medida, pero el tutor le ha facilitado los ins-

trumentos y los recursos básicos necesarios para ello. La autonomía en la realización del TDI contempla, por ejemplo y entre otras cosas, la capacidad de planificación y programación. La autonomía, como la planteamos, es claramente un valor al alza en la sociedad actual, y también a nivel social, laboral y profesional.

**Metodología básica de investigación científica.** El objetivo prioritario del TDI, probablemente más que el resultado mismo y específico de la investigación, es la adquisición de la metodología de la investigación científica. Este es al mismo tiempo uno de los principales motivos de por qué es importante el TDI. Conocer y saber aplicar todos los pasos del proceso de investigación, desde la fijación del objetivo hasta la confección de la bibliografía, las conclusiones y el anexo, pasando por el uso intensivo del procesador de textos, es muy importante. Y lo es porque todas son habilidades que el estudiante se va a encontrar en su futura vida académica y también, muy probablemente y ni que sea indirectamente, en su futura vida laboral y profesional.

**Búsqueda crítica de fuentes de información.** En el contexto de la sociedad de la información ha adquirido mucha importancia la capacidad de acceder de forma crítica a las fuentes de información. Ante la avalancha de información que el estudiante encuentra en internet, es muy importante aprender a acceder a esta información y, sobre todo, ser capaz de discernir las fuentes solventes de las que no lo son. En definitiva, conocer el software específico de acceso a la información y capacidad crítica ante las fuentes.

**Lectura.** Muchos TDI exigen, en mayor o menor nivel, un esfuerzo de lectura, al menos de las fuentes de información. La lectura no es solamente un proceso mecánico; a menudo es el nexo (o la clave) entre la ignorancia y el conocimiento. Implica comprensión e inteligencia del texto, exige intencionalidad (puesto que en una lectura buscamos algo, respuestas a los interrogantes que nos hemos planteado), pide identificar las ideas principales y las secundarias, requiere ordenar y sistematizar la información obtenida. La lectura, en definitiva, exige, y a la vez promueve, concentración, esfuerzo y disciplina. Hace algunos años, o décadas, la lectura (y todo lo que la acompaña) era una habilidad más o menos ordinaria o natural entre los estudiantes de Bachillerato y universitarios. Desgraciadamente, no obstante, cada día

se convierte más en una rareza y en un elemento claramente distintivo, en positivo, en quien la posee.

**Expresión escrita y oral.** La escritura, como si fuera la otra cara de la moneda de la lectura, debería ser uno de los grandes valores formativos del TDI. La expresión escrita contempla tanto la ortografía, la sintaxis y el léxico como la construcción adecuada del discurso, los elementos esenciales de ortotipografía (uso de mayúsculas, de negrita, de cursiva, etc.) y los elementos de coherencia, cohesión, registro, puntuación, construcción de párrafos, etc. Pero tan importante o más que los aspectos, digamos, formales son el dominio y el uso de distintos géneros y tipologías textuales, el registro y el uso del lenguaje formal. La escritura, además, contribuye poderosamente a la planificación y ordenación de las ideas. No menos importante, y con criterios similares, es el valor formativo que representa la exposición oral del TDI: exige, para empezar, saber diseñar una buena presentación gráfica que cumpla los requisitos básicos de la buena comunicación y exige, evidentemente, practicar las reglas básicas de la oratoria. Y todo esto además de vencer el miedo o la timidez a realizar una exposición en público. Expresarse correctamente, por escrito y de forma oral, al menos en las dos lenguas oficiales se ha convertido, también, en un valor muy apreciado hoy en día en el mundo laboral y profesional.

**Resolución de problemas complejos.** Realizar el TDI entrena al estudiante en la resolución de problemas o situaciones complejas. Y esto desde dos puntos de vista: por el objetivo, el planteamiento o la materia específica de un TDI, que ya suele ir adherida a un cierto nivel de complejidad, así como por el procedimiento global de realización del trabajo, que implica necesariamente gestionar simultáneamente distintos frentes y manejar varias habilidades.

**Conciencia del plagio y la copia y formas de evitarlo.** La facilidad del acceso digital a la información ha provocado un incremento preocupante de la copia y el plagio. La realización del TDI es una muy buena ocasión para que el estudiante tome conciencia de la obligación de citar las fuentes de información utilizadas. Además de tomar conciencia del tema, con el TDI el estudiante debe aprender la mecánica de la citas y las referencias bibliográficas según los principales estándares.

**Otras habilidades y capacidades intelectuales.** Existe una serie de habilidades o capacidades intelectuales, transversales en todas las disciplinas, que el TDI también desarrolla. Por un lado, la capacidad de análisis y la capacidad de síntesis, que van más allá de las habilidades lingüísticas. En segundo lugar, la capacidad crítica y por extensión el pensamiento crítico como un nivel avanzado en la pirámide cognitiva y la construcción de conocimiento. En tercer lugar, la capacidad de distinguir lo importante de lo secundario, el contexto de lo específico, lo general de lo coyuntural, la profundidad de la superficialidad.

En definitiva, como se puede ver, elaborar bien el TDI y hacer un buen acompañamiento de todo el proceso por parte del tutor debería comportar beneficios importantes para el estudiante que tendrían que redundar en su formación personal y en su futuro tanto académico como profesional.

## LA INVESTIGACIÓN COMO EJERCICIO DE CIUDADANÍA: MODELOS DE INVESTIGACIÓN

### › Núria González Floriano

Fundació Solidaritat UB

El profesorado de Bachillerato, formado en disciplinas diversas, cada una con los métodos y técnicas propias de investigación, puede encontrar dificultades en la tutoría de trabajos de investigación alejadas de su campo de especialización. Los modelos de investigación buscan proporcionar un mapa de orientación común que ayude a dirigir las inquietudes del alumnado hacia proyectos de investigación a su alcance.

En primer lugar, se debe aclarar qué consideramos investigación, y en este sentido los criterios de evaluación del currículo reglado recogido en el Decreto 142/2008, de 15 de julio, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas de Bachillerato, nos dan la clave:

Seleccionar correctamente las fuentes de información, mostrando capacidad para acceder a fuentes diversificadas y contrastadas, gestionar la información y aplicar **de forma rigurosa, crítica y objetiva métodos de análisis e interpretación de los datos.**

Así, un trabajo de Bachillerato no será *de investigación* si no incluye un *trabajo con datos* que analizan e interpretan a la luz de un marco teórico determinado. Todas las disciplinas o ramas de conocimiento, sean científicas, tecnológicas, sociales, humanísticas o artísticas, incluyen estos momentos de investigación basada en el análisis sistemático de datos empíricos, que combinan con la experimentación y la indagación.

Un trabajo de investigación no es una práctica. La mal llamada *práctica* corresponde a una de las etapas más breves de la investigación, la recogida de datos, que puede realizarse en un laboratorio, en el entorno natural o social e incluso sin salir de casa: vamos adonde podemos observar el objeto de estudio.

Para que haya investigación, estos datos recogidos se analizan en base a unos determinados parámetros (la teoría) para producir conocimiento, es decir, nueva información de autoría del estudiante. Por tanto, a fin de que una experiencia (de una entrevista, de un voluntariado, de un experimento, de una construcción, de una creación, de una estancia...) produzca *investigación*, deben preverse qué datos podrán recogerse de ella, a qué cuestiones responden y, a partir de aquí, concretar un objetivo y confeccionar un marco teórico con el que poner en relación su análisis.

Contando con que el alumnado solo tendría que dedicar 70 horas a la investigación, articulamos el trabajo en torno a un único objetivo de investigación, centrado en alguna de las cuestiones de su interés, que abordará con criterios de investigación científica. Desde este planteamiento, el objetivo de investigación concreta, no las motivaciones (conocer, divulgar...), sino el propósito de conocimiento, el objeto de estudio, la muestra y su contexto.

Los modelos de investigación que proponemos vienen determinados por el objetivo de investigación y se articulan alrededor de cuatro propósitos diferenciados: describir, identificar, determinar y comparar. Por las limitaciones del espacio, los mostramos en ejemplos al final de este apartado.

Los tres primeros verbos se ordenan desde un enfoque más cualitativo (describir) hasta uno más cuantitativo (determinar), mientras que la comparación puede resolverse de forma cuantitativa y cualitativa. Con el apoyo de la tutoría, el estudiante decide qué propósito predomina en su estudio, aunque posteriormente el análisis combine momentos cuantitativos con técnicas cualitativas. En todo caso, aspiramos al máximo rigor metodológico, teniendo presente la diversidad de los objetos de estudio de cada disciplina.

En función de este objetivo, en la recogida de datos utilizamos técnicas que pasan por la percepción (observación, audición, degustación...), la experimentación (manipulación de la muestra para observar variaciones) o la comunicación (encuesta, entrevista, grupo de discusión...). En todos los casos, hay que generar registros para poder trabajar con los datos y comprobarlos: vídeos, fotografías, parrillas de observación, cuadernos de campo...



En todos los trabajos, los datos se procesan y para ello, en general, teniendo presentes los recursos del alumnado, usamos hojas de cálculo. Se trata de trasladar los datos –anonimizados– a un instrumento (una tabla) que nos permita aislarlos como dato, clasificarlos, ordenarlos y proceder a su análisis cuantitativo o cualitativo. Estas unidades de información se convierten en datos porque informan sobre unos criterios de análisis que responden a un objetivo de investigación.

En el análisis, el estudiante reúne datos que se han presentado dispersos y aplica distintas técnicas para «leerlos», recurriendo a lenguajes consolidados durante la Secundaria, que predominan en algunos métodos: lingüístico (análisis de contenido, de discurso...), matemático (estadística...) y gráfico (mapas, diagramas...; la visualización de los datos puede requerir un fuerte componente artístico).

El diseño de la metodología es un proceso creativo. La elección de una u otra técnica dependerá del objetivo de la investigación y las inclinaciones personales del estudiante. En todo caso, aspiramos a un cierto rigor metodológico y por ello la elección se orienta por tres criterios básicos: coherencia (con el objetivo de investigación), pertinencia (con relación al conocimiento de que se dispone) y validez (valor de veracidad de los datos obtenidos).

La investigación supone todo un proceso de toma de decisiones del estudiante que la tutoría acompaña, y en el que cabe tener presente la dimensión ética y social de los procesos: el respeto a los derechos de las personas y colectivos implicados (dignidad, privacidad, imagen, autoría...), el cuidado de su bienestar, así como el cuidado de otros seres vivos y del entorno. Asimismo, hay que considerar que la investigación puede contribuir a una de las finalidades de la ciencia: la mejora de las condiciones de vida. ¿Puede la investigación formativa convertirse en un servicio comunitario?

En todas las modalidades del Bachillerato, la investigación contribuye a la consecución de los objetivos comunes de la etapa, planteándose como un ejercicio de ciudadanía y educación en valores. Los intereses de investigación del alumnado pueden contextualizarse en iniciativas del entorno que contribuyen a la protección de derechos humanos, la sostenibilidad y la justicia global. Esto nos lleva al quinto modelo de in-

vestigación: la investigación-acción, consistente en promover la transformación de una problemática en el propio proceso de investigación.

Las posibilidades de investigación en este sentido son tan amplias como la diversidad del profesorado y alumnos a cargo de las investigaciones de cada curso escolar. Ilustramos los modelos de investigación con el esbozo de algunos objetivos de investigación, desde diferentes disciplinas, en problemáticas del entorno. En **negrita** destacamos objetos de estudio que pueden aplicarse a temáticas diversas.

### Modelos de investigación de Bachillerato

#### Ejemplos de investigación-servicio

Propósito	En alianza con entidades	En proyectos de investigación-acción
Describir	<p>Describir la relación de cuatro personas refugiadas con su barrio de residencia.</p> <p>Describir la <b>sostenibilidad económica, ambiental y social</b> de una de las cooperativas impulsadas por la ACAPS en campamentos saharauis.</p>	<p>Describir la <b>percepción</b> del racismo por parte del alumnado de 1.º de Bachillerato.</p> <p>Describir los sentimientos y reflexiones generados por un grupo de jóvenes en el proceso de <b>creación de una obra artística</b> sobre un evento de violencia (colonialismo, bombardeos sobre población civil, muertos en el Mediterráneo, discursos de odio en las redes...).</p>
Identificar	<p>Identificar la <b>contribución a los objetivos de desarrollo sostenible</b> de los defensores y defensoras de derechos humanos que han visitado Cataluña a través del programa Ciudades Defensoras de Derechos Humanos.</p> <p>Identificar las temáticas y disciplinas de las obras artísticas generadas por jóvenes del instituto durante el confinamiento del COVID-19.</p>	<p>Identificar <b>medidas de mejora</b> en el tratamiento de las desigualdades de género en el Plan de convivencia del instituto.</p> <p>Identificar <b>espacios de memoria</b> sobre las redes de solidaridad tejidas en un barrio durante el confinamiento por el COVID-19.</p>

---

Comparar	<p>Comparar los <b>efectos</b> de la aplicación MIST en la reducción de los discursos de odio entre un grupo de 2.º de ESO y un grupo de 4.º de ESO del instituto.</p> <p>Comparar el <b>tratamiento informativo</b> de la población racializada en los informativos de dos canales de televisión públicos y dos privados durante las dos primeras semanas de confinamiento por el COVID-19 en España (2020).</p> <p>Comparar el <b>grado de consumo tecnológico</b> de un grupo clase en función de la situación socioeconómica familiar y del entorno.</p>	<p>Comparar la percepción de las causas de la desigualdad mundial expresadas en los dibujos de un grupo de niños y niñas de un centro de recreo.</p> <p>Comparar el <b>impacto</b> de dos medidas de mejora del patio escolar en la convivencia entre jóvenes de procedencia social diversa.</p>
----------	--	--

---

Determinar	<p>Determinar el grado de <b>percepción</b> de las AFA de las escuelas del barrio sobre el impacto social, ambiental y educativo de los menús escolares.</p> <p>Determinar la <b>eficacia</b> de una aplicación móvil para registrar actos de discriminación hacia la población refugiada en los trámites con la administración pública.</p> <p>Determinar la <b>varianza</b> del consumo energético y de agua de los hogares de los alumnos de Bachillerato de un instituto durante el confinamiento.</p> <p>Determinar la <b>regresión</b> entre cambios urbanísticos del entorno de un instituto y el nivel de salud del alumnado en base a los estudios disponibles.</p>	<p>Determinar la <b>probabilidad</b> de trabajo infantil y mano de obra esclava en la producción de la ropa consumida por el alumnado de Bachillerato.</p> <p>Determinar la <b>eficiencia</b> de tres medidas de ahorro energético introducidas en el instituto durante el presente curso.</p> <p>Determinar la <b>correlación</b> entre actos de discriminación racial vividos por el alumnado del instituto y expectativas de continuidad de los estudios.</p> <p>Determinar la <b>correlación</b> entre huella ecológica y reducción del consumo de carne en tres familias de la ciudad.</p>
------------	--	---

---

## EL PERFIL Y EL ROL DE TUTOR UB

### › Max Turull Rubinat

IDP-ICE y Facultad de Derecho, UB

El programa FORCES no encasilla excesivamente el perfil y el rol del tutor UB en los trabajos de Bachillerato. Ha sido una opción deliberada a fin de incorporar, en el proyecto, profesorado universitario con perfiles distintos e incluso roles también variados.

En cuanto al perfil del tutor UB, FORCES admite todas las categorías de personal docente e investigador (PDI) con la única condición de que sean personas efectivamente y contractualmente vinculadas a la UB, incluyendo profesorado emérito. Por un tema de responsabilidad jurídica se ha tenido que declinar la contribución, rica e interesante, sin duda, de profesorado jubilado no emérito. Dentro de este perfil amplio en cuanto a las categorías del PDI, tiene cabida tanto el PDI con un perfil intensivo de investigación como el que presente un perfil investigador más bajo. De hecho, el perfil investigador del tutor PDI de un trabajo de investigación de Bachillerato marcará el estilo y el contenido de la misma tutoría. En todo caso, y con independencia del perfil actual del PDI, más encarado hacia la investigación, la docencia o equilibrado, entendíamos que todo el PDI es potencialmente competente para tutorizar una investigación de Bachillerato. Como decíamos, sin embargo, esta tutoría puede tener una orientación más empírica y práctica, o una orientación más metodológica y procedimental, pero también puede incluir las dos dimensiones.

Respecto al rol y la implicación del tutor PDI de la UB, pueden ser diferentes en cada caso. Un axioma es esencial: el tutor UB no debería sustituir completamente al tutor del centro. Es conveniente señalar esto si tenemos en cuenta que el profesorado de Bachillerato no recibe apenas compensación académica para la tutorización de TDI. El tutor UB puede adquirir más o menos protagonismo, pero no debería excluir al tutor del centro de Secundaria. No estamos planteando que deba llevarse a cabo una simétrica doble tutoría; basta con que, como mínimo, el tutor

del centro esté enterado del enfoque que imprimirá el tutor UB y este lo tenga al corriente, periódicamente, de las decisiones y de los avances en el trabajo de investigación del estudiante. Este vínculo es el mínimo que se debe garantizar para no desvincular, por activa o por pasiva, al centro y a su tutor del programa. Esto es importante porque entendemos que el efecto de la transferencia científica y de conocimiento – también de conocimiento metodológico– no se agota con el estudiante, sino que también debería connotar los centros y su profesorado. Por otra parte, y como se muestra en esta misma publicación, hay casos de tutores de centro que trabajan codo con codo con el tutor UB.

Teniendo en cuenta lo dicho, todas las intensidades de tutorización de PDI UB son posibles. Desde el PDI UB que opta por una tutorización básica o estándar hasta el que se implica y se vuelca profundamente en ella, de forma intensiva y extensiva. Por tanto, al igual que sucede en los demás ámbitos académicos, acaba siendo una decisión del tutor el nivel de su implicación en la tutorización del TDI. En todo caso, son responsabilidad del tutor PDI UB cinco aspectos clave:

- a) Ayudar al estudiante a enfocar de forma precisa y realista el tema y los objetivos de su TDI.
- b) Ofrecerle un primer repertorio de bibliografía o de fuentes (según el tipo de trabajo).
- c) Hacer un seguimiento del desarrollo del trabajo (acceso a las fuentes y procesamiento de la información, trabajo experimental, etc.).
- d) Estar atento a la presentación de los resultados finales y a la formulación de las conclusiones.
- e) Eventualmente, como se ha dicho, el tutor PDI UB puede realizar un acompañamiento y un seguimiento cercano al estudiante de todo el proceso. Entendemos que no convendría tutorizar aspectos formales como la redacción del texto o los criterios convencionales de la presentación escrita.

Debe tenerse en cuenta, por otra parte, que la dedicación del tutor UB presenta dos dimensiones indisolubles: presta su apoyo a fin de que el TDI sea lo más exitoso posible, pero al mismo tiempo su actuación en todos los pasos del proceso presenta un marcado carácter didáctico. Conseguir que el estudiante realice un buen TDI está directamente vinculado a que aprenda los rudimentos del trabajo científico en el ámbito

que ha elegido. La confección del TDI tutorizado por un PDI de la UB debería encaminarse a alcanzar los objetivos generales en dimensiones que hemos referido en otro apartado: autonomía y aprendizaje autónomo, metodología básica de investigación científica, búsqueda crítica de fuentes de información, resolución de problemas complejos, lectura, expresión escrita y oral, conciencia del plagio y la copia y formas de evitarlo y otras habilidades y capacidades intelectuales.

# **I. EXPERIENCIAS DE TUTORIZACIÓN DE PROFESORADO DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DE BACHILLERATO**

## LOS MITOS CLÁSICOS: USOS EN LA LITERATURA Y LAS ARTES (2017-2020)

### › **Xavier Espluga Corbalán**

Grupo LUDUS, Departamento de Filología Clásica, Románica y Semítica  
Facultad de Filología y Comunicación, UB

Desde el curso académico 2017/2018, varios miembros del entonces grupo de investigación emergente LUDUS (SGE 998 2014), adscrito al Departamento de Filología Latina (ahora Departamento de Filología Clásica, Románica y Semítica) de la UB, presentaron una propuesta temática al proyecto FORCES del IDP-ICE de la misma institución, en el ámbito de la tradición clásica titulada «Los mitos clásicos. Usos en la literatura y las artes». Se trataba de una iniciativa que quería ayudar a crear puentes entre la UB y los centros educativos de Secundaria para potenciar la transferencia de conocimiento, en el marco del programa «Construcción de un espacio para la investigación educativa» (CERE). En concreto, el proyecto FORCES tenía como objetivo facilitar la relación entre los diferentes departamentos de la UB y los centros de Secundaria para ayudar a llevar a cabo los trabajos de investigación (TDI, acrónimo de «trabajo de investigación»), requisito obligatorio para finalizar el Bachillerato en Cataluña, y mejorar sus resultados. Además, la iniciativa se entendió también como una primera aproximación a la investigación actual por parte de los estudiantes de Secundaria y, indirectamente, también como un modo de introducirlos en la realidad del mundo universitario.

En el marco del encuentro pedagógico organizado por el IDP-ICE (11/28/2019), dedicado a analizar específicamente la problemática del TDI, se ilustró nuestra experiencia sobre la base de dos actuaciones: por un lado, la participación en dos anualidades del proyecto FORCES (2017/2018 y 2018/2019) y, por el otro, la participación como evaluadores externos de los premios de investigación juvenil para promover el espíritu científico de la juventud convocados por la AGAUR (PRJ 2018).

La propuesta inicial, presentada en la primera edición del proyecto FORCES (curso académico 2017/2018) y retomada en las ediciones su-



cesivas (2018/2019 y en la actual, 2019/2020), se centraba en el ámbito de la tradición clásica; estaba dirigida esencialmente a los estudiantes del Bachillerato llamado humanístico que hubiesen cursado las asignaturas de Cultura Clásica (en la ESO) y Latín o Griego en los dos cursos de Bachillerato y que desearan elaborar un TDI en este ámbito sobre la recreación y la utilización que los mitos de la Antigüedad clásica (Grecia y Roma) han tenido en el campo de la literatura y del arte universal. Se prefería el tratamiento diacrónico de tales mitos y la identificación de los componentes esenciales que se han ido incorporando al relato mítico desde su origen hasta la actualidad. Al mismo tiempo, se quería identificar la función social, el uso ideológico y el valor estético que en el transcurso del tiempo se ha dado a cada mito.

La investigación en tradición clásica, como buena parte de las disciplinas de humanidades, ha vivido –y vive aún– un proceso de cambio estructural impulsado por fuerzas externas (en particular, las entidades financiadoras de la investigación). Este cambio afecta no tanto a la agenda de investigación –que también– ni a la metodología, ni a los objetivos, sino esencialmente a los *outputs* producidos por la investigación científica. En este sentido, tradicionalmente, en el campo de la filología clásica, disciplina a la que pertenece la tradición clásica, los principales *outputs* de investigación habían sido las traducciones y las ediciones críticas (con o sin comentario), los capítulos de libros, las presentaciones en congresos y los artículos en revistas locales o internacionales. Las presiones externas – en forma de evaluaciones con revisores externos que se centran tanto en la determinación de la financiación (proyectos de investigación) como en los procesos de contratación y promoción académica (acreditaciones)– han provocado que se haya ido priorizando el artículo en revista internacional, que cuente con revisiones por expertos y que esté indexada en las correspondientes bases de datos. A pesar de que esta tendencia ha generado una mayor visibilidad de la investigación local y ha obligado a generalizar prácticas de apertura internacional y de control de la calidad con altibajos, estas presiones han tenido –al menos– otra derivada bondadosa, dado que, para determinados sectores, una parte de la investigación en disciplinas humanísticas realizada en Cataluña puede considerarse plenamente homologable a nivel internacional.

Dentro de este trasfondo de cambio estructural se inserta la experiencia de los TDI de Secundaria. No son muchos los centros que optan por

temáticas relacionadas con las humanidades. Ciertamente, las razones de esta situación son diversas y habrá que analizarlas con más detenimiento. Tengo la impresión de que, por lo menos en nuestras disciplinas de humanidades, los profesores de Secundaria se sienten capacitados para poder asumir la tarea de tutoría sin necesidad de contar con el apoyo universitario; quizás consideran que las dificultades logísticas o temporales dificultan el establecimiento de una colaboración entre la enseñanza Secundaria y la Universitaria, como la planteada a través del proyecto FORCES.

En este sentido, en las etapas iniciales de la tutoría, nuestra actuación incidió en dos cuestiones: el TDI, como plasmación escrita de los resultados de una actividad investigadora, debe tener un elemento de novedad y un elemento de relevancia, naturalmente dentro de las competencias lógicas del nivel formativo. Así, en la primera anualidad (2017/2018), los TDI tutorizados presentados planteaban argumentos muy genéricos y abiertos, sin que fuesen claros los objetivos marcados, los problemas que se deseaban abordar y los resultados que se querían alcanzar. Por ello, en la segunda anualidad decidimos que sería prioritario definir inicialmente el objetivo del trabajo –planteándolo en forma de pregunta a la que había que dar respuesta– señalando que debía abordarse algún aspecto relevante y nuevo, delimitando todo lo posible la problemática de la investigación. En esta fase inicial de planificación de la investigación, la tarea del tutor universitario es muy importante, puesto que con la concreción del ámbito de actuación se ayuda a desinflar expectativas ilusorias y se fomenta la adopción de enfoques realistas.

La actuación del tutor universitario también es decisiva para asegurarse de que el estudiante tendrá a su disposición gran parte de la literatura esencial y actualizada para desarrollar la obra. Este es un punto que es crucial en las disciplinas humanísticas porque no siempre nuestras bibliotecas universitarias disponen de los fondos bibliográficos –en particular, monografías y revistas– necesarios para llevar a cabo la investigación (en honor a la verdad, es una dificultad general de la investigación en humanidades y no se limita solamente al ámbito de la Secundaria). Nuestra propuesta preveía una visita acompañada y guiada en las secciones de latín y de griego de la biblioteca de la UB, además de poner en contacto al estudiante con el CRAI, el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación de la UB, si era necesario. El solo hecho

de que alumnos de Secundaria puedan tener contacto físico –aunque mínimo– con los edificios de la universidad y con su personal debería ilusionar a más de un futuro estudiante.

Acercar la universidad a ámbitos en los que esta es vista como un mundo ajeno y extraño y facilitar a estos entornos el conocimiento de nuestra realidad es una de las funciones sociales que la institución universitaria debería asumir sin complejos. Y debería hacerlo empezando por reconocer institucionalmente la dedicación de quienes en su momento, con ilusión y sentido del deber, nos quisimos incorporar a las actividades del proyecto FORCES.

## TRABAJOS DE ASESORAMIENTO EN FÍSICA EXPERIMENTAL

### › Joan Esteve Pujol

Facultad de Física, UB

Como catedrático de Física Aplicada UB, mis experiencias se circunscriben a los trabajos de física experimental, pero, por el hecho de estar muy en contacto con los alumnos de Bachillerato y sus tutores en los institutos, me he dado cuenta de que en todos los demás ámbitos de las ciencias y las técnicas se están realizando trabajos magníficos y con entusiasmos impresionantes por parte de la mayoría de los alumnos implicados.

Mi participación, como cotutor, consta de tres partes:

1. Aconsejar a los alumnos respecto al interés y la posibilidad de realización práctica del proyecto que han decidido llevar a cabo.
2. Facilitar el instrumental necesario para realizar la parte práctica, utilizando el arsenal de que disponemos en los laboratorios de docencia e investigación de la UB.
3. Aconsejar las correcciones del texto final que habrá escrito el alumno para que tenga el léxico y los conceptos científicos suficientemente correctos.

Cabe decir que nunca he tenido que proponer la temática concreta de ningún trabajo, ya que, sea por propuesta de su tutor o por iniciativa del alumno, cada tema presentado ya me llega muy bien enmarcado. Aquí no podré exponer el listado exacto de los títulos de los trabajos, dado que saldría muy extenso, pero sí las temáticas que han abarcado, a fin de dar una idea de su diversidad e interés:

Instalación solar fotovoltaica, instalación solar térmica, domótica sostenible, geotermia, acústica ambiental y arquitectural, radiación electromagnética ambiental, análisis espectral, medida de la velocidad de la luz, cámara de niebla, detección del radón, aeromodelismo, *skateboard* eléctrico, balance energético en la bicicleta, efecto fotoeléctrico, constante de Planck, ferrofluidos y medidas magnéticas, motores eléctricos

experimentales, automatización de un depósito de compostaje, medidas meteorológicas, aislamientos térmicos y acústicos, automatización de experimentos con ratones, globo aerostático estratosférico, horno solar, aerogenerador y túnel de viento, efecto Venturi y bomba de ariete.

También quiero mencionar que en ocasiones he tenido que desaconsejar o rechazar ciertos proyectos que habían entusiasmado a algunos alumnos y que eran o bien *fake* o de realización casi imposible. Algunos ejemplos son: el motor magnético, el motor de agua, máquina de movimiento continuo, construir un tren Hyperloop, construir un tren Maglev, construir un habitáculo para Marte... ¡El acceso a YouTube puede engañar a algunos alumnos!

Casi todos los proyectos han alcanzado plenamente los objetivos, y algunos solo parcialmente, por demasiado ambiciosos o por una programación inadecuada de los tiempos de realización. La más grata sorpresa me la he encontrado, casi siempre, al leer el trabajo redactado. ¡Qué buen trabajo! ¡Qué entusiasmo, cuántas precisiones metodológicas, cuánta investigación en las fuentes de Internet y, muchas veces, cuánta imaginación de redactado y buena literatura! Es necesario recalcar que los tutores en los institutos instruyen muy bien a los alumnos a la hora de estructurar y redactar el texto del trabajo; con ello suplen ampliamente la falta de capacidad tecnológica de que disponen en el instituto.

La experiencia de trabajar con alumnos de Bachillerato me ha ayudado a estructurar mi docencia en los primeros cursos de las carreras de Física, de Química, de Ingeniería de Materiales y de Ciencias Ambientales, por el hecho de que conozco más íntimamente la formación que tienen del instituto. También me ha animado a ofrecer y exigir más a los alumnos de los primeros cursos, ya que con las cotutorías he podido estar cerca de alumnos entusiastas, trabajadores y bien informados.

Como valoración global, quiero comentar que las tareas de asistencia a los alumnos de los institutos ya las estábamos realizando, desde hace años, en el marco del Departamento de Física Aplicada, Óptica y Meteorología de la Facultad de Física UB, pero, desde que las realizo encuadrado en el proyecto FORCES-UB, resultan mucho más productivas y serias, y ahora ya no acepto realizar ninguna asistencia fuera del proyecto FORCES.

## FÁRMACOS ACTIVADOS CON LUZ PARA EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES NEUROLÓGICAS Y EL DOLOR

### › Víctor Fernández Dueñas

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, UB

Este proyecto se inscribe en el Grupo de Investigación en Neurofarmacología y Dolor de la Universidad de Barcelona (UB) y el Instituto de Investigación Biomédica de Bellvitge (IDIBELL). La investigación realizada en el grupo se centra principalmente en la búsqueda de nuevas estrategias farmacológicas para lograr una gestión eficaz de las enfermedades neurológicas, neuropsiquiátricas y del dolor. Uno de los objetivos del grupo consiste en desarrollar compuestos con un mejor balance beneficio/riesgo que los fármacos convencionales; es decir, compuestos que ejerzan sus efectos sin producir efectos secundarios.

Para llevarlo a cabo, usamos la luz (fotofarmacología). La fotofarmacología consiste en el uso de compuestos fotoactivos que solo cuando son iluminados a una longitud de onda determinada producen el efecto farmacológico. De este modo, es posible lograr el control del efecto del fármaco en el espacio y el tiempo. Es decir, idealmente, se puede activar el fármaco con la luz solo allí donde se quiere (de forma local, en el tejido de interés) y en el momento deseado, por lo que se pueden minimizar (e incluso anular) los efectos secundarios que ocurren en otros lugares del organismo.

La tarea que se propone al alumnado es participar durante una semana en la investigación realizada por el grupo, llevando a cabo uno de los experimentos que se diseñan para caracterizar los fármacos fotoactivos. Así, el alumno utilizará cultivos celulares, donde es posible introducir una diana farmacológica de interés y, a continuación, ensayar la actividad farmacológica del compuesto controlable por la luz.

El principal aspecto que cabe destacar de esta experiencia es el hecho de que el estudiante de Secundaria dispone de una oportunidad para conocer de primera mano un grupo de investigación, y puede tener una

opinión formada de lo que significa la investigación. Este hecho esperamos que sirva para consolidar su vocación científica. Seguramente, uno de los principales aspectos que mejorar es la coordinación con el equipo de profesores de los centros de Secundaria. Si los alumnos trabajan con antelación los fundamentos teóricos, podrán aprovechar mucho más el trabajo en el laboratorio. En cambio, si no lo hacen, puede existir cierta desorientación, ya que los alumnos pueden confundir algún concepto o no relacionarlo con el protocolo experimental que se lleva a cabo para responder a una cuestión científica.

Una de nuestras principales aportaciones al alumnado consiste en presentar un ejemplo práctico de aplicación del método científico, desde el diseño de un experimento hasta la interpretación de los datos obtenidos. El hecho de realizarlo en un ámbito universitario debería ayudar a consolidar mucho más este aprendizaje.

Los alumnos de Secundaria tienen un conocimiento previo inferior que alumnos de grado o de máster, que también realizan estancias en el laboratorio para sus trabajos. No obstante, también poseen un grado de inocencia y curiosidad, y también de sinceridad, que permite que podamos detectar cuándo alguna explicación o método no se acaba de entender. Actualmente, la primera aproximación que llevamos a cabo con estudiantes de grado y máster es muy similar al método que hemos trabajado con los alumnos.

La valoración global de la experiencia es muy positiva. Los alumnos que han participado en el programa con nuestro grupo han presentado trabajos de investigación muy completos, a la vez que la experiencia personal ha sido muy positiva y se han mostrado muy agradecidos por la estancia en el laboratorio.

## LA GEOLOGÍA DEL DÍA A DÍA AL ALCANCE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- › **Elisabet Playà Pozos**
- › **Telm Bover-Arnal**
- › **Jordi Ibáñez Insa**
- › **Irene Cantarero Abad**
- › **Anna Travé Herrero**
- › **Anna Sánchez Vidal**
- › **William P. de Haan**
- › **Guillem Viñolas Zafra**
- › **Eva Piquero Muñoz**

Departamento de Mineralogía, Petrología y Geología Aplicada, Facultad de Ciencias de la Tierra, UB

Son muchas las acciones de promoción de los conocimientos de geología que se realizan en el marco de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Barcelona. De todas ellas, la colaboración por parte del profesorado UB en el desarrollo del trabajo de investigación de Bachillerato es una de las herramientas de divulgación y enseñanza de las ciencias de la tierra más sólidas para alumnos preuniversitarios interesados en esta ciencia. La potenciación de la transferencia del conocimiento científico en el ámbito de la geología, así como de otras ciencias afines, como las ciencias del mar y ciencias ambientales, desde la universidad hacia los centros educativos de Secundaria es el eje principal que se presenta en el proyecto FORCES.

Por otra parte, unir a la docencia universitaria la experiencia del contacto con futuros estudiantes enriquece la visión del profesorado al situarlo en el punto de vista del estudiante de Bachillerato, pues facilita la comunicación de conocimientos e incorpora nuevas metodologías didácticas. Así, sin duda, los ejes de interés son dobles: estudiantes y profesores de Secundaria y profesorado universitario.

Las temáticas geológicas que se han abordado en el contexto de la Facultad de Ciencias de la Tierra son amplias, teniendo como eje común la visión geológica de procesos cotidianos o cercanos al alumno de Bachillerato. Desde el grupo Geología Sedimentaria del Departamento de Mineralogía, Petrología y Geología Aplicada, y en colaboración con investigadores del Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera (CSIC)



y del Departamento de Dinámica de la Tierra y del Océano (UB), se han potenciado tres propuestas de trabajo: a) «Rocas evaporíticas y cocina: ¡las piedras que comemos!», en la que se analizan químicamente diferentes sales de cocina, entendiendo que la sal común no es más que un tipo de roca específica; b) «¿Qué respiro? Analicemos el polvo del suelo... ¡y tal vez encontremos algún micrometeorito!», en que se pretende acotar la composición química y mineral de las micropartículas sólidas del aire que nos rodea, a partir de la observación y análisis del polvo que se deposita en el suelo, y c) «¿La sal tiene microplásticos? Busquemos los microplásticos en la comida», en la que se pretende valorar la importancia que está adquiriendo hoy en día la presencia de microplásticos en nuestro entorno, centrándonos en las únicas rocas que se comen: la sal.

Todas las temáticas seleccionadas se han escogido por su interés social y cotidiano, y porque permiten aplicar el método científico en su desarrollo, que incluye una exposición del problema que resolver, la búsqueda de resultados y la discusión conjunta de los resultados obtenidos para llegar a las conclusiones del trabajo. Los alumnos han valorado muy positivamente el hecho principal de poder contar con instrumental analítico profesional, como es el uso de laboratorios químicos para la preparación de muestras, y la utilización de herramientas como la difracción de rayos X, la fluorescencia de rayos X, la microscopía electrónica o la microscopía óptica de luz polarizada.

En el contexto de la edición del FORCES en curso se ha introducido una novedad en el proyecto: la figura del estudiante UB como comentor. La incorporación de estudiantes de segundo y tercer ciclo de la Facultad de Ciencias de la Tierra se engloba en la difusión de la metodología docente de aprendizaje-servicio a los estudiantes universitarios (ApS, <http://www.ub.edu/grupapsub/>). El papel de estos comentores es principalmente el de acompañar a los alumnos de Bachillerato desde la proximidad y en constante coordinación con el profesorado UB. El salto generacional que representa la figura del profesor universitario hacia el estudiante de Secundaria, y la novedad institucional que representa la entrada a la universidad para estos estudiantes queda apaciguada con la introducción de una figura intermedia: el estudiante universitario. A la vez, el estudiante universitario realiza un aprendizaje científico real, impulsa la adquisición de contenidos y competencias ligadas a los co-

nocimientos académicos de los estudios que cursa mientras presta un servicio a la comunidad educativa, que además puede estar vinculado a su futura profesión.

## EL ACOMPAÑAMIENTO EN LA CRIANZA DE LOS 0 A LOS 3 AÑOS

### › Núria Rajadell Puiggròs

Departamento de Didáctica y Organización Educativa  
Facultad de Educación, UB

La consideración de la importancia y necesidad de una formación holística en la etapa de la crianza de los niños de los 0 a los 3 años y la importancia que ofrece tanto la red social como intersectorial (educación, salud, atención social, cultura, deporte, justicia...) para el acompañamiento a la familia provocó que se iniciase un máster universitario desde la entonces Facultad de Pedagogía en el año 2011 que ha ido afianzándose curso tras curso.

De ahí consideré que podría aportar mi granito de arena en el asesoramiento y colaboración en aquellos trabajos de investigación de Bachillerato que estuvieran interesados por esta temática. Llevo tres años implicada en esta experiencia y estoy satisfecha por el trabajo, y, si bien me gustaría poderme dedicar más a ella, la falta de tiempo me lo impide.

### Ir al campo de trabajo

He disfrutado de cuatro experiencias, todas ellas diferentes, pero a la vez muy interesantes, yendo en un principio de forma presencial al instituto específico y haciendo un amplio encuentro con la tutora del TDI y con la alumna.

He disfrutado, pues, de estar en centros de Viladecavalls, Sant Joan Despí, Igualada y Viladecans; y de tener la oportunidad de conocer un poco el espacio educativo y su talante, sobre todo de la mano de la tutora y la alumna. Yo también he aprovechado para explicar un poco sobre la Facultad de Educación donde trabajo, así como la formación que en ella se lleva a cabo, y también de manera muy genérica, si se interesaban, la formación universitaria en el campo sociopsicoeducativo.

Después de esta presentación más de tipo profesional, me adentro a hablar, sobre todo con la alumna –¡¡de momento, todas han sido chicas!!–, sobre las motivaciones para seleccionar este tema y la finalidad pretendida inicialmente para investigar. Se me corrobora en todas las alumnas que se centran mucho en las actividades de la escuela infantil, porque también son las que les son más familiares. Ello me anima a facilitar una apertura de mirada y ejemplificar con experiencias de otros espacios y profesionales que colaboran de un modo u otro en esta etapa tan importante de la vida, en la que se sientan las bases de la persona.

Y a partir de este momento se inicia un intercambio entre la alumna, la tutora y yo misma sobre un amplio abanico de posibilidades de trabajos de investigación que se podrían llevar a cabo, incidiendo en focalizarse en la localidad donde vive con una doble intencionalidad: conocer o descubrir la realidad más cercana, y darse a conocer más adelante, una vez realizado este trabajo de investigación, como investigadora sobre este tema.

### **Surgen las dudas**

A partir de aquí y después de proponer algunas hipótesis, vamos viendo ventajas e inconvenientes, posibilidades y oportunidades... A lo largo de estos años de experiencia me he encontrado con dos acuerdos distintos al finalizar este primer encuentro amplio: o bien acabamos de redondear un poco el tema y quedamos que me enviarán la propuesta ya cerrada por escrito, o bien deciden que deben reflexionar un poco más a fondo, y más adelante tendremos un segundo encuentro, presencial o virtual, donde ya se mostrarán las concreciones. No pretendo que quede todo cerrado ese día, porque ha sido también mi objetivo particular el provocar dudas para poder tomar decisiones con un conocimiento más amplio.

### **Ir caminando**

El contacto lo vamos manteniendo a lo largo del tiempo encontrándonos presencialmente o virtualmente, como mínimo en un par de ocasiones, y el día de la presentación del TDI procuro estar presente, aunque en un par me ha sido imposible poder asistir.

Dejo a la tutora y alumna el díptico y programa específico del postgrado que se está impartiendo este curso en la Facultad, por si quieren asistir en alguna o algunas de las sesiones, así como conocer alguno de los profesionales que la imparten. Me he encontrado con que algunas alumnas han venido, acompañadas o no, y les ha sido provechoso ampliar su conocimiento. Incluso algunas ya medio soñaban en encontrarse en el Campus Mundet estudiando en la universidad.

Este camino de intercambio ha sido muy distinto entre unas alumnas y otras. Recuerdo el caso de una de las alumnas, que pudo sacar un trabajo más que excelente porque yo personalmente conocía el escenario socioeducativo en esa localidad y, además, tenía una tutora muy proactiva; en cambio, no lo supo aprovechar. Pero en otros casos incluso se ha publicado parte de su trabajo en la revista local.

Lo que sí está claro es que todas ellas, además de descubrir los pasos para llevar a cabo investigación, han conocido más a fondo las oportunidades existentes, así como las carencias relacionadas con esta temática en su municipio y, de forma especial, han obtenido una mirada sobre este tema mucho más amplia de la que partieron.

### **Y el contacto perdura, siempre que uno quiera**

La clausura en el instituto el día de la presentación del TDI con el consecuente regalo de una copia de su TDI ha facilitado esta relación y he mantenido el contacto con algunas alumnas y con algunas tutoras; algunas han venido a la Facultad y otras me han invitado a su instituto o han traído alumnos suyos al Campus de Mundet.

Por tanto, y ya para terminar, no tengo más palabras que agradecer la posibilidad de participar en el programa FORCES, porque también para mí ha supuesto un firme crecimiento personal y profesional, en que he seguido disfrutando de mi formación pedagógica.

## VIRUS DEL PAPILOMA HUMANO: CANCERÍGENO O NO CANCERÍGENO. ¿LO ESTUDIAMOS?

### › **Marta Sandoval Puig**

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, UB

El virus del papiloma humano (VPH) es un agente infeccioso, con algunos de sus serotipos cancerígenos. Un agente cancerígeno significa que el virus colabora en la formación del cáncer y favorece su crecimiento y diseminación.

La alta incidencia del VPH en la población general y la estrecha relación (> 98 %) con el cáncer de cérvix provoca que este cáncer de cérvix sea potencialmente prevenible con la vacuna contra el VPH, y, por tanto, se convierte en un cáncer potencialmente curable. Últimamente y debido, por un lado, a la alta incidencia de la infección en la población general y, por el otro, a los hábitos sexuales promiscuos y nuevas prácticas de sexo, se ha generado una nueva epidemia de cánceres de cavidad oral y orofaringe asociados a este virus VPH.

Nuestras alumnas de Bachillerato actualmente ya reciben esta vacuna al finalizar la enseñanza primaria, con lo que su generación es la primera generación vacunada y con posibilidad de vivir libre de esta infección.

Hemos aportado a los estudiantes de este proyecto una bibliografía para profundizar en la virología, conocer los distintos tipos y los específicos oncogénicos, material bibliográfico para profundizar en el VPH como virus infeccioso humano y finalmente bibliografía médica más específica (en ocasiones incluso en inglés) para profundizar en el conocimiento de la patología de cabeza y cuello, en concreto para estudiar el cáncer de cavidad oral y orofaringe.

Nos reunimos inicialmente para conocernos, dar las primeras directrices del trabajo, establecer objetivos y generar una hoja de ruta de trabajos de acuerdo con el calendario escolar del alumnado y académico del profesorado tutor. Posteriormente, toda la comunicación fue telemática.

ca, ya vía email, teléfono o Whatsapp. Los alumnos pudieron asistir a quirófano y consulta externa de nuestro Hospital Moisès Broggi para poder realizar el trabajo de campo desarrollado en el trabajo de investigación.

Nosotros aportamos a los alumnos experiencia, casuística y guía durante el desarrollo del trabajo. Quisimos hacer progresar a los alumnos en los dos semestres, dándoles herramientas para saber extraer la información de la investigación realizada, para estructurar el trabajo, seguir los objetivos y finalmente desarrollar las conclusiones, que en ocasiones eran sorprendentes para ellos. Nuestro objetivo era que fuesen críticos, pensadores y con capacidad analítica.

La experiencia alcanzada en la tutoría me ha permitido en primer lugar acercarme a la juventud de estos días: entender su presente y ver las inquietudes de los jóvenes respecto a la ciencia y la salud. El alumnado motivado consigue unos resultados que para mí han sido incluso sorprendentes, sobre todo en casos en los que ha habido un buen tutor de instituto detrás. Además, el proyecto me ha permitido dar apoyo y ofrecer una crítica constructiva de acuerdo con la capacidad del alumno, siempre con la intención de proyectar al máximo su potencial.

Ha sido una experiencia personal y académica muy positiva y me ha satisfecho como profesora y como médica, ya que me ha permitido llevar a cabo una docencia que nunca habría tenido la oportunidad de realizar con adolescentes de instituto.

¡Muchas gracias, proyecto FORCES!

## LA SOSTENIBILIDAD URBANA COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN EN BACHILLERATO: LA OPORTUNIDAD DEL PROYECTO FORCES

### › Albert Santasusagna Riu

Departamento de Geografía, Facultad de Geografía e Historia, UB

Durante el año 2019, en el marco del proyecto FORCES del IDP-ICE, tuve el placer de cotutorizar el trabajo de investigación de Bachillerato (TDI) de un estudiante del Instituto Pius Font i Quer de Manresa. El título del estudio partía de un interés inicial del estudiante en forma de pregunta: «¿Es Manresa una ciudad verde?». Y añadía, a continuación, un breve subtítulo, «Análisis de sostenibilidad urbana», sugerente para toda persona interesada en urbanismo y ecología. Joan, en ese momento prematuro de su etapa como futuro estudiante universitario, no tenía todavía decidido del todo qué grado o qué especialidad quería cursar durante los próximos años. Aun así, me pidió hacer un tándem en el marco del proyecto FORCES con dos cosas bien claras: deseaba calcular y tratar datos (cuantos más, mejor) y su ciudad natal, Manresa, le parecía un laboratorio apropiado para desarrollar su investigación. Así nació su estudio, que culminó con un informe de sostenibilidad dirigido al Ayuntamiento de Manresa.

Joan utilizó catorce indicadores de sostenibilidad urbana, la mayoría de ellos basados en las metodologías avanzadas de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. Estudió varios aspectos de la ciudad: desde la valoración de la calidad del aire hasta el envejecimiento de la población por barrios, el consumo de agua o la proximidad a espacios verdes. Su trabajo presentaba dos dificultades principales: por un lado, la comprensión específica de cada indicador y su procedimiento de cálculo; por el otro, la necesidad de pelearse con la administración –y, en algunos casos, con empresas de servicios municipales– para la obtención de datos que, forzosamente, tenían que pasar por una «cocina» (vaciado, clasificación y homogeneización) para su uso posterior. Las fuentes fueron varias –consulta de información relacionada con el planeamiento urbanístico, conversaciones con personal técnico y político del con-



sistorio, obtención de datos a través de los visores cartográficos municipales, etc. Las técnicas analíticas también fueron un pilar básico del trabajo: Joan tuvo que habituarse al uso de los SIG (sistemas de información geográfica) para la presentación y discusión de sus resultados. Este tipo de técnicas empiezan a estudiarse, normalmente, a partir del segundo año de grado (como el de Geografía o Ciencias Ambientales), de forma que el alumno tuvo que realizar un esfuerzo complementario. La iniciación en metodologías de análisis propias de cursos superiores y de investigaciones especializadas fue, probablemente, la aportación más clara que proporcionó la participación del ámbito universitario a esta investigación.

Mi experiencia como cotutor de un trabajo de Bachillerato en el marco del proyecto FORCES ha sido, globalmente, muy positiva. He podido disfrutar del proceso de aprendizaje de un alumno motivado en la materia y en su caso de estudio, lo que le permitía tener un buen dominio del aspecto local y urbano desde el principio. Probablemente, la distancia física ha constituido un cierto obstáculo en la inmediatez de la relación tutor-alumno, una barrera que se ve bastante atenuada en el caso de los trabajos tutorizados a alumnos de grado. Un encuentro casual en el pasillo de la Facultad, entre clase y clase, desgraciadamente no ha sido posible. Joan primero tenía que reunir muchas dudas, y luego llamarme, contactar conmigo por correo electrónico o venir expresamente a Barcelona. En este sentido, otro aspecto a mejorar ha sido la dificultad en coincidir físicamente todos los integrantes del tándem: el alumno, el tutor del instituto y un servidor. Seguro que, en futuros trabajos, la planificación de reuniones virtuales semanales (combinadas con encuentros físicos) sería una buena estrategia para llevar a cabo un seguimiento más detallado de la investigación del alumno.

Por otra parte, es importante subrayar que la experiencia FORCES mejora no solo la investigación del alumno y la competitividad de su instituto, sino que también enriquece el mundo universitario. Permite despertar vocaciones en un momento en el que el alumno debe empezar a decidir qué dirección tomará su futuro académico. El contacto con la universidad, con nuevos modos de enfocar el planteamiento y la resolución de problemáticas de investigación ensancha su visión y permite una mayor capacidad de decisión antes y después de los resultados de las PAU. Por otro lado, también posibilita el descubrimiento de nuevos

talentos antes de su ingreso a la enseñanza superior. Se trata, pues, de una oportunidad estratégica para mejorar la cooperación entre ambas instituciones que puede aportar aspectos muy positivos para alumnado y profesorado, y resulta en equipos de alto valor humano y en estudios de gran calidad científica.

Finalmente, me gustaría agradecer la ayuda, el apoyo y la confianza del equipo que dirige el proyecto FORCES (Lluís Casas y Rosa Giralt) en todas las etapas del proceso.

## ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD DE INVERTEBRADOS

### › David Tella Ruiz

Área de Formación Complementaria, Facultad de Geografía e Historia, UB  
(Participa en el proyecto con la Associació Llapis i Llavors)

La Associació Llapis i Llavors es una organización pluridisciplinaria que estudia aspectos etnobiológicos de zonas concretas. En este caso, el trabajo con el alumnado que ha participado en nuestra propuesta del programa FORCES se ha enfocado en analizar cuestiones puramente biológicas, como la densidad de luciérnagas en nuestros espacios de estudio. Concretamente, nuestra propuesta se ha basado en ofrecer que el alumnado participase en las tareas de campo para ayudarnos a obtener números por nuestras estadísticas, y se les ha proporcionado el material a fin de que obtengan datos para elaborar sus trabajos de investigación vinculados a la temática.

En cuanto al procedimiento de trabajo, dentro de una área geográfica determinada en colaboración entre los miembros de la asociación y los estudiantes, se han establecido trampas para estudiar las distintas especies de insectos y se han cambiado siguiendo unos periodos preestablecidos. Las muestras se las han quedado los alumnos de Bachillerato para realizar los trabajos de clasificación y cuantificación y finalmente las han utilizado para extraer sus propias conclusiones y nos las han enviado para nuestra base de datos.

Asimismo, nuestro papel de investigadores de la Universidad de Barcelona ha resultado fundamental. Primero para diseñar y organizar el proyecto que el alumnado nos proponía y después para realizar tareas de orientación y guía en el campo. También para resolver dudas que han ido saliendo y tomar decisiones durante el desarrollo del proyecto ante cambios e imprevistos. Igualmente, hemos desarrollado tareas a la hora de diseñar y estructurar el propio trabajo de investigación.

Finalmente, como valoración global, por un lado cabe decir que los trabajos de los alumnos han ayudado a que como asociación hemos podi-

do obtener la colaboración esperada compartiendo los resultados por nuestras investigaciones. Además, tenemos la satisfacción de que los alumnos han obtenido calificaciones muy buenas en sus trabajos cuando han presentado su trabajo de investigación en el instituto. Por otro lado, se ha observado que por su parte el proyecto se ha realizado con satisfacción. De esta forma, como la valoración final ha sido positiva, hemos optado por presentar más propuestas y mantenerlas en el programa FORCES.

## LA VITAMINA C: UNA DOSIS DE FRAGILIDAD

› **Antonio Viayna Gaza**

› **F. Javier Luque Garriga**

Departamento de Nutrición, Ciencias de la Alimentación y Gastronomía,  
Facultad de Farmacia, UB

El objetivo básico del trabajo de investigación que hemos tutorizado a la alumna ha sido el estudio de la cinética de degradación de la vitamina C o ácido L-ascórbico, bajo el efecto de varios factores, que podían tener una influencia en la disminución de los niveles de este nutriente. La hipótesis principal del trabajo es plantear si la vitamina C es un micronutriente inestable y propenso a la degradación.

La tarea facilitada y propuesta ha sido, por una parte, proponer a la alumna una serie de experimentos con soluciones de vitamina C y de muestras de tomate dentro de las instalaciones del Campus de la Alimentación de Torribera de la UB en Santa Coloma de Gramenet. Por otra parte, también se ha asesorado a la alumna para que comprendiese conceptos teóricos de cinética química, así como de procesamiento de datos y su interpretación.

En nuestro caso, consideramos que el proyecto se ha desarrollado de forma muy correcta y fluida. Nuestra estudiante ha demostrado una fuerte motivación por el trabajo y un gran interés en la realización de los experimentos propuestos. La comunicación con el centro de Secundaria ha sido excelente. No hemos encontrado aspectos negativos o de mejora en el desarrollo del proyecto.

Nuestro trabajo como docentes del ámbito universitario ha sido principalmente facilitar el acceso a los recursos de laboratorio que tenemos en nuestra universidad. También, como expertos en el ámbito de la fisicoquímica, hemos podido ayudar a nuestra alumna a la hora de proponer estudios y revisar los conceptos científicos de más difícil comprensión.

La participación en el proyecto FORCES ha supuesto una excelente experiencia a nivel personal y docente, gracias a la tutorización de un es-

tudiante a través de un proyecto estimulante que ponga a prueba los pasos básicos del método científico. Hemos tenido la suerte de ir tutorizando a una alumna en un laboratorio, buscando la explicación de los resultados obtenidos, y eso nos ha supuesto todo un reto que ha puesto a prueba nuestros conocimientos científicos.

Nuestra valoración global del proyecto y de nuestra estudiante ha sido muy positiva. Respecto al proyecto FORCES en general, consideramos que es una muy buena iniciativa que permite facilitar el contacto entre dos ámbitos, la Educación Secundaria y la Universitaria. Ha sido una experiencia muy buena y enriquecedora. El proyecto sobre vitamina C ha sido un proyecto con una hipótesis muy precisa y muy bien fundamentada, en el que el diseño experimental se ha presentado de forma muy lógica y en el que los conceptos teóricos expuestos en la memoria se han dejado muy claros. A nivel personal, nuestra alumna ha demostrado ser una estudiante muy motivada y con ganas constantes de aprender y con excelentes habilidades para el trabajo científico.

## **LABQUAKES: ESTUDIO DE TERREMOTOS EN EL LABORATORIO**

### › **Eduard Vives Santa-Eulàlia**

Departamento de Física de la Materia Condensada, Facultad de Física, UB

Durante los cursos 2018-2019 y 2019-2020 he participado en el programa FORCES de la UB proponiendo cinco trabajos, todos ellos enmarcados en el estudio de los llamados *labquakes*: se trata de registrar la secuencia de señales ultrasonoras que se emiten cuando un material poroso se rompe mientras lo comprimimos a una cierta velocidad controlada. Los ultrasonidos son ondas de sonido de alta frecuencia que, pese a no ser captados por el oído, sí se pueden registrar con sensores piezoeléctricos que actúan de micrófonos. En 2011, el equipo de investigación del que formo parte propuso demostrar que estas señales ultrasonoras tienen un comportamiento estadístico paralelo al comportamiento de los terremotos que se producen en la corteza terrestre. El resultado fue publicado en una revista de investigación de alto impacto en el año 2013. En cierto modo, el estudio de los *labquakes* permite entender con experimentos a pequeña escala fenómenos geofísicos que ocurren a escalas mucho mayores.

Los experimentos en el marco de un laboratorio de investigación como el nuestro los puede realizar una persona inexperta de forma relativamente sencilla y sin peligros mientras haya una supervisión.

Cuando el IDP-ICE puso en marcha el programa FORCES enseguida vimos la potencialidad que podía tener nuestro resultado como modelo pedagógico para introducir a los alumnos en el mundo de la geofísica. Implementarlo con alumnos de Bachillerato era todo un reto y, a día de hoy, creo que la experiencia ha sido muy satisfactoria.

La tarea que se proponía al alumnado consistía en trabajar dos o tres sesiones en nuestro laboratorio, estudiando los aparatos que empleamos, caracterizando la muestra que se estudia, realizando propiamente el experimento y recogiendo los datos (una tabla con miles de líneas).

En una segunda tanda de tres o cuatro sesiones en el despacho delante del ordenador (los alumnos con su portátil) se les enseñaba a acceder a las bases de datos públicas que permiten obtener listados de terremotos con sus propiedades (fecha, epicentro, magnitud, etc.). Finalmente, a partir de las dos listas (*labquakes* y terremotos), el trabajo consistía en llevar a cabo algún tipo de representación gráfica para compararlos. Usualmente, histogramas de alguna propiedad de los terremotos. En este punto es donde los cinco trabajos propuestos han diferido un poco: algunos alumnos han estudiado las magnitudes, otros los tiempos de espera entre eventos, otros la existencia de réplicas, etc. En todos los casos, la conclusión ha sido poner de manifiesto la equivalencia estadística de los dos fenómenos.

El trabajo propuesto es de cierta complejidad. El alumno debe adquirir conceptos nuevos de tipo geofísico (terremotos, magnitud, sismógrafos, ley de Gutenberg-Richter, ley de Omori, etc.), de física de materiales (resistencia de materiales, ultrasonidos, electrónica) y sobre todo de estadística (procesado de grandes cantidades de datos con Excel, cómo realizar histogramas relativamente complejos, logaritmos, representaciones gráficas, etc.).

Mi valoración más importante, desde el punto de vista de los alumnos, es que el programa representa un modo de acceder al mundo de la investigación «real», «en mayúsculas». Creo que la experiencia les rompe muchos esquemas preconcebidos. Muchos de ellos antes de llegar ven la investigación como algo mágico, misterioso e inaccesible. Quizás algunos se frustran un poco porque ven que no hay fuegos artificiales. Después de muchas horas de trabajo se van a casa con una sencilla gráfica. No obstante, es una gráfica que han obtenido ellos; la han creado ellos, la entienden completamente, hasta el último detalle. Esta profundidad de la investigación, frente a la superficialidad que existe usualmente en la sociedad, en los debates de TV o en Twitter, creo que es uno de los principales valores que obtienen.

Un primer aspecto que destacar para el profesorado universitario es que el programa FORCES del IDP-ICE representa una oportunidad de realizar un trabajo que una gran parte del profesorado vocacional ya veníamos haciendo (colaborar en TDI en los centros de Secundaria) en un marco oficial y reconocido, a pesar de que el número de horas que se



acaban dedicando a cada alumno supera ampliamente el que el programa propone.

Un segundo aspecto importante es que este proyecto es una oportunidad de destilar los aspectos más fundamentales de nuestro trabajo de investigación: encontrar qué es lo más importante y cómo explicarlo de forma sencilla. Esto sirve realmente para modelizar y entender mejor los problemas que estudiamos.

Existe una frase que se atribuye indistintamente a Albert Einstein y a Richard Feynman que dice: «Si no lo puedes explicar de forma sencilla, es que no lo has entendido». Creo en ello realmente y eso me ha llevado a defender encarnizadamente que la investigación científica se debe realizar en el marco académico de las universidades, frente a centros puramente de investigación que hoy están tan de moda; que la investigación y la docencia, bajo mi punto de vista, no pueden separarse. Un buen investigador debe ser, y es, un buen profesor. No podemos coger los buenos investigadores y sacarlos del sistema académico y docente. El proyecto FORCES lleva a exagerar aún más la frase anterior: «No lo has entendido hasta que no lo sabes explicar a un alumno de Bachillerato».

Finalmente, para la institución universitaria el proyecto FORCES no debe verse únicamente de forma mercantilista, como un mecanismo para atraer más estudiantes, sino como un modo de fortalecer su misión: la transmisión del conocimiento y la cultura a la sociedad en general.

## II. EXPERIENCIAS DE TUTORIZACIÓN DE PROFESORADO DE BACHILLERATO

## RUPTURA Y ESTIRAMIENTO DE UNA MOLÉCULA DE ADN CON PINZAS ÓPTICAS

### › Úrsula Llaosa Laguna

Instituto de Gelida, Gelida

(Profesora y tutora de Bachillerato. Tutora del trabajo de investigación del alumno Iñaki Salas en colaboración con el profesor Fèlix Ritort, de la Facultad de Física de la Universidad de Barcelona)

La realización del trabajo de investigación ha sido toda una experiencia, tanto para Iñaki como para mí. Nunca habíamos oído hablar de las pinzas ópticas o cámara microfluídica y no entendíamos cómo se podría separar la doble hélice del ADN, entre otras cosas, pero, gracias al equipo dirigido por el doctor Fèlix Ritort, todas esas palabras raras y sin sentido comenzaron a formar parte de nuestro vocabulario habitual. Es decir, nos descubrieron y nos hicieron adentrarnos en un mundo totalmente desconocido: el mundo de las pinzas ópticas.

Las pinzas ópticas aprovechan las propiedades de los haces de luz para generar fuerzas que permiten sujetar y manipular cuerpos microscópicos sin tocarlos físicamente. La técnica ya es una realidad en la investigación básica y el estudio de muestras biológicas como el ácido desoxirribonucleico (ADN), motores moleculares, microfluidos y micromáquinas, entre muchos otros ámbitos. Concretamente, se va realizando la preparación de la cámara microfluídica y tres experimentos: ruptura mecánica del ADN, estiramiento de esta molécula y medición de la viscosidad de un fluido usando la ecuación de Stokes. Es decir, esta técnica ha permitido también calcular valores, como el de la fuerza o el de la velocidad de un fluido, que últimamente han permitido calcular el valor de viscosidad del mismo fluido.

La presencia del investigador de la Universidad de Barcelona ha sido una pieza clave para desarrollar este trabajo, ya que nos abrió sus laboratorios, nos proporcionó varias fuentes bibliográficas para lograr un mayor entendimiento y siempre ha manifestado predisposición para compartir sus conocimientos y resolver dudas.

En cuanto a mi aportación como tutora, pienso que, como dice Iñaki en los agradecimientos, he sido una guía que, mediante un constante contacto personal y por correo, le he hecho ver la importancia de distintos aspectos, como realizar una buena presentación y analizar detalladamente la información obtenida siguiendo las recomendaciones de Fèlix.

Valoraría la experiencia como muy positiva, puesto que nos ha permitido aprender sobre un mundo desconocido, las pinzas ópticas, a un nivel universitario, y conocer ámbitos desconocidos como la biofísica, además de abrirnos los laboratorios de la universidad para poder realizar prácticas que sin el programa FORCES sería impensable llevarlas a cabo.

## ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD DE INVERTEBRADOS

### › Esther Mas Martí

Instituto Marina, La Llagosta e Instituto Alba del Vallès,  
Sant Fost de Campsentelles  
(Profesora de Biología y tutora del trabajo de investigación del alumno  
Carlos López en colaboración con la asociación Llapis i Llavors y David Tella,  
de la Universidad de Barcelona)

El trabajo de Carlos tenía por objetivo comparar la abundancia y biodiversidad de invertebrados terrestres en dos parcelas contiguas del mazo de El Garraf que habían diferido en usos del suelo; una forestada y la otra más abierta debido al abandono del cultivo.

La colaboración con la asociación Llapis i Llavors facilitó considerablemente el trabajo de campo, que se realizó mediante el uso de trampas *pit-fall* (trampas de tierra), que se recogieron en tres ocasiones. Previamente había habido un encuentro en su sede, con los alumnos que colaborarían, las respectivas tutoras de TDI y David y Marta (Llapis i Llavors). Nos explicaron en qué consistía su trabajo y acordamos días de muestreos, metodología, objetivos, etc.

En el instituto se realizó la identificación taxonómica de las muestras recogidas y se asistió en el análisis y representación de los resultados, puesto que las muestras generaron muchos datos. Como tutora propuse a Carlos intentar colaborar con algún grupo de investigación para intentar canalizar el entusiasmo del alumno con algún proyecto que pudiera ofrecer una producción más rica (a menudo, los alumnos nos vienen con grandes temas de TDI, pero que son poco asumibles con los recursos e infraestructuras de los institutos).

Participé y acompañé a Carlos en varias reuniones con la asociación Llapis i Llavors y lo acompañé en una de las tres salidas de campo. Esto me permitió conocer el área de estudio y metodología empleadas, con el fin de ayudarlo con el planteamiento de su trabajo de una forma que pudiera encajar dentro del proyecto de Llapis i Llavors. Esta salida también me permitió ayudarlo en la organización y el material de campo para optimizar esfuerzos e intentar reducir el tiempo de muestreo.

Sin embargo, considero que mi peso como tutora recayó de modo más destacado en estos aspectos:

- Diseño del trabajo del alumno con el establecimiento de objetivos e hipótesis de forma clara y concertada, así como en las distintas partes que debía poseer el trabajo. Debo decir, sin embargo, que no pude terminar la tutoría del trabajo, ya que, al cambiar de centro en el curso 2019-20, algunas partes de la memoria solo las pude dejar pautadas y la corrección final del trabajo y redactado fue a cargo de otra profesora.
- Enseñar y asistir en la identificación de los taxones, que se llevó a cabo en el laboratorio del instituto (uso de guías y material de laboratorio, lavado y preservación de muestras, asistir en la interpretación de estructuras anatómicas y explicar la terminología específica).
- Análisis y representación de datos utilizando una hoja de cálculo. Cálculo de medias, errores estándares e indicadores ecológicos como: abundancia, diversidad o índices de riqueza.

Tal como he comentado anteriormente, la colaboración con Llapis i Llavors ha sido clave para poder desarrollar el trabajo de campo y para aprender metodologías y técnicas que en el ámbito puramente académico habría sido más complicado adquirir. No obstante, seguramente lo más relevante de cara al alumno ha sido que representa su primera aproximación al mundo laboral y académico y eso le ha entusiasmado, pero también lo ha hecho ser consciente del sentido de la responsabilidad a la hora de asumir tareas y la necesidad de coordinarse y llegar a consensos con el resto del grupo, por ejemplo. Es decir, ha puesto en valor aptitudes y cualidades sociales muy necesarias en el trabajo colaborativo y demasiado a menudo despreciadas por la sociedad dentro del ámbito escolar.

Igualmente, a pesar del trato cercano y distendido de los investigadores, para el alumno no dejaba de ser un referente real de un investigador, con quien se ha podido reflejar. De esta manera, ha entendido el esfuerzo real que requiere conseguir datos de campo, así como el rigor y la dedicación (¡pero también entusiasmo!) con que hay que trabajar. Sin lugar a dudas, la colaboración con investigadores externos ha transfor-

mado en reales y significativos muchos de los aprendizajes que intentamos inculcar en los centros educativos.

La valoración de la experiencia ha sido muy satisfactoria, tanto que cada curso intento promover algún tipo de colaboración similar entre mis alumnos (siempre que la madurez del alumnado lo permita, claro). Desde mi punto de vista, este tipo de colaboraciones no solo permiten acceder a una parte práctica de los trabajos de investigación muy enriquecedora, sino que aportan significación y relevancia a muchos de los objetivos de aprendizaje académicos, tanto a nivel de contenidos como de procedimientos y actitudes. Además, enfrentan al alumno con una situación profesional bastante real, que le puede ser de gran referencia, así como ayudarle a descubrir o discernir futuras opciones laborales o ver hacia dónde encauza sus futuros estudios.

## LA VITAMINA C: UNA DOSIS DE FRAGILIDAD

### › **Montserrat Sadurní Ventura**

Instituto Alt Penedès, Vilafranca del Penedès  
(Profesora de Biología y Geología y tutora de Bachillerato, tutora del trabajo de investigación de la alumna Marina Travé en colaboración con los profesores Antonio Viayna y F. Javier Luque, del Departamento de Nutrición, Ciencias de la Alimentación y Gastronomía. Facultad de Farmacia, UB)

En el trabajo de investigación titulado «La vitamina C: una dosis de fragilidad», se realiza un estudio de la cinética de degradación de la vitamina C, tanto libre como presente en los alimentos, bajo distintas variables, con el fin de averiguar de qué forma preservan mejor su estructura y de rebote sus propiedades como nutriente esencial.

El papel de un tutor de TDI consiste en realizar encuentros periódicos de seguimiento con los alumnos, revisión del trabajo realizado, apoyo y acompañamiento, pero el trabajo principal recae en el alumnado. En este caso, como la realización del trabajo y de las prácticas fueron llevados a cabo por Marina con la ayuda de los investigadores de la UB, pude poner el foco de atención en el estilo de redacción del trabajo, incidiendo en la citación y referenciación de las fuentes consultadas.

Los laboratorios de los institutos de Educación Secundaria no disponen de suficiente equipamiento para la realización de algunas prácticas y a veces los trabajos acaban siendo más teóricos de lo que cabría esperar. El haber podido contar con las instalaciones del Campus Torribera de la UB ha posibilitado que se puedan llevar a cabo los experimentos de cinética de degradación de la vitamina con rigor científico.

Por otra parte, los investigadores de la UB en todo momento se han mostrado muy colaboradores y han participado del entusiasmo de la Marina, ayudando tanto en las explicaciones sobre temas que aún no se habían dado en el Bachillerato, como en la realización de las prácticas y en la aportación de nuevos enfoques en el trabajo.



### **III. EXPERIENCIAS DE ALUMNADO TUTORIZADO POR PROFESORADO UB**

## ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD DE INVERTEBRADOS

### › Carlos López Somoza

Instituto Marina, La Llagosta

(Alumno de Bachillerato. Trabajo tutorizado por la profesora de Bachillerato Esther Mas y David Tella, de la Universidad de Barcelona)

Mi trabajo de investigación es «El análisis de la biodiversidad de invertebrados». Trata de cómo puede influir el tipo de suelo en la diversidad de los diferentes invertebrados. El trabajo consistía en coger una zona, en este caso una zona en el parque de El Garraf, en Begues (Barcelona) y dividir esta zona en dos parcelas. Una parcela con un destacable predominio de la vegetación y un suelo más rico, y otra con escasa vegetación y un suelo más pobre, compacto y arcilloso. En ambas parcelas se tomaron muestras durante tres días, para luego compararlas una con la otra. Finalmente, los estudios de la clasificación de muestras demostraron (desde mi punto de vista, inesperadamente) que en la parcela con el suelo más pobre y compacto había más biodiversidad que en el bosque con vegetación.

Claramente, esto no hubiera sido posible sin las indicaciones previas de mi tutora, Esther Mas, quien me facilitó muchos aspectos. Gracias a su implicación, tuve un espacio en el laboratorio del instituto para analizar cada muestra, durante un período bastante extenso. Me ayudó mucho a la hora de realizar las quedadas, tanto fuera como dentro del instituto. Pero, sobre todo, fue clave para lograr que mi trabajo tuviese un plan de trabajo mucho más sólido de lo que podría haber sido, ya que realizar primero la parte práctica mientras iba buscando información del lugar de estudio me hizo familiarizarme más con la zona. Dejar para más tarde la parte teórica cuando ya tienes toda la práctica hecha es lo más recomendable en trabajos de este tipo.

Por otro lado, están los investigadores de la UB David, Edgardo y Marta. Gracias a cada uno de ellos, el trabajo salió perfecto. En primer lugar Edgardo, que me acompañó el primer día a las prácticas de campo. Me enseñó todo lo esencial que se debe saber en un trabajo de campo,

además de contarme lo emocionantes que pueden ser estos trabajos. A partir de sus palabras aprendí a ver el mundo de los investigadores de una forma que nunca antes había adoptado. Otra ayuda fue por parte de Marta. Me enseñó a usar un Word de distintas maneras, lo que me sirvió mucho a la hora de elaborar el trabajo (por ejemplo, un índice automático). Por último, David me acompañó desde el principio hasta el final, ayudándome en todo lo posible con relación al trabajo de campo, dándome todos los datos que necesitara sobre la zona o su historia, etc. Cualquier duda que tuviese, ahí estaba él para responder, ya fuera vía correo electrónico o WhatsApp.

En resumen, esta experiencia, tanto con mis tutoras como con los investigadores del proyecto FORCES, ha sido única. Nunca había sentido la satisfacción que sentí cuando terminé el trabajo y extraje las conclusiones finales. No pensé en la nota que recibiría, porque cuando realicé el análisis de los datos, después de casi un año de trabajo, lo que sentí fue inolvidable. Conseguir tus objetivos, refutar tu hipótesis... Son aspectos que nunca había visto y, con la ayuda de los ya nombrados, pude sentir un poco lo que es ser investigador. Además, claramente, de toda la experiencia como estudiante, profesional y como persona que ganas realizando este trabajo, junto con las puertas que se abren en tu camino.

## RUPTURA Y ESTIRAMIENTO DE UNA MOLÉCULA DE ADN CON PINZAS ÓPTICAS

### › Iñaki Salas Farrera

Instituto Gelida, Gelida

(Estudiante de Bachillerato. Trabajo tutorizado por la profesora de Bachillerato Úrsula Llaosa en colaboración con el profesor Fèlix Ritort, de la Facultad de Física, UB)

«Ruptura y estiramiento de una molécula de ADN con pinzas ópticas» es un trabajo planteado y realizado en la Universidad de Barcelona en el que se plantea la posibilidad de manipular una molécula, como es la del ácido desoxirribonucleico, a fin de conocer sus propiedades. Para llevar a cabo este experimento se han usado de las pinzas ópticas, una herramienta que con la utilización de un haz de luz es capaz de generar fuerzas que permiten sujetar y manipular cuerpos microscópicos sin tocarlos físicamente. Al aplicar esta fuerza también se obtienen otros valores, como el de la velocidad o la extensión que experimenta la molécula. Con estos valores, después se extraen las conclusiones de cada experimento. Así, con este trabajo, se ha podido comprobar la eficiencia y funcionalidad de las pinzas ópticas a la hora de atrapar, orientar y guiar partículas.

La experiencia en la Facultad de Física ha sido inolvidable. Primeramente porque he podido trabajar en unas instalaciones en las que he contado con todo el material necesario para el experimento, sabiendo que, a nivel de estudiante de Bachillerato, las limitaciones respecto a la maquinaria y materiales exclusivos son evidentes. También con los investigadores que estudian allí, puesto que han sido capaces de crearnos curiosidad sobre su mundo y nos han ayudado a entender y hacernos aprender sobre un tema que, desde un principio, era totalmente desconocido para mí, y con su ayuda he podido profundizar en mi trabajo. Además, este trabajo me ha abierto las puertas de ámbitos por los que nunca me había interesado.

A nivel más personal ha supuesto mi primer contacto con la universidad y me ha resultado una experiencia positiva. También me ha dado a

conocer nuevas personas, con las que he podido trabajar cooperativamente y quienes han contribuido a que esta experiencia se convirtiese en un aprendizaje.

Por tanto, esta experiencia la valoro muy positivamente, ya que me ha dado a conocer tanto nuevas personas como nuevos ámbitos de aprendizaje desconocidos para mí. La experiencia en el laboratorio también permite que la experimentación pueda ser de un nivel más complejo que en un laboratorio de instituto. En definitiva, la experiencia ha sido constructiva, útil y práctica.

## LA VITAMINA C: UNA DOSIS DE FRAGILIDAD

### › Marina Travé Ferrer

Instituto Alt Penedès, Vilafranca del Penedès, Barcelona  
(Alumna de Bachillerato. Trabajo tutorizado por la profesora Montserrat Sadurní con la colaboración de los profesores Antonio Viayna y F. Javier Luque, del Departamento de Nutrición, Ciencias de la Alimentación y Gastronomía, Facultad de Farmacia, UB)

El trabajo de investigación realizado conjuntamente con el proyecto FORCES se titula «La vitamina C: una dosis de fragilidad». Es un estudio sobre la cinética de degradación de la vitamina C bajo diferentes variables, como la luz o la temperatura, para determinar el grado de inestabilidad del nutriente. La parte experimental del trabajo también consta de un ensayo para ver cómo actúa la cubierta de un alimento con respecto a la pérdida de la vitamina.

El hecho de haber podido trabajar conjuntamente con dos investigadores de la UB ha resultado de gran ayuda para sacar adelante el trabajo. Desde el principio y a lo largo de todo el proceso me proporcionaron varias fuentes de información para la redacción de la parte teórica. Con relación a la parte experimental, pude realizarla en un laboratorio del Campus Torribera y cada día estaba acompañada y recibía la ayuda y las indicaciones necesarias.

Agradezco haber podido trabajar con cierta libertad y al mismo tiempo haber podido contar con alguien con quien comentar y valorar los resultados obtenidos o a quien consultar las dudas correspondientes a la experimentación. Cuando realicé el trabajo, en el instituto todavía no habíamos trabajado el tema de la cinética de las reacciones químicas, pero los investigadores de la UB me explicaron los contenidos que había que saber. También me fue de gran ayuda poder enviar el trabajo de investigación a los investigadores antes de entregarlo, puesto que sus observaciones posibilitaron que presentara el trabajo con más seguridad.

Así pues, estoy muy contenta de haber podido participar en este proyecto, ya que ha resultado muy enriquecedor, tanto por los conociemien-

tos adquiridos como por el simple hecho de haber podido realizar la parte experimental en un laboratorio de la universidad y acompañada de los dos investigadores. En todo momento dispuse de ayuda y de todos los recursos necesarios, e incluso después de haber terminado los ensayos que habíamos previsto para la parte experimental aceptaron que volviera a ir un día más para ampliarla con un nuevo ensayo que quise incluir posteriormente.

## EL PROYECTO FORCES EN DATOS

Las propuestas que ofrece el proyecto FORCES en general suelen tener un carácter muy concreto y ligado a una investigación o a la experiencia de un investigador/a.

Cuando se hace la propuesta, a los investigadores/as se les pide que se pongan en los ojos de un estudiante de Bachillerato y creen una propuesta atractiva, innovadora y comprensible para ellos. Esta concreción pensamos que ayuda a muchos estudiantes a encontrar qué propuesta se acerca a la idea del TDI que quieren desarrollar. Esto no quita que en muchos casos haya una flexibilidad y adecuación entre ellos, de modo que bajo un mismo título propuesto puedan aparecer dos trabajos muy distintos.

Ofrecemos a continuación los datos de participación de las diferentes ediciones, un resumen de la continuidad del alumnado participante en FORCES que después ha decidido realizar sus estudios universitarios en la UB. Los datos correspondientes a la edición 2020 han sufrido cambios debido a la aparición de la pandemia del COVID-19, que ha obligado a muchas colaboraciones a adaptarse y a retrasar la finalización de las mismas más allá de los plazos habituales; a pesar de las circunstancias adversas, un 50% de las propuestas asignadas han podido terminarse completamente.

Como se puede observar, cada edición prácticamente ha duplicado todos los indicadores de las ediciones inmediatamente anteriores. FORCES moviliza y penetra en casi un centenar de centros de Educación Secundaria de Cataluña y ya son más del centenar el número de estudiantes que participan en él. Ello incrementa la exigencia y la presión sobre el mismo programa, que reclama más dedicación de personal en su gestión y una infraestructura informática también superior a la disponible en sus inicios.

En cuanto al profesorado de la UB, el número de tutores ha crecido con la misma proporción, aunque la institución apenas recompensa esta dedicación. El incremento del número de profesores e investigadores UB ha crecido al mismo tiempo que lo hacía el número de facultades y de grados implicados.

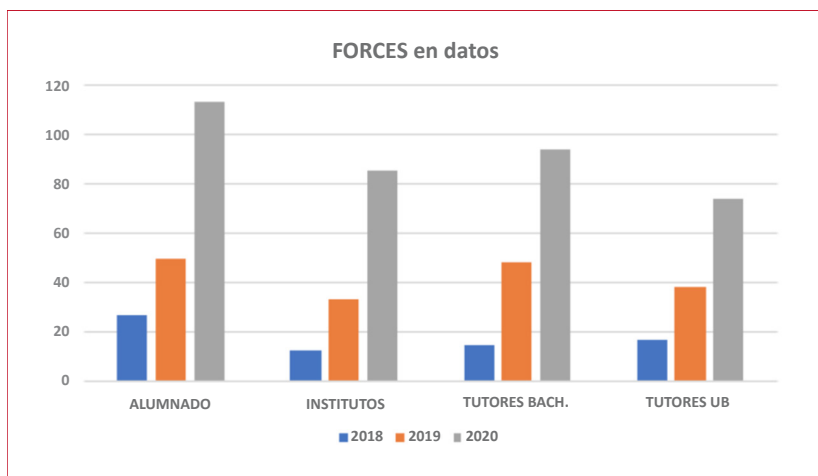


## Datos de alumnado por ediciones

EDICIÓN 2018	
Alumnos	27
Centros de Secundaria	13
Tutores de Bachillerato	15
Investigadores profesorado UB	17
Alumnos x grados 2018	
Farmacia	9
Filología	9
Educación	3
Física	3
Biología	2
Derecho	1

EDICIÓN 2019	
Alumnos	50
Centros de Secundaria	33
Tutores de Bachillerato	48
Investigadores profesorado UB	38
Alumnos x grados 2019	
Biología	9
Farmacia	7
Física	11
Filología	4
Educación	7
Derecho	2
Medicina	6
Ciencias de la tierra	2
Bellas artes	1
Economía	1

EDICIÓN 2020	
Alumnos	113
Centros de Secundaria	85
Tutores de Bachillerato	94
Investigadores profesorado UB	74
Alumnos x grados 2020	
Física	24
Filología	7
Educación	7
Derecho	7
Medicina	7
Ciencias de la tierra	5
Bellas artes	2
Economía	3
Geografía	8
Historia	16
Historia del arte	3
Química	2
Psicología	8
Filosofía	1
Matemáticas	1



### Continuidad y resultados obtenidos por los estudiantes del programa FORCES en grados de la Universidad de Barcelona

	Porcentaje de alumnado FORCES incorporado a UB	Media de núm. de créditos superados del alumnado FORCES	Nota media obtenida por alumnado FORCES en grados
2018	30	95	7,70
2019	30	-	8,35

Fuente: Unidad de Planificación Académico docente de la UB.

## BIBLIOGRAFÍA COMENTADA SOBRE EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### › **María del Pilar Menoyo Díaz**

(Doctora en Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales y catedrática emérita de Matemáticas de Secundaria)

A continuación indicamos una pequeña muestra sobre fuentes bibliográficas que pueden ser un referente para iniciar al alumnado en la realización de trabajos de investigación y un apoyo para el profesorado en la tarea de tutorización teniendo presente el marco de actuación de los objetivos de desarrollo sostenible.

Con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) como referente, como mirada, podemos plantear al alumnado que sus trabajos de investigación pueden ser una oportunidad para contribuir a mejorar aspectos de su entorno cercano y una oportunidad para contribuir a mejorar el mundo.

### **Sobre aspectos globales de lo que representa realizar y tutorizar un trabajo de investigación**

Alturo, N. (2020). *Investigar al Batxillerat. La tutorització de treballs de recerca de llengua i literatura catalanes*. Barcelona: Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/171231>

Belmonte, M. (2011). *Enseñar a investigar. Libro del profesorado*. Bilbao: Ediciones del Mensajero.

Se trata de dos libros, uno dirigido al profesorado, de 415 páginas, y otro al alumnado, de 300 páginas, producto de muchos años de experiencia en la tutorización de trabajos de investigación y en encuentros de jóvenes investigadores.

El del profesorado está estructurado en 7 capítulos: «Significado de lo que es una investigación», «El proceso de la investigación», «El diario o

bitácora», «Elaboración de la memoria», «La defensa oral», «Los recursos necesarios», «La evaluación» y una bibliografía.

El del alumnado está estructurado en 11 capítulos: «Situación actual» (de hace 10 años), «El significado e implicación de la investigación», «El alumnado de Secundaria puede investigar» (ejemplificaciones), «El proceso de investigación», «Actividades paralelas relacionadas con el desarrollo de la investigación», «Formación del alumnado», «Evaluación», «Tutoría», «Aspectos burocráticos», «Sugerencias de mejora para el profesorado» y «Bibliografía».

Menoyo, M. del P. (2016). *La realización de trabajos de investigación: un reto para el alumnado y el profesorado de Secundaria* (Premio Marta Mata de Pedagogía 2013. Premios 10). Barcelona: Octaedro-Rosa Sensat.

El contenido (219 páginas), que está estructurado en cuatro bloques más la bibliografía, está basado en la tesis doctoral de la autora: *Anàlisi del procés de realització i tutorització dels treballs d'investigació a secundària: propostes didàctiques per millorar la competència en recerca de l'alumnat*. Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la UAB. [https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2013/hdl\\_10803\\_121593/mpmd1de2.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2013/hdl_10803_121593/mpmd1de2.pdf) y en materiales inéditos, posteriores a la tesis.)

«Justificación: ¿por qué fomentar la realización de trabajos de investigación desde 1.º de ESO», «Estado de la cuestión: las dificultades que supone la realización y tutorización de trabajos de investigación», «Marco de actuación: propuestas para iniciar al alumnado en la realización de trabajos de investigación en Secundaria», «Valoración de la experiencia en boca del alumnado participante en encuentros de jóvenes investigadores».

Menoyo, M. del P. (2021). «La evaluación competencial del trabajo de investigación de Bachillerato». <http://formacionib.org/noticias/?La-evaluacion-competencial-del-trabajo-de-investigacion-de-Bachillerato#>

Artículo sobre cómo poder aplicar los criterios de evaluación normativos que deben guiar profesorado y alumnado.

Piñeiro, A. Web provisional sobre herramientas metodológicas, basado en su licencia por estudios: *Herramientas para la investigación en la ESO y el Bachillerato. Una propuesta interdisciplinar sobre metodología* (ESO y Ba-

chillerato. Curso 2005-2006). <https://sites.google.com/a/xtec.cat/treball-de-recerca-de-batxillerat/home>

Estructurado en los apartados siguientes: «Justificación de los materiales», «Estructura de una investigación», «Trabajos descriptivos», «Trabajos explicativos», «Trabajos comparativos», «Estudio del caso», «Fuentes de información», «Herramientas informáticas para la investigación», «Prácticas y ejercicios».

Turull, M. (coord.), Pons, A., Roca, B., Satorras, R. M., Vallès, A. (2017). *Guia pràctica per fer un bon treball de recerca (TR) a Batxillerat. #20 consells essencials*. Barcelona: IDP/ICE Universidad de Barcelona. <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/114030/6/Guia%20practica%20per%20fer%20un%20bon%20TR%20BTX%2020%20consells.pdf>

Los puntos son: «Por qué es importante realizar un buen trabajo de investigación», «Saber planificar el trabajo y gestionar bien el tiempo», «Cómo empezar», «Elegir el tema», «Determinar el tipo de investigación y formular el objetivo», «Determinar el método, las técnicas y los procedimientos», «Redactar un sumario provisional», «Redactar una introducción provisional», «Documentarse», «El acceso a las fuentes de información», «Vaciar la información que extraemos de la documentación o de las fuentes», «La estructura o las partes del trabajo», «Aspectos formales del documento escrito», «La calidad de la expresión escrita», «No se puede copiar ni utilizar información sin indicarlo (plagio y copia)», «Las notas a pie de página y las referencias dentro del texto», «Las referencias bibliográficas», «La bibliografía final», «La presentación en PowerPoint», «La exposición oral», «Recursos útiles».

## **Sobre realizar los trabajos de investigación bajo el marco de los objetivos de desarrollo sostenible**

Estos tres artículos enmarcan los trabajos de investigación bajo el paraguas de los objetivos de desarrollo sostenible, justificando el porqué de la importancia de tener una mirada ODS para iniciar una investigación, y más en estos tiempos de emergencia global.

Presentan propuestas de actuación y ejemplificación de investigaciones realizadas en la ESO bajo esa mirada y que han sido merecedoras de

premios tanto del ámbito catalán (RecercaJove, Planter de Sondeigs i Experiments) como nacionales (Es de Libro, Exporecerca).

Menoyo Díaz, M. del P. (2020, 12 de febrero). Enseñar a investigar en la etapa de Secundaria en el marco de los objetivos del desarrollo sostenible. *Revistaib*. <http://formacionib.org/noticias/?Ensenar-a-investigar-en-la-etapa-de-secundaria-en-el-marco-de-los-Objetivos-del>

Menoyo Díaz, M. del P. (2020). La acción transformadora de los trabajos de investigación para la consecución de los objetivos del desarrollo sostenible: estudio de las letras de las canciones del reguetón en el marco de la igualdad de género en una actividad extraescolar. *Revista Ciencia, Técnica y Mainstreaming Social (CITECMA)*, 4, 97-111. <https://doi.org/10.4995/citecma.2020.13414>

Menoyo Díaz, M. del P. (2020). Educar la mirada científica del alumnado de Secundaria en el marco de los objetivos del desarrollo sostenible, educar para una ciudadanía global en un momento de cambio educativo. *Modelling in Science Education and Learning* [S.l.], 13 (2), 21-42. <https://doi.org/10.4995/msel.2020.13790>

## **Materiales de consulta sobre programas de ayuda a la investigación, repositorios y modelos de gestión de los trabajos de investigación**

Citilab de Cornellà. *JAM en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible, asesoramiento, formación y ejemplo de investigación* (trabajo de investigación). <https://www.citilab.eu/etiqueta/treballs-de-recerca/>

Un gran banco de recursos y modelos (visuales y textuales) que orientan a profesorado y alumnado en la elección de los trabajos de investigación bajo el paraguas de los ODS, mostrando gestión y resultados a través de la visualización de las JAM, repositorios de trabajos presentados en la muestra, formación en competencia informacional, contacto con expertos a través de SummerLab, etc.

Menoyo, M. del P. Blog sobre investigación en Secundaria. <https://Recercaasecundaria.Wordpress.Com/>

Blog donde se recogen trabajos de investigación de ESO y Bachillerato premiados en distintas convocatorias, así como varios estamentos que asesoran a alumnado y profesorado en la realización de trabajos de investigación: [recercaasecundaria.wordpress.com/premis-treballs-de-recerca/](https://recercaasecundaria.wordpress.com/premis-treballs-de-recerca/)

Nadal, I., *et al.* Web del Instituto Carles Vallbona. <https://sites.google.com/a/iescarlesvallbona.cat/recerca/>

La web está estructurada en: «Propuestas de los departamentos», «Temporización», «Organización», «Asignación», «El trabajo», «Evaluación y repositorio». Es de gran ayuda para la gestión de trabajo de investigación en los centros.

Programa «PAULA: Recerca per a la Ciutadania Global», de la UB. <http://www.solidaritat.ub.edu/educacio-per-la-pau-i-la-ciutadania-global/>

Coinciden con la oferta de Citilab en fomentar los trabajos de investigación bajo el marco de los objetivos de desarrollo sostenible y facilitando materiales para que así sea, mostrando también la formación que imparten y el tipo de asesoría.

Programa «Recerca en Societat», de la UB. <https://www.ub.edu/futurs/treball-de-recerca-de-batxillerat/programa-recerca-en-societat>

Consta de más de 80 actividades dirigidas a diferentes públicos de todas las edades en las que participan cerca de 4500 personas cada año. El programa BATX2LAB, para tutelar prácticas de estudiantes de Bachillerato, recibe el galardón Premio Barcelona Innovación Educativa.

## CONCLUSIONES

### › Max Turull Rubinat

IDP-ICE y Facultad de Derecho, UB

La lectura de las experiencias de los tutores de la UB, los tutores de los centros y de los estudiantes, además de la gestión del programa por parte del IDP/ICE de la UB, permite extraer algunas conclusiones, que hemos agrupado en tres ámbitos.

#### Sobre el funcionamiento del proyecto FORCES:

- Ya antes del estallido de la pandemia provocada por el COVID-19, algunos tutores UB detectaban que la distancia física con los estudiantes era un hándicap importante. Y se vislumbraba que tal vez sería conveniente establecer sesiones virtuales de tutoría y seguimiento de la investigación. La aceleración de las competencias digitales y la adopción de medidas de seguridad sanitaria probablemente provocarán que las sesiones virtuales por videoconferencia entre tutores y estudiantes sean más ágiles y habituales de lo que eran.
- Habría que reforzar, cuando fuese posible, el triángulo entre tutor UB, tutor de centro y estudiante. Existe mucha diversidad de experiencias en este sentido: desde una implicación total del tutor de centro junto al de la UB hasta una inhibición casi absoluta del de centro, pasando por la asunción de roles distintos con funciones también distintas y complementarias (mientras el primero tutoriza el contenido, el segundo se centra en la calidad del trabajo escrito final).
- En algunas facultades se ha introducido la figura del estudiante de cursos superiores, máster o doctorado como mentor del estudiante de Bachillerato y en estrecha coordinación con los profesores UB. Eso ha dado buenos resultados, porque el estudiante de Bachillerato tenía un referente más cercano, porque el mentor ejercía una responsabilidad nueva y estimulante y porque descargaba de algún trabajo al investigador UB con poca disponibilidad temporal. Otras facultades e investigadores, en cambio, no han detectado la necesidad de esta figura.



- Algunos departamentos universitarios que ya tutorizaban TDI han optado por hacerlo exclusivamente a través de FORCES porque lo han considerado más productivo y ágil.
- Que los TDI de humanidades sean minoría en las demandas de los centros al programa FORCES puede ser por desconocimiento de las posibilidades que puede ofrecer al alumnado, se puede deber a que los tutores de centro se consideren más capaces de una tutorización efectiva y a que las fuentes de información, a diferencia de grandes laboratorios universitarios, son más accesibles.
- La diversidad de situaciones de tutorización y de variables, tanto en la calidad como en la cantidad de la tutorización del PDI UB como del tutor de centro, no debería impedir que se acabara fijando un modelo de tutoría más preciso para los dos casos.

### **Sobre el valor y los beneficios del proyecto:**

- El estudiante de Bachillerato se inicia en metodologías de análisis y de trabajo propias de cursos superiores. Ello le aporta conocimiento significativo y relevante y le permite ampliar su campo de visión. Hay, también, un primer contacto con el mundo profesional y laboral.
- El TDI se desarrolla a menudo en un contexto de investigación real mayúscula, con medios (laboratorios y bibliotecas) y con investigadores reales. Se pueden romper esquemas preconcebidos sobre la ciencia y los científicos; se descubre la realidad de la profundidad del conocimiento en todos los ámbitos, frente a la superficialidad; se adquiere responsabilidad, disciplina y autonomía.
- Para el PDI UB suele ser una experiencia positiva porque conoce y comprende mejor como son sus actuales estudiantes de grado y eso le permite interactuar mejor; también porque este mismo docente puede enfocar o ajustar mejor la docencia que imparte los primeros cursos de grado, y, no menos importante, porque debiendo explicar cuestiones complejas a estudiantes de Bachillerato válida, o no, algunos de sus postulados. Se dice que un mismo investigador no ha entendido bien lo que pretende investigar hasta que no es capaz de explicarlo a un estudiante de Bachillerato.
- Participar en un proyecto como FORCES permite sellar y profundizar en el binomio investigación/docencia. La aproximación a este binomio, no siempre pacífico y armonioso, es uno de los tópicos de la universidad.

### Sobre la vivencia del estudiante:

- A pesar de que todos los actores del proyecto –tutores UB, tutores de centro, estudiante y las respectivas instituciones– salen ganando con su participación, el actor principal, en que se focalizan todos los esfuerzos, es el estudiante.
- Para muchos estudiantes, participar en FORCES y vivir la investigación desde dentro y en estas condiciones privilegiadas es una experiencia única y una satisfacción inolvidable, según sus propias palabras. Lo es por el contacto con los investigadores, por el acceso a los medios de trabajo (laboratorios, máquinas, bibliotecas, etc.), por la profundidad del trabajo realizado, por todo lo que han aprendido de la materia, por el crecimiento personal que dicen haber experimentado, por las amistades personales que han hecho y porque se han sentido investigadores.

### Sobre la dimensión institucional:

- El número creciente de alumnos de Bachillerato y de centros acentúa la función de transferencia del conocimiento de la universidad hacia la sociedad. En este caso, la transferencia tiene un valor especial porque su destinatario es el sistema educativo. Una de las misiones de la universidad, por tanto, se ve claramente reforzada con este proyecto.
- FORCES también contribuye, aunque no sea su objetivo principal, a la captación de estudiantes. De hecho, sería más preciso afirmar que contribuye a captar estudiantes con talento, como lo muestran algunas de las trayectorias analizadas y las calificaciones medias de los estudiantes de grado que antes de ingresar a la universidad habían participado en el proyecto.
- La función genérica de captación de estudiantes, por otra parte, se cumple con unos índices discretos: solo uno de cada tres estudiantes de FORCES ingresa después en un grado de la UB. No sabemos si habrían elegido el mismo grado y la misma universidad si no hubiesen participado en FORCES. Los estudiantes de Bachillerato, por tanto, parecen utilitaristas y acceden a FORCES con la intención de llevar a cabo un buen TDI, con la intención de profundizar en una materia que les gusta o inducidos por la familia, que valora este contacto con la institución universitaria. A la hora de elegir un grado y una universidad, sin embargo, siguen otros criterios.

- Los últimos indicadores de participación de profesores e investigadores, grados y facultades de la UB son muy positivos. Como decíamos, este número se ha incrementado notablemente a pesar del poco reconocimiento académico que actualmente tiene la participación en este proyecto. El IDP/ICE aspira a que este programa todavía crezca más, pero paralelamente será imprescindible dedicar más recursos humanos y materiales.

## ANEXO. LISTADO DE PROPUESTAS POR ÁMBITO Y EDICIÓN

### Edición 2018

#### Humanidades (26):

- ¿Qué nos cuentan las pinturas románicas?
- La arqueología literaria: los manuscritos medievales y la edición de las obras antiguas
- Piedras que hablan: el legado escrito del mundo antiguo
- Clásicos inmortales: la pervivencia de los autores latinos en la literatura y las artes
- Poesía experimental contemporánea. Interdisciplinariedad en artes
- Literatura en imágenes: diálogos entre la literatura, el cine y las artes visuales
- De la piedra al museo. La técnica de las pinturas murales románicas catalanas y sus sistemas de exposición
- Cómo han cambiado la gramática y las gramáticas en los últimos cien años
- La transmisión de las lenguas en las familias multilingües
- Las autobiografías lingüísticas
- ¿Cómo suenan las palabras nuevas?
- ¿Qué género adoptan las palabras nuevas?
- ¿En qué medida la sintaxis restringe lo que podemos expresar?
- Las palabras: organismos vivos
- La construcción literaria de los espacios geográficos
- ¿Existe aún un subdialecto barcelonés?
- Lírica catalana del Barroco: conceptos teóricos, modelos y creaciones literarias
- La narrativa breve de Joan Maragall
- Estudio del estilo de un texto literario
- Los avances y los retrocesos del catalán en los últimos tres siglos
- La historia de la lengua catalana medieval a partir de los manuscritos
- ¿Tenemos un buen sistema educativo?
- ¿Cómo debe ser la escuela del siglo XXI?
- ¿Tenemos un buen profesorado?

- ¿Cuál es el papel de los discursos literarios, artísticos y mediáticos en la construcción simbólica de la comunidad gitana?
- La herencia de los trovadores

### **Ciencias sociales (13):**

- La vivienda: ¿de compra o alquiler? Conoce tus derechos y deberes al contratar
- Conflictos en la vivienda. ¿Se pueden resolver con la mediación?
- La corrupción pública: ¿qué es y cómo se puede combatir?
- Gastronomía catalana: el paisaje en la cazuela
- Convirtámonos en antropólogos... de la comunicación
- ¿Cuáles son las principales características del registro publicitario (o político, o científico, o coloquial...)?
- ¿Cómo y de qué cosas se hablaba en tu pueblo en otros siglos?
- Profesiones y ocupabilidad
- Las cerámicas antiguas. ¿Como se hacían y de dónde vienen? ¿Quieres participar en la investigación en el laboratorio de los materiales arqueológicos?
- Las fuentes del municipio
- Los gozos del pueblo X
- Las hierbas medicinales del pueblo
- El pensamiento filosófico femenino y su transmisión

### **Ciencias (1):**

- Efecto de la temperatura en la aparición del mal de altura por hipoxia hipobárica

### **Ciencias médicas y de la salud (1):**

- Una visión a la química de los alimentos y de sus transformaciones

## **Edición 2019**

### **Humanidades (33):**

- Antes del GPS: orientarse y conocer el territorio en la Edad Moderna
- ¿Cómo leer los cuentos? Análisis de un cuento concreto
- Comprender el francés en 40 horas: semejanzas con el catalán y el castellano para su aprendizaje

- Construyendo nuevas masculinidades
- De Fabra (1918) a la GIEC (2016): descripción y norma en las gramáticas catalanas
- El género gramatical de los préstamos
- El latín más allá de los romanos. El uso de la lengua latina en la Cataluña medieval
- Los manuscritos medievales y la máquina del tiempo
- Los mitos clásicos. Usos en la literatura y las artes
- Estudio de la lengua a partir de documentos del archivo local
- Estudio del estilo de un texto literario
- Convirtámonos en antropólogos... de la comunicación
- Realizar un libro de artista como herramienta de creación
- La cerámica arqueológica en el laboratorio
- La construcción literaria de los espacios geográficos
- La fonología de los préstamos en catalán
- La historia de la lengua catalana medieval a partir de los manuscritos
- La narrativa breve de Joan Maragall
- La transmisión de las lenguas en las familias multilingües
- Las autobiografías lingüísticas
- Las palabras: organismos vivos
- Las piedras hablan: introducción a la epigrafía de época romana
- Lírica catalana del Barroco
- La evolución de los dialectos: nivelación o desaparición
- Microhistoria de la extensión o recesión del catalán en los diferentes ámbitos de uso social
- Particularidades de la lengua hablada en tu pueblo/comarca (o contraste entre localidades)
- Publicidad de libros en periódicos y revistas. Análisis de la prensa de principios del siglo XX
- ¿Cuáles son las características de los distintos registros comunicativos?
- Investigación histórica sobre un aspecto de la sociedad de tu pueblo o ciudad en los s. XIX o XX
- Sintaxis y expresividad del catalán
- Un viaje cultural a la América Latina y su realidad
- Vivir en un castillo
- Jaume I
- La exploración, conquista y colonización del Virreinato del Perú

## Ciencias sociales (19):

- Atención socioeducativa a niños pequeños (0 a 3 años) y sus familias
- ¿Cómo deben ser las aulas del siglo xxi?
- Economías emergentes: crecimiento vs. desarrollo
- El acoso escolar
- Los cambios culturales que provoca la aparición del tomate y la patata en la dieta europea
- Impacto económico y social de los correbous en Cataluña / corridas de toros en España
- La historia del fútbol en Cataluña: propuesta para un estudio de historia social
- La historia de los zoos de animales y no solo de animales
- Necesidades sociales en el municipio
- Propuesta para un uso turístico sostenible del patrimonio industrial en Cataluña
- Territorios de frontera
- Crecimiento y decrecimiento forestal en el Parque Natural de El Garraf
- Elementos literarios y culturales de la zona de El Garraf a consecuencia de las relaciones entre el hombre y la naturaleza
- Los pinos de los bosques catalanes
- Insectos en peligro de extinción (luciérnaga, abeja)
- La vivienda: ¿de compra o alquiler? Conoce tus derechos y deberes al contratar
- Trabajos de cuantificación de árboles
- Twitter
- Web

## Ciencias (9):

- Asistencia en la parte experimental de proyectos relacionados con física e ingeniería
- El paisaje, un valor patrimonial y económico. Su estudio y valoración del impacto ambiental
- El reciclaje de los desechos tecnológicos. Aspectos clave y de futuro
- Gestión ambiental, contaminación y salud humana
- La mujer microscopista
- Labquakes: entender los terremotos
- Las piedras que comemos: los cloruros evaporíticos en la sal de cocina

- Microplásticos y desechos en el litoral catalán
- ¿Quieres ver los átomos?

### **Ciencias de la vida (1):**

- Estudio experimental de la respuesta neuroinflamatoria en cultivo

### **Ciencias médicas y de la salud (5):**

- Análisis de polifenoles en alimentos de origen vegetal
- Ciencia y cocina: hacia una visión molecular de los procesos culinarios
- Interoperabilidad en el sistema sanitario catalán
- ¿Qué nos hace estornudar? Cómo nos afecta la polución en la nariz
- Virus del papiloma humano: cancerígeno o no cancerígeno. ¿Lo estudiamos?

### **Ingeniería y Arquitectura (2):**

- Producción descentralizada de bioetanol para gasolina
- Simulación por la reducción de contaminantes en gases de combustión

## **Edición 2020**

### **Humanidades (52):**

- Antes del GPS: orientarse y conocer el territorio en la Edad Moderna
- Arqueología de la cultura ibérica: análisis e interpretación histórica
- Arte románico en el siglo XXI
- ¿Cómo leer los cuentos? Análisis de un cuento concreto
- Cómo son los catalanes. La representación de identidades en la ficción
- Comprender el francés en 40 horas: semejanzas con el catalán y el castellano para su aprendizaje
- De Fabra (1918) a la GIEC (2016): descripción y norma en las gramáticas catalanas
- De las fotografías del álbum familiar al selfi: evolución de representaciones y prácticas fotográficas
- El género gramatical de los préstamos
- El latín más allá de los romanos. El uso de la lengua latina en la Cataluña medieval
- Élités catalanas en los estados italianos en el siglo XVI. Redes de poder y transferencias culturales



- Los manuscritos medievales y la máquina del tiempo
- Los mitos clásicos. Usos en la literatura y las artes
- Los siervos de la gleba: la lucha por la libertad
- Estudio de la lengua a partir de documentos del archivo local
- Estudio del estilo de un texto literario
- Convirtámonos en antropólogos... de la comunicación
- Realizar un libro de artista como herramienta de creación
- Folclore sobrenatural
- Jaume I
- La enseñanza de la pronunciación de segundas lenguas
- La cerámica arqueológica en el laboratorio
- La construcción literaria de los espacios geográficos
- La mujer en el modernismo
- La exploración, conquista y colonización del Virreinato del Perú
- La fonología de los préstamos en catalán
- La historia de la lengua catalana medieval a partir de los manuscritos
- La incorporación de las mujeres filósofas a la historia de la filosofía
- La narrativa breve de Joan Maragall
- La transmisión de las lenguas en las familias multilingües
- Las autobiografías lingüísticas
- Las palabras: organismos vivos
- Las piedras hablan: introducción a la epigrafía de época romana
- Lírica catalana del Barroco
- La evolución de los dialectos: nivelación o desaparición
- La vivienda: ¿de compra o alquiler? Conoce tus derechos y deberes al contratar
- Memoria histórica: el significado filosófico y político de la Shoah
- Comer y beber en la Edad Media: colores, olores y sabores de la cocina medieval.
- Microhistoria de la extensión o recesión del catalán en los diferentes ámbitos de uso social
- Particularidades de la lengua hablada en tu pueblo/comarca (o contraste entre localidades)
- Prehistoria: los primeros agricultores y ganaderos de la Mediterránea
- Prehistoria: los primeros artistas de la península ibérica
- Publicidad de libros en periódicos y revistas. Análisis de la prensa de principios del siglo XX
- ¿Cuáles son las características de los distintos registros comunicativos?

- Investigación histórica sobre un aspecto de la sociedad de tu pueblo o ciudad en los s. XIX o XX
- Sintaxis y expresividad del catalán
- Teatro del Siglo de Oro
- Un viaje cultural a la América Latina y su realidad
- Vivir en el campo en la Edad Media
- Vivir en un castillo
- Vivir en un monasterio medieval: silencio, oración y trabajo
- Quiero dedicarme al turismo: diseña una ruta por Barcelona

### **Ciencias sociales (31):**

- Ansiedad ante los exámenes y otras situaciones de estrés. Estrategias de afrontamiento psicológicas
- Aplicaciones de la realidad virtual en psicología y salud
- Economía colaborativa y falsos autónomos. Los riders de Glover y Deliveroo
- ¿Abandono del territorio? Envejecimiento y despoblación en áreas rurales
- Atención socioeducativa a niños pequeños (0 a 3 años) y sus familias
- ¿Cómo creemos que es la vida universitaria?
- Competencia Comunicativa En Educación Secundaria
- Crecimiento y decrecimiento forestal en el Parque Natural de El Garraf
- Economías emergentes: crecimiento vs. desarrollo
- El acoso escolar
- El bullying: un problema social y un reto para la justicia
- El tráfico de seres humanos en la ciudad de Barcelona: prostitución forzada vs. usuarios libres
- Los cambios culturales que provoca la aparición del tomate y la patata en la dieta europea
- Los pinos de los bosques catalanes
- Formación a trabajadores en materia de PRL (seguridad y salud laboral)
- Hola, mamá, y ahora qué?
- Impacto económico y social de los correbous en Cataluña / corridas de toros en España
- Internet y las apps: los contratos cuando aceptamos
- La Generalidad de Cataluña: cómo se estructura y cómo funciona
- La historia del fútbol en Cataluña: propuesta para un estudio de historia social
- La historia de los zoos de animales y no solo de animales

- ¿Mi ciudad es sostenible?
- La publicidad engañosa en los medios de comunicación. Cómo identificar y protegernos ante las malas prácticas publicitarias
- Música: la siento y la veo. ¡Quiero ser músico!
- Me gusta explicar las cosas desde varios puntos de vista y tengo facilidad para hacerlo. ¿Puedo ser y trabajar de maestro?
- Propuesta para un uso turístico sostenible del patrimonio industrial en Cataluña
- Psicología social del deporte
- Trabajo, automóvil, sociedad
- Trabajos de cuantificación de árboles
- Turistas versus ciudadanos. La aparición de la turismofobia en la ciudad de Barcelona
- La chamicera como medida para la captura de carbono

### **Ciencias (23):**

- Análisis de gluten
- Asistencia en la parte experimental de proyectos relacionados con física e ingeniería
- Cristales en el chocolate. ¿Sabías que el chocolate contiene cristales y que estos son los responsables de que nos guste tanto? ¿Lo quieres investigar?
- Estiramiento de una molécula de ADN con pinzas de luz
- Estructuras menos comunes del ADN
- Agujeros negros y astrofísica
- Insectos en peligro de extinción: luciérnaga, abeja
- Labquakes: entender los terremotos
- La astronomía observacional y con cámaras CCD
- Programación de simulaciones en física
- ¿Qué compuesto natural elimina más microorganismos de los chupetes?
- ¿Quieres ver los átomos?
- Análisis de mapas, fotografías aéreas e imágenes de satélite
- Atrapando con luz láser
- ¿Como está de salud la capa de ozono?
- Congruencias, residuos cuadráticos y el último teorema de Fermat
- El paisaje, un valor patrimonial y económico. Su estudio y valoración del impacto ambiental
- El reciclaje de los desechos tecnológicos. Aspectos clave y de futuro
- Gestión ambiental, contaminación y salud humana

- La mujer microscopista
- ¡Las rocas que me rodean!
- Precipitación y cambio climático en Cataluña
- Rocas evaporíticas y cocina: ¡las piedras que comemos!

### **Ciencias de la vida (5):**

- Estudio experimental de la respuesta neuroinflamatoria en cultivo
- Fisiología de la altitud
- ¿Por qué algunos animales pueden regenerar y otros no? ¿Qué son las células madre?
- Cambio climático en Barcelona
- Ver y tocar moléculas con el microscopio de fuerza atómica

### **Ciencias médicas y de la salud (14):**

- Análisis de polifenoles en alimentos de origen vegetal
- Ciencia y cocina: hacia una visión molecular de los procesos culinarios
- Estudio de las mutaciones en el ADN en pacientes con cáncer de pulmón
- Fármacos activados con luz para el tratamiento de enfermedades neurológicas y el dolor
- Impacto psicológico del glaucoma en los pacientes que lo padecen
- Memoria y amnesias
- Nanopartículas biodegradables para el tratamiento de la inflamación ocular
- Planificación virtual en cirugía maxilofacial
- Sinergias entre enfermedades raras e investigación
- Virus del papiloma humano: cancerígeno o no cancerígeno. ¿Lo estudiamos?
- CAD CAM en odontología
- Interoperabilidad en el sistema sanitario catalán
- ¿Qué es un científico de datos? ¿Y el big data?
- La codificación de los olores en el sistema olfativo

## NORMAS PARA LOS COLABORADORES

[http://www.ub.edu/ice/sites/default/files/docs/normas\\_pres.pdf](http://www.ub.edu/ice/sites/default/files/docs/normas_pres.pdf)

### EXTENSIÓN

Las propuestas de cada cuaderno no podrán exceder **la extensión de 50 páginas (en Word)** salvo excepciones, unos 105.000 caracteres; espacios, referencias, cuadros, gráficas y notas, inclusive.

### PRESENTACIÓN DE ORIGINALES

Los textos han de incluir, en formato electrónico, un **resumen** de unas diez líneas y tres palabras clave, no incluidas en el título. Igualmente han de contener el **título**, un **abstract** y tres **keywords** en inglés.

Respecto a la **manera de citar y a las referencias bibliográficas**, se han de remitir a las utilizadas en este cuaderno.

### EVALUACIÓN

La aceptación de originales se rige por el **sistema de evaluación externa por pares**.

Los originales son leídos, en primer lugar, por el **Consejo de Redacción**, que valora la adecuación del texto a las líneas y objetivos de los cuadernos y si cumple los requisitos formales y el contenido científico exigido.

Los originales se someten, en segundo lugar, a la **evaluación de dos expertos** del ámbito disciplinar correspondiente, especialistas en la temática del original. Los autores reciben los comentarios y sugerencias de los evaluadores y la valoración final con las correcciones y cambios oportunos que se han de aplicar antes de ser aceptada su publicación.

Si los cambios exigidos son significativos o afectan a buena parte del texto, el nuevo original se somete a evaluación de dos expertos externos y de un miembro del Consejo de Redacción. El proceso se lleva a cabo como «doble ciego».

### Revisores

[http://www.ub.edu/ice/llobres/eduuni/Revisores\\_Octaedro.pdf](http://www.ub.edu/ice/llobres/eduuni/Revisores_Octaedro.pdf)

**EL PROYECTO FORCES.  
EL FOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN  
EN BACHILLERATO DESDE LA  
UNIVERSIDAD DE BARCELONA**

LLUÍS CASAS SALA  
ROSA GIRALT DONATO  
(COORDS.)