

BIOLOGOS



Revista del Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid

2015 / CUATRIMESTRE I / NÚM. 36

Premio COBCM 1

Papel de la enzima DYRK1A en la aparición de tumores

Por Berta Segura

Premio COBCM 2

Estrategias de tratamiento para el linfoma linfoblástico T

Por Lucía Bermejo Garrasco

**Los Biólogos y la convalidación
de títulos europeos**

**Planes de estudio 3+2:
opinan las Universidades**

Biodiversidad y ciudades sostenibles

Por Pablo Refoyo

SUMARIO

Director
Ángel Fernández Ipar

Consejo Editorial
Ángel Fernández Ipar
Emilio Pascual Domínguez
M^a Isabel Lorenzo Luque
Juan E. Jiménez Pinillos
Yolanda Mínguez Royo
M^a Ángeles Sánchez Sánchez
Pablo Refoyo Román
Miguel Higuera Ortega
Lorenzo Vidal Sánchez
J. Emilio Blanco Castro

Colaboran
Amaia Barriocanal Santos
María Teresa Torrijos Cantero

Dpto. de Comunicación
Orlando Ríos

Edita
Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid
C/ Jordán, n.º 8
28010 Madrid
www.cobcm.net
Telf. 91 447 63 75

Publicidad
COBCM
cobcm@cobcm.net

Periodicidad
Cuatrimestral

ISSN: 1579-4350

Depósito legal
M-18322-2002

Maquetación
María Jesús Callejo

El COBCM no se responsabiliza
de las opiniones vertidas en los
artículos firmados o en las
entrevistas.

La reproducción de cualquier
parte de esta revista requiere la
autorización previa de sus
editores.

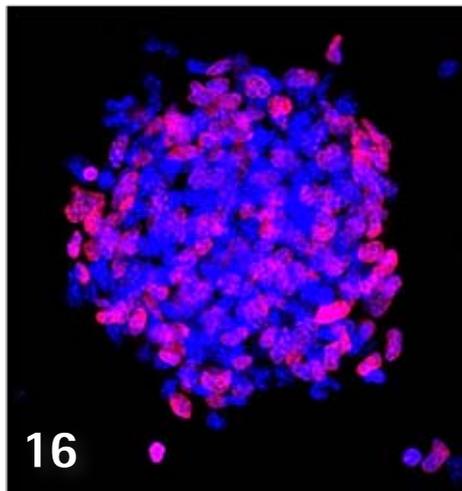
 **Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid**



4



8



16



22

- 4 Editorial
- 4 Titulaciones: Los Colegios de Biólogos contra el RD de homologación y convalidación de títulos
- 6 Noticias
- 7 La Columna de Juan José Ibañez Martí
- 8 Medio ambiente: Ciudades sostenibles
Por Pablo Refoyo
- 10 Medio ambiente: Anillamiento de aves
Por Eva Banda
- 13 Formación: Planes de estudio 3+2, la opinión de los Decanos
- 15 Libro: "Microbiología y Biotecnología"
- 16 Premio COBCM: Papel de DYRK1A en el inicio tumoral de glioblastomas
Por Berta Segura
- 22 Biotecnología: Insectos al servicio de la biotecnología
Por Silvia Gómez Sebastián
- 24 Olimpiadas de Biología, Madrid y Nacional
- 26 OEB: Décimo aniversario
- 30 Premio COBCM: Nueva estrategia para el tratamiento del linfoma linfoblástico T
Por Lucía Bermejo Carrasco
- 34 Profesionales en búsqueda de formación
Por Santiago Molina Cruzate

Con el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), se hace necesario buscar una correspondencia, con los títulos existentes PREBOLONIA, para facilitar el ejercicio de los derechos académicos, por parte de los egresados de la anterior ordenación, dentro y fuera de nuestras fronteras, necesidad que ya vino reflejada en el RD 1393/2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Por lo que se refiere a las correspondencias a nivel MECES, es el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte quien determinará la correspondencia entre los niveles del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) y el título oficial de licenciado (entre otros).

En estos momentos se está manteniendo un grupo de trabajo (subcomisiones) en el marco de ANECA para elaborar un informe de correspondencia de los títulos prebolonia de licenciado en Biología, Licenciado en Bioquímica y Licenciado en Biotecnología con el fin de dar cumplimiento al RD 1027/2011 que establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES), este hace referencia a las titulaciones correspondientes a la educación superior y se estructura en cuatro niveles denominados **Nivel 1:** Técnico Superior; **Nivel 2:** Grado; **Nivel 3:** Master; **Nivel 4:** Doctor, esta estructura de 4 niveles debe permitir a una persona situarla según su nivel de aprendizaje adquirido y certificado y facilitar así la movilidad y el reconocimiento internacional de los títulos señalados y

de la formación. Los informes de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y de la Acreditación tendrán en cuenta la formación adquirida para la obtención del título cuya correspondencia a nivel MECES se pretende así como su duración o carga horaria. Una vez emitido el informe por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y de la Acreditación, la Dirección General de Política Universitaria solicitará el informe del Consejo de Universidades, que es preceptivo, pero no vinculante, para la resolución del procedimiento. En el caso que nos atañe, el de licenciado (prebolonia), la opinión y por tanto la justificación en la que estamos trabajando es en la de su inclusión en el nivel de Master (Nivel 3, art. 7 del RD 1027/2011) nivel en el que se incluyen aquellas cualificaciones que tienen como finalidad la adquisición por el estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado o multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional, o bien a promover la iniciación en tareas investigadoras. En el mismo artículo se incluyen las características de las cualificaciones situadas en este nivel y en el Anexo VIII se relacionan a las licenciaturas de Biólogo, Biólogo Bioquímico y Biólogo Especialista en alguna especialidad de Ciencias de la Salud (Las especialidades en Ciencias de la Salud son las que se determinan en la normativa española).

Es el Real Decreto 967/2014 el que establece los requisitos y el procedimiento para determinar la CORRESPONDENCIA a los niveles del marco español de cualificaciones para la educación superior de los títulos oficiales de Licenciado (entre otros), anote-se que este procedimiento no es de aplicación la correspondencia a nivel MECES de los títulos propios expedidos por las Universidades. La posesión del nivel MECES correspondiente por un titulado o titulada va a quedar acreditada con la referencia de la publicación en el Boletín Oficial del Estado, presentada de forma conjunta con el título de que se trate, además se podrá obtener



Ángel Fernández Ipar
Decano del Colegio Oficial
de Biólogos de Madrid



Biólogos marinos recogiendo muestras (Foto Joshua Feingold, Nova Southeastern University).



dos aspectos de la convalidación de períodos de estudios extranjeros de educación superior. El RD reserva homologación a aquellos títulos que dan acceso a profesiones reguladas y equivalencia (que no correspondencia) a los que permiten ejercer una profesión no regulada. Los Colegios de Ciencias decidimos interponer recurso contencioso-administrativo contra el Real Decreto 967/2014 en cuanto que regula la homologación de un buen número de disciplinas entre otras Dietética y Nutrición, Ingenierías Técnicas, Logopedia, Podología....) y deja la equivalencia entre otros a nuestros Títulos de Ciencias (Físicos, Biólogos, Químicos, Geólogos).. Es decir no nos tratan como profesión regulada, lo que entendemos como una discriminación. Esta situación decide que aquellos profesionales en posesión de un título extranjero (Ciencias), no podrá ejercer en nuestro país porque no tendrá la homologación (condición necesaria para colegiarse y ejercer).

El pasado 5 de mayo los colegios de Ciencias y la CDC tuvimos una reunión (hace tiempo solicitada) con el Secretario de Estado de Universidades solicitando una Orden Ministerial que regule los Planes de Estudios y se habilite así el procedimiento de homologación de títulos (Profesiones Reguladas). Estuvimos de acuerdo en exponer al Secretario de Estado que esta decisión es una decisión política que nos beneficiaría a todos, profesionales y ciudadanos. La reunión se cerró con el compromiso de continuar la misma a lo largo del mes de mayo, aunque mucho me temo que conoceremos a un nuevo Secretario de Estado y no será precisamente este mes de mayo.

Que tengamos unas acertadas elecciones.

Necesitamos que el Ministerio de Educación regule las condiciones a las que deberán adecuarse los correspondientes planes de estudios.

Biología profesión Regulada.

Ángel Fernández Ipar
Decano del Colegio Oficial de Biólogos de Madrid



El Ministerio de Educación, Cultura y Deporte determinará la correspondencia entre los niveles del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) y el título oficial de licenciado (entre otros).

directamente un certificado de correspondencia a nivel MECES, expedido por la Subdirección General de Títulos y Reconocimiento de Cualificaciones e inscrito en una sección especial del Registro Nacional de Titulados Universitarios Oficiales.

Hasta aquí vamos bien (por ahora), pero, el Real decreto 964/2014 tiene un doble objeto: por un lado el mencionado (nivel MECES correspondiente a los licenciados anterior a la implantación del EEES) pero por otro regula la homologación, la equivalencia a titulación y a nivel académico, así como determina-



Los Colegios de Ciencias **contra** **el RD** de Homologación y Convalidaciones de Títulos



UNIÓN EUROPEA

Los colegios profesionales de ciencias, integrados por el Colegio Oficial de Geólogos, el Colegio Oficial de Físicos, el Consejo General de Colegios Oficiales de Biólogos y el Consejo General de Colegios Oficiales de Químicos, han interpuesto ante el Tribunal Supremo una demanda contra el RD de Homologación y Convalidación de Títulos, que ha sido admitida a trámite.

El objetivo de los demandantes es que los planes de estudios de sus grados sean desarrollados por el Ministerio de Educación como profesiones reguladas que son.

Los colegios con profesiones reguladas, reivindican que sus titulaciones se mantengan en 240 créditos ECTS (4 años). La oferta de 2.500 grados y 3.500 máster oficiales confunde a los estudiantes sobre las competencias y empleabilidad de las profesiones, afirma Luis Suárez, portavoz de los Colegios de Ciencias.

Los colegios de ciencias sostienen que la

reforma de los títulos universitarios, unida al Real Decreto de Homologación y Convalidación de Títulos, deja las titulaciones de Ciencias completamente desprotegidas. El RD, que sólo permite la homologación de títulos a una parte de las profesiones reguladas (ingenierías, arquitecturas, profesiones sanitarias, profesiones de enseñanza secundaria, abogacía y procura), excluye las titulaciones de Ciencias (graduados en Geología, Física, Química y Biología), impidiendo la homologación de títulos en el extranjero.





“La reforma de Bolonia ha propiciado una proliferación de títulos y masters que desorienta a los estudiantes”, opina, Luis Suárez, portavoz de los Colegios de Ciencias. Las facultades afectadas procuran adaptarse.



“Nuestros títulos no podrán homologarse, ya que el Ministerio establece una figura jurídica extraña, llamada nivel de equivalencia, en la cual nos engloba, y que debería aplicarse solamente a las profesiones no reguladas, lo que no es el caso de las profesiones de ciencias”, asegura Luis Suárez, presidente del Colegio de Geólogos y portavoz de los Colegios de Ciencias. Los Colegios de Ciencias se oponen a reducir su titulación a 180 créditos ECTS (tres años), como posibilita la reforma de Títulos Oficiales Universitarios, aprobada por el Consejo de Ministros mediante el RD 43/2015, de 3 de febrero.

“Las titulaciones de Ciencias están diseñadas en 240 créditos ECTS y cuatro años, como corresponde a las profesiones reguladas, por lo que los Colegios de Ciencias requieren al Ministerio de Educación que establezca las oportunas órdenes ministeriales que regulen las condiciones de los planes de estudios de nuestros títulos”, explica Luis Suárez. De hecho, Suárez recuerda que las actuales profesiones reguladas que se pueden homologar y convalidar con títulos extranjeros tienen de 240 a 360 créditos europeos.

“El Ministerio de Educación ha hecho una interpretación restrictiva de los títulos académicos con habilitación profesional para intentar poner algo de orden en la maraña de títulos oficiales de Enseñanza Superior que el propio Ministerio ha creado con la reforma de Bolonia,

dejando fuera a las titulaciones de Ciencias”, añade el portavoz de los Colegios de Ciencias.

“Y todo ello a pesar de que las profesiones de Ciencias son profesiones reguladas por el RD de Cualificaciones Profesionales y disponemos de atribuciones profesionales, reconocidas expresamente por la Ley de Minas o la Ley de Ordenación de Profesiones Sanitarias”, subraya el portavoz de los colegios de Ciencias.

Una “selva” de titulaciones

“Con la Reforma de Bolonia se pasó de 250 títulos de enseñanza superior, establecidos por el Catálogo de Títulos, al Registro de Títulos (RUCT), sin control previo de la Administración, lo que ha supuesto una explosión de títulos universitarios oficiales, sin competencias profesionales conocidas en su mayor parte. Están registrados actualmente unos 2.500 títulos oficiales de grado y 3.500 títulos oficiales de máster”, apunta el portavoz de los colegios de ciencias.

“Un desmadre de títulos, que ha generado que cuando un estudiante se matricula ignora sus competencias profesionales y la empleabilidad de su carrera”, lamenta Suárez. “Se rompe la relación unívoca entre titulación académica y título profesional”, finaliza el portavoz de los colegios de ciencias.

Primeros recursos

En su expediente de recurso contra el RD, los psicólogos se amparan en la Ley General de Salud Pública, de 2011, que prevé que el Gobierno regule la profesión, tarea que a día de hoy sigue pendiente. A estos recursos se suman los de los colegios de ingenieros técnicos de minas, de telecomunicación y la Unión Profesional.

El primer recurso al real decreto fue presentado por el Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales, en particular contra la disposición adicional octava. En ella, se dice que la correspondencia entre títulos pre-Bolonia y el marco actual no se aplica al régimen de titulaciones requeridas para entrar a formar parte de los grupos A1 y A2 de la Administración pública. De esta forma, el título exigido para opositar a ambos cuerpos superiores continua siendo el de grado y los ingenieros técnicos, aunque equiparados a este nivel del sistema educativo actual, quedan excluidos. Este argumento está recogido ahora también en los recursos que acaban de presentar los ingenieros técnicos agrícolas y la Unión Interprofesional de la Comunidad de Madrid. •

Un universo invisible y olvidado: **Jaque** a la humanidad (El Año Mundial del Suelo)

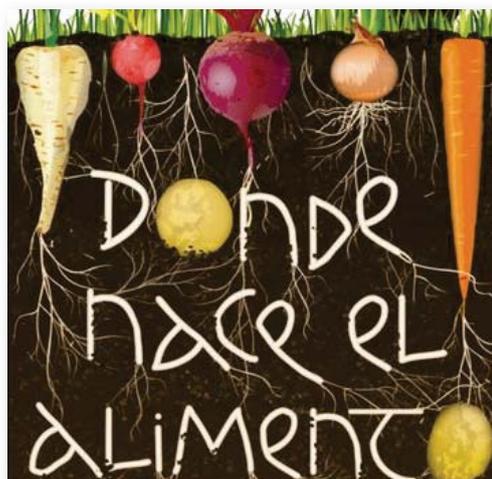
Hay razones científicas que la razón no entiende. Cuando comencé a dedicarme a la investigación en el CSIC existían más de 10 Institutos que llevaban la denominación de edafología. ¡No queda ni uno! Justamente por aquel entonces se inició el declive de la ciencia del suelo. Y ahora qué voy a cumplir sesenta años, esta disciplina renace de sus cenizas y entra en la agenda internacional. Vamos que me ha tocado la “anti-lotería”. Las modas en ciencia son males consejeras, especialmente cuando van acompañadas de un ataque colectivo de Alzheimer. Hemos dilapidado esos suelos que en este país tan solo interesan si son urbanizables “de alguna forma”, por dejar los huecos legales. Pero el problema no ha sido patrio sino global. Eso sí, en el *solar hispano* hemos dilapidado cuantiosos recursos humanos, decenas de profesionales que se han visto obligados a arrastrarse por el “suelo” para sobrevivir o emigrar a otras líneas de investigación. ¿Política Científica o caballo de Atila? Gran parte de nuestros suelos más fértiles se encuentran ahora bajo embalses o el asfalto. Esto se llama garantizar la soberanía alimentaria.

Me encuentro colaborando con la FAO, ahora esta institución y la ONU se han percatado de que no quedan más suelos fértiles con los que a alimentar a una población global creciente. La venganza de los recursos naturales maltratados siempre termina esperándonos a la vuelta de la esquina. Demasiado tarde para paliar nuestros dislates. En menos de dos años se he creado un Panel Intergubernamental Sobre Suelos (al estilo del IPCC en materia de cambio climático), la Alianza Mundial por el Suelo, el Año Internacional del Suelo, El Día Mundial del Suelo”, etc.

En un país en donde la enseñanza está guiada por analfabetos nadie sabe lo que es un suelo. Este recurso natural es todo, menos una mezcla heterogénea de granos minarles y materia orgánica en descomposición. No puedo explicarlo aquí, aunque ya os narré algo en un breve artículo de nuestra revista (Planimetrolia, el dilema de la medida; *Biólogos* 2014, 34.26-28).

La revolución verde de la década de los años 60 del siglo XX ayudó a paliar el hambre en el

mundo. Sin embargo, las consecuencias han sido desastrosas: contaminación pavorosa, enfermedades emergentes, salinización de regadíos, erosión, desertificación, etc. Hoy tenemos menos superficie de suelos que entonces, y también más degradada. Se ha constatado que nuestra tecnología agropecuaria es insustentable desde todos los puntos de vista y no vemos luz en el horizonte. ¿Qué hacer? Comprar la de los países más desheredados, para que sufran un poquito más, si pueden. ¿Sabéis que, por ejemplo, tan solo Alemania “consume una extensión de “suelos virtuales” seis veces superior a la de su propio país?. ¿Sabéis que en este proceso, denominado “*acaparamiento de Tierras*”, se ha expulsado de sus terruños y conducidos a hambrunas a varios millones de per-



sonas gracias a que los movimientos ecologistas han comprado tierras para crear reservas naturales? ¿Compensación?: una patada en el trasero. Y mientras tanto los países ricos sepultando los más fértiles bajo la expansión urbana, o por el mero y corrupto ladrillazo Nos quedamos sin suelos para alimentarnos y encima grandes extensiones están contaminadas, ¿Y ahora qué hacemos? “*Homo*” proviene de “*Humus*” (tierra fértil), Adán también nos habla de tierras, etc. ¿*Homo sapiens*”. Nos olvidamos de nuestros orígenes y así nos va. •



Por Juan José Ibañez Martí

Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE CSIC-UVA), España.

Dpto Ecología, Facultad de CC Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, España

choloibanez@hotmail.com





Ciudades **sostenibles** y Biodiversidad

Logros del CEI-Campus Moncloa, expuestos en el CONAMA 2014: seguimiento de vertebrados e invertebrados en ciudades, inventariando más de 150 especies, algunas de ellas consideradas desaparecidas en Madrid



Por **Pablo Refoyo Román**
Miembro de la Junta de Gobierno del COBCM

En el marco del Congreso de Medio Ambiente de finales de 2014, el COBCM organizó una actividad relacionada con la biodiversidad urbana. Desde un principio quisimos darle un enfoque algo especial y considerar la posible relación existente entre biodiversidad y sostenibilidad de las ciudades.

Hace años, términos como ciudad y naturaleza eran considerados acepciones radicalmente opuestas. La naturaleza representaba todo aquel espacio sobre el que no existía ninguna construcción humana, mientras que la ciudad era el lugar donde la naturaleza desaparecía. Tanto las plantas como los animales que convivían con nosotros eran considerados o decorativos u oportunistas invasores respectivamente, pero nunca componentes de un ecosistema propiamente dicho. Esta mentalidad ha cambiado en los últimos años. Actualmente se considera la gran ciudad como un ecosistema más, donde se produce un flujo energético determinado, en un biotopo característico y aprovechado por una biocenosis particular. Este singular ecosistema tiene como características más destacadas su carácter artificial y la predominancia de las personas como principales habitantes.

Seguimiento de poblaciones

A primera vista parecería que la ciudad es un desierto fáunico dominado hegemonicamente por el ser humano, sin embargo, un vistazo más detallado nos permite descubrir una gran cantidad de especies que han logrado adaptarse a nuestro hábitat preferido. Estos animales y plantas, que soportan la presencia humana, han sabido beneficiarse de un estilo de vida urbano que les proporciona cobijo y alimento, además de unas temperaturas más agradables.





Este principio es el que ha permitido al grupo de seguimiento de fauna en CEI-Campus Moncloa realizar estudios que permitan sentar las bases para el seguimiento a largo plazo de poblaciones animales (vertebrados e invertebrados) y evaluar el impacto de las infraestructuras urbanas sobre las comunidades animales. Para más información podéis consultar la página www.ucm.es/seguimientofauna

La información obtenida por estos grupos de investigación está resultado muy relevante ya que se han podido inventariar más de 150 especies de vertebrados e invertebrados, algunas de ellas consideradas desaparecidas en la ciudad de Madrid.

Trabajo mancomunado

El afán tradicional del COBCM en poner en contacto diferentes intereses (científicos, técnicos y de gestión) para poder mejorar las posibilidades de aplicación de los logros científicos, motivó la propuesta al CONAMA de realizar una actividad que pudiera facilitar esta comunicación. En este sentido, junto a los científicos implicados en el proyecto (José Ignacio

Aguirre, Francisco Cabrero y José Gómez) invitamos a responsables de la administración central (Georgina Álvarez, Jefa de Servicio de Análisis Territorial del Magrama) y local (Santiago Soria, Subdirector General de Parques y Viveros del Ayuntamiento de Madrid) y a representantes del mundo empresarial (Celia de Carvalho y André de Carvalho, Arquitectos paisajistas de la empresa TYPESA).

El encuentro resultó especialmente interesante ya que permitió establecer los diferentes puntos de vista y detectar los problemas y sus soluciones a la dualidad que representa la biodiversidad para tener ciudades sostenibles y la necesidad de ciudades sostenibles para aumentar la biodiversidad, todo ello integrado en entorno muy antropizados donde es necesario conjugar los intereses naturales con satisfacer los requerimientos sociales, económicos, sanitarios y espirituales del ser humano. •



Galápagos, tortugas, del arroyo del Soto en Móstoles.



Ciencia ciudadana, **anillamiento científico de aves**

Concepto que se difunde cada día más es el de la práctica de la ciencia ciudadana. Los habitantes del entorno urbano se unen a científicos, por ejemplo, en el estudio y anillamiento de aves.



Por **Eva Banda**
Directora de Enara,
Educación Ambiental
ebanda@enara.org
www.enara.org

La **ciencia ciudadana** es un concepto muy en boga últimamente, que consiste en la implicación del público en general en la realización de estudios científicos, una forma estupenda de acercar la ciencia a los ciudadanos. Científicos y participantes trabajan juntos en proyectos de investigación reales, plantean juntos nuevas preguntas, comparten recursos, aportan datos experimentales, se adquieren nuevos conocimientos y habilidades. Con todo ello se está creando una nueva **Cultura Científica** que produce una comprensión más profunda y atractiva del trabajo científico. Ya no sólo se divulga la ciencia, sino se comparte y se permite que esté al alcance de todos.

Hoy en día hay multitud de ofertas de actividades científicas que pueden implicar al ciudadano, pero una de las más atractivas son aquellas relacionadas con el estudio de las aves, es decir, con la ornitología. Cómo los biólogos hacemos censos para estudiar sus tendencias poblacionales, como calculamos las rutas migratorias, cómo sabemos en qué lugar concreto paran a alimentarse cuando están migrando, porqué les gusta invernar en un lugar y no en otro, dónde se reproducen, cuando lo hacen y porqué, estudios demográficos como las tasa de supervivencia y productividad, sus movimientos dispersivos, los procesos fenológicos (tiempo que tardan en realizar, por ejemplo, los movimientos dispersivos y migratorios), senescencia (edad y los cambios comportamentales, biológicos y ecológicos que se producen según la edad). Todas estas preguntas y muchas otras más relacionadas con la ecología y biología de las aves se pueden contestar gracias al anillamiento científico de aves.



Petirrojo *Erithacus rubecula* recién capturado.

El Anillamiento Científico de Aves

El Anillamiento Científico de Aves consiste en la colocación de una anilla metálica en la pata del ave en la que se encuentra inscrito un remite que indica el país dónde se ha anillado y un número único, lo que permite individualizar al ave. Por lo tanto, es una marca única, un DNI del ave con la que se va escribiendo su historia al recuperarla con su anilla en distintos momentos o lugares. Las anillas utilizadas no alteran el comportamiento del ave que las porta, puesto que en la actualidad se dispone de un amplio abanico de modelos de anillas metálicas, cuyas características, dimensiones y materiales permiten marcar de forma adecuada todas las especies que habitan o transitan por



Ejemplar adulto de *Abubilla Upupa epops*.

nuestro país. Las aves se capturan con distintos métodos inocuos y además de anillarla con la anilla oficial, se les toma distintas medidas corporales, peso y de condición física, además de determinar la especie, el sexo y la edad de forma fiable. Luego se liberan sin haberlas producido ningún daño. La información recogida por los anilladores y particulares se centraliza hoy en día y de forma temporal, en la Oficina de Anillamiento de la Sociedad Española de Ornitología, pues depende del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). El banco de datos cuenta con más de ocho millones y medio de datos de anillamiento y recuperación de anillas, que va aumentando con los más de 450.000 datos que se producen anualmente. Se realiza, además, las

comunicaciones pertinentes con las oficinas de anillamiento extranjeras para gestionar los datos. De las más de 500 especies que crían, invernan o pasan por España en sus viajes migratorios, la golondrina común es la que más se anilla en España y el carricero común es el más recuperado (recapturado con anilla colocada previamente). En nuestro país se han recuperado individuos de distintas especies anillados en más de 50 países, tanto europeos como africanos y americanos.

Los datos obtenidos se utilizan en múltiples estudios de investigación científica, como aquellos relacionados con el cambio climático, la dispersión de enfermedades, el efecto de las aves exóticas sobre las poblaciones naturales. También son utilizados por técnicos para la gestión de la biodiversidad relacionados con el seguimiento, manejo y conservación de especies,



Anillamiento de Petirrojo *Erithacus rubecula*.



Anillamiento de Golondrina común *Hirundo rustica*.



Alimoche *Neophron pernocterus* tras ser anillado.



Anillas metálicas de distintos tamaños.



Ruiseñor común *Luscinia megarynchos* tras ser anillado.
Foto: Ricardo Gómez Calmaestra.

hábitats y espacios protegidos, etc. Además, es posible utilizar el anillamiento de aves como herramienta de educación ambiental aprovechando sus objetivos científicos.

Herramienta de Educación Ambiental

Nuestro trabajo consiste en acercar la ciencia al público en general, gracias al Anillamiento Científico de Aves y otras actividades (Revisión Científica de Cajas Nido, Sendas Botánicas, Rutas Ornitológicas, Talleres, etc.) dirigidas a familias, alumnos de todos los niveles educativos y grupos en general. Con nosotros, las familias comparten una experiencia única, aprenden juntos, incluso puede hacer que la observación de la naturaleza se convierta en una afición común, con todo lo que eso conlleva. Ayuda a que todos comprendan juntos la realidad del entorno natural y las transformaciones a las que está sometido. Somos un equipo de profesionales con acreditada experiencia en docencia e investigación científica,

exclusivamente formado por Doctores y Licenciados en Biología colegiados en el COBCM.

Para escolares, contamos con experiencia probada en todos los niveles educativos. Todas las actividades están dirigidas a alumnos de Educación Infantil, Primaria, ESO, Bachillerato de Ciencias, Educación Superior y Educación Especial. Suponen una oportunidad extraordinaria para trabajar Áreas como el "Ciencias del Naturaleza y Ciencias Sociales" de Primaria, "Ciencias de la Naturaleza" de la ESO y "Biología" de Bachillerato. Todas las actividades están totalmente adaptadas a cada etapa educativa y grupo específico, tras el estudio de todos los Reales Decretos que establecen las enseñanzas en Educación. Este proyecto pretende el desarrollo de capacidades relacionadas con el desarrollo evolutivo, físico y sensorial, pensamiento concreto, capacidad e interés por aprender, establecimiento de relaciones con elementos del entorno, además de ofrecer la posibilidad de conocer, valorar y respetar los espacios que nos rodean.

En una jornada de anillamiento de aves, explicamos todo lo relacionado con esta actividad de forma amena y divertida, les hablamos los proyectos en los que participamos, compartimos hipótesis y enseñamos a manejar a las aves. Les explicamos que exclusivamente realizamos la actividad de anillamiento de aves

dentro de una Estación de Esfuerzo Constante (Constant Effort Site o CES), que es un lugar en el que se anillan aves paseriformes fundamentalmente durante parte o todo el año, con una metodología científica y estandarizada, con un régimen de trapeo a intervalos regulares, durante un periodo de tiempo prolongado y con las mismas características técnicas. Y también es importante que sepan que estamos obteniendo en ese momento, no sólo se incluyen en la Base de Datos del MAGRAMA antes mencionada, sino que son utilizados para realizar trabajos fin de grado y master por alumnos de la Facultad de Biológicas de la UCM, comunicaciones a congresos científicos, artículos en revistas especializadas, informes científico-técnicos. etc. Además, los participantes aprenden a distinguir distintas especies de aves, descubren aspectos de la anatomía y funcionalidades de las aves desconocidas hasta entonces, reconocen aspectos de su biología y ecología, plantean nuevas preguntas y ayudan a resolver otras. La ciencia puede ser atractiva y fácil si se explica de una forma amena y sobre todo, engancha. •

Planes de **estudio 3+2**, la opinión de los Decanos

Los Decanos y coordinadores de los estudios de Biología de 3 Universidades de la Comunidad de Madrid nos dan su opinión sobre los nuevos planes de estudios universitarios impulsados por el Ministerio de Educación.

A finales del mes de enero, el gobierno español aprobó un proyecto que transforma los planes de estudio de las carreras universitarias llevándolas a un sistema de 3 años para conseguir el grado y dos años de masteres. Se descartaría así el actual esquema de 4 años para el grado y un año de master. Diversos sectores relacionados con la educación universitaria han dado su opinión sobre este significativo cambio con consecuencias, entre otras, sobre la financiación que los estudiantes deberán absorber para completar sus carreras. Esta es la opinión de los Decanos:

José M^o Carrascosa Baeza

Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid

El decreto de reforma de las enseñanzas universitarias, que permite a las universidades establecer grados de 3 o de 4 años, ha revolucionado los campus y concitado el rechazo casi unánime de toda la comunidad universitaria. Afortunadamente, la CRUE ha estado muy acertada al promover una moratoria en la aplicación del decreto que permita un análisis sosegado de sus consecuencias.

En el contexto actual de financiación de la Universidad Pública, con contribución creciente de las tasas universitarias a la misma, y especialmente las de máster, una estructura 3+2 resulta económicamente gravosa y excluyente para muchos que quieran alcanzar un nivel de formación equiparable al de un graduado y máster actuales. El planteamiento del ministro, sugiriendo que acortar la duración del grado repercutirá en una disminución del coste para las familias, oculta una realidad y es que lo que los estudiantes recibirán no es equivalente a lo que recibían, por mucho que el título tenga el mismo nombre. A todo lo anterior se añade la falta de homogeneidad de las tasas en todo el estado de modo que los estudiantes de las



comunidades en las que se ha producido un mayor incremento de las mismas, como la Comunidad de Madrid, se verán discriminados en sus posibilidades de continuar estudios de máster.

Si bien la cuestión económica podría resolverse bajando las tasas, más complicado de abordar sería el tema de la estructura y calidad de los estudios. Los grados en España se diseñaron bajo la premisa de su equivalencia a las licenciaturas en capacitación profesional y, aunque de duración menor en algunos casos, incluían competencias más adaptadas al mundo actual. El máster venía a sustituir al Diploma de Estudios Avanzados como antesala de los estudios de doctorado, además de ofrecer otras posibilidades de especialización profesional no relacionadas con la investigación. El decreto 3+2 nos dice, sin embargo, que los grados equivalen a una diplomatura de las de antes y el máster al segundo ciclo, dejando libre el acceso al doctorado como en los planes de los años 70.

Para acabar de crear confusión, el decreto deja libertad a las universidades para establecer un mismo grado en tres o en cuatro años. Dado que no existen normas respecto a las competencias profesionales de los graduados, el panorama es el de una subasta en la que primará el que ofrezca títulos al menor precio y





en menos tiempo. Sin descartar que algunos grados puedan impartirse en tres años, al menos los estudios científicos como el de Biología deberían mantenerse en cuatro si es que queremos formar auténticos profesionales. El próximo mes de junio se reúne la Conferencia de Decanos de Biología en Sevilla. Espero que sepamos estar a la altura y establezcamos que el grado de Biología tenga una duración idéntica en todas las universidades y que ésta sea de cuatro años. La memoria de los que lucharon a finales de los 80' por evitar la desvalorización de la antigua licenciatura de biología merece nuestro respeto.

María Teresa González Jaén

Decana de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid

La Facultad de CC Biológicas de la UCM, de acuerdo con el Consejo de Gobierno de la Universidad, asume el comunicado de la CRUE aprobado el 2 de febrero de 2015. En el caso del Grado en Biología en particular, consideramos prioritario (i) culminar primero su evaluación y (ii) determinar su correspondencia en relación a los niveles del marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior y los títulos oficiales anteriores (Licenciado, Diplomado), lo que requiere un informe preceptivo y determinante de la ANECA. Para ello está prevista la

creación de un equipo de trabajo, en el que participarán también expertos, y que iniciará su trabajo en mayo de 2015. Este aspecto influye necesariamente en la distribución de contenidos y atribución de competencias profesionales y, por lo tanto, sería irresponsable propiciar nuevos títulos hasta que no concluya dicho trabajo, sólo añadiría confusión e inseguridad en las expectativas laborales de los egresados. Independientemente del modelo que elija, se debe asegurar que las titulaciones ofrezcan una formación adecuada para realizar las actividades profesionales que requiere la sociedad actual y futura. No menos importante es disponer de un modelo de financiación de las enseñanzas universitarias que permita una verdadera igualdad de oportunidades en el acceso a esas titulaciones. Por último, consideramos necesario que la sociedad cuente con la suficiente información sobre la nueva oferta curricular de grados y másteres oficiales que pueda derivarse, con el objetivo de asegurar la mejor formación y empleabilidad de nuestros egresados

Gregorio Aragón Rubio

Coordinador del Grado en Biología de la Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles

La principal premisa que debemos tener en cuenta como punto de partida, es que un grado no es una licenciatura. **El equivalente a una licenciatura es un grado + un máster.** Este principio tan sencillo es algo que hemos olvidado todos y que nadie ha querido explicar. Hasta tal punto es así, que los alumnos entienden el máster como una formación suplementaria, tal y como era antes de la reforma, cuando un licenciado cursaba un máster. Actualmente, el título con el que salen los alumnos es el de graduado y las competencias profesionales no son las de la licenciatura.

Ahora, el ministerio retoma el esquema más extendido en Europa: 3 + 2. No nos hemos movido, pasamos de un 5 + 0 (licenciatura) a un 4 + 1 y ahora al 3+2.

¿Cuál es el problema más crítico? Muy simple, pasamos de un sistema casi universal de acceso a un esquema de exclusión casi generalizada. Hace unos años, los másteres salieron del sistema general de tasas, una inmundicia que ya admitimos con el 4 +1, y que, con el 3 + 2, se va a acentuar aún más la exclusión de sectores sociales completos. Los cinco años siguen siendo necesarios para completar el ciclo





profesional (equivalente a la licenciatura), lo único que ha pasado es que ahora, **2 de esos 5 años habrá que pagarlos como una formación complementaria**. Ese es el debate. No hay otro.

También hay un par de aspectos formativos que no podemos pasar por alto. Por un lado, el RD indica que para acreditar los grados de 3 años se tendrán en cuenta propuestas con contenidos generalistas y de formación básica. Con una reducción del número de créditos, de 240 a 180, no queda espacio para diferenciar contenidos entre grados de una misma rama de conocimiento.

¿Qué porcentaje de créditos diferenciaría un grado en Biología de uno en Ciencias Ambientales? ¿Será el próximo paso, dejar un único grado más generalista en Ciencias?

Esta situación obliga aún más a los alumnos a diferenciar su formación mediante la realización de másteres especializados.

La puesta en marcha del EEES pone el acento en la adquisición de competencia y métodos de aprendizaje. Así, competencias básicas como la capacidad de trabajo en equipo, fomento de la creatividad, motivación por la calidad o capacidad crítica deben ser adquiridas a lo largo del ciclo formativo.



¿Cómo se contemplan estas competencias en grados de tres años, con grupos de más de 70 alumnos y escasos recursos materiales y humanos?

¿Cuáles son las salidas profesionales que tendrá un Graduado en Biología (3 años) que no puede cursar un máster de especialización?

Simplymente "NINGUNA". Las competencias para el ejercicio profesional del Biólogo no se adquieren en tres años de formación, por tanto, las probabilidades de empleo se concentrarán en los jóvenes mejor cualificados, que hayan adquirido esas competencias a través de un máster de especialización. •



Noticias

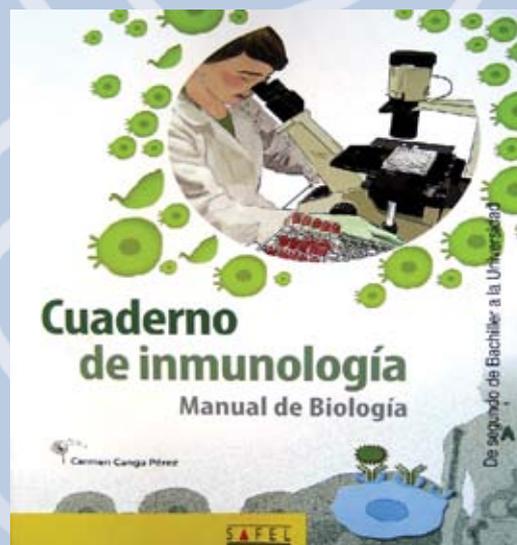
"Microbiología y Biotecnología" para alumnos de bachillerato y universitarios

Desde comienzos de este año ya puede comprarse en las librerías el segundo libro de una serie de cinco reunidos bajo la designación de Manual de Biología, escrita por Carmen Canga Pérez. Se trata del cuaderno "Microbiología y Biotecnología" publicado por la editorial Ibersaf. El primer cuaderno trata sobre Inmunología

Esta serie docente, escrita especialmente para los alumnos de 2ª bachiller y editada por Ibersaf, es igualmente útil e idóneo para alumnos universitarios. Su diseño en cinco cuadernos independientes permite la adquisición única de aquél que trata el área de la biología en que cada alumno esté interesado: **1.- Bioquímica 2.- Citología y metabolismo. 3.- Genética molecular y de la Herencia. 4.- Microbiología y Biotecnología. 5.- Inmunología.**

En "Microbiología y Biotecnología", Canga Pérez hace una detallada explicación, muy fácil de comprender y retener, de las bacterias, hongos, algas y protozoos, virus y priones que afectan la vida de los seres humanos. Describe, además, de que manera producen beneficios y daños. Y se adentra, también, en el campo de la Biotecnología explicando cómo estos seres son utilizados por la industria, par el tratamiento de aguas, en la tecnología alimentaria y en la industria farmacéutica.

Cada cuaderno está complementado con esquemas muy claros, apropiados para facilitar el aprendizaje y entendimiento. Finalmente se incluye un anexo donde se aclaran las cuestiones más importantes y una serie de ejercicios con su resolución.



- **Tapa blanda:** 106 páginas
- **Editor:** Ibersaf Editores
- **Edición:** 1 (2 de enero de 2015)
- **Idioma:** Español
- **ISBN-10:** 8415138024
- **ISBN-13:** 978-8415138020



Estudio del papel de **DYRK1a** en los procesos de inicio tumoral de glioblastomas

Los gliomas son tumores primarios del sistema nervioso central (SNC) que se ordenan de acuerdo a la semejanza que presentan con las células gliales normales del cerebro, clasificándose en: astrocitomas, oligodendrogliomas y oligoastrocitomas.

Neuroesferas derivadas de un glioblastoma.

Por Berta Segura

Bióloga.

Primera galardonada en el Premio COBCM al Mejor Proyecto Fin de Carrera 2014.

Los tumores cerebrales más frecuentes son los glioblastomas (GBMs), que corresponden a astrocitomas de grado IV y se caracterizan por tener una alta heterogeneidad celular intra-tumoral, cambios anaplásicos, una alta proliferación celular, infiltración difusa, áreas de necrosis en empalizada, elevada angiogénesis, resistencia a la apoptosis y alta inestabilidad genómica.

El tratamiento estándar del GBM consiste en realizar una resección máxima de las lesiones seguido de radioterapia concurrente con el agente alquilante temozolomida y 6 ciclos de temozolomida secuencial. A pesar del tratamiento tan agresivo los GBMs siguen teniendo un índice de supervivencia muy bajo y prácticamente todos los tumores recidivan (Louis et al., 2007).

Una de las causas de recurrencia observada puede ser provocada por la alta heterogeneidad

celular que se encuentra en los GBMs. Estos tumores presentan en su interior una subpoblación de células a la cual se ha llamado "células iniciadoras de tumor" (*Tumor Initiating Cells, TICs*), o "células madre tumorales" (Magee et al., 2012). Las TICs son células autosuficientes y con capacidad de autorenovación y mantenimiento del tumor (Singh et al., 2004). Se las considera responsables de reconstruir el tumor tras el tratamiento por lo que cualquier estrategia terapéutica a largo plazo debe ser capaz de frenar la expansión y supervivencia de las TICs de los GBMs.

El GBM es un tumor con un abordaje terapéutico especialmente difícil, no sólo por la presencia de TICs, sino por otras propiedades como son la dificultad obvia de su localización cerebral, la presencia de la barrera hematoencefálica, que hace que no todos los fármacos sean capaces de llegar en la concentración



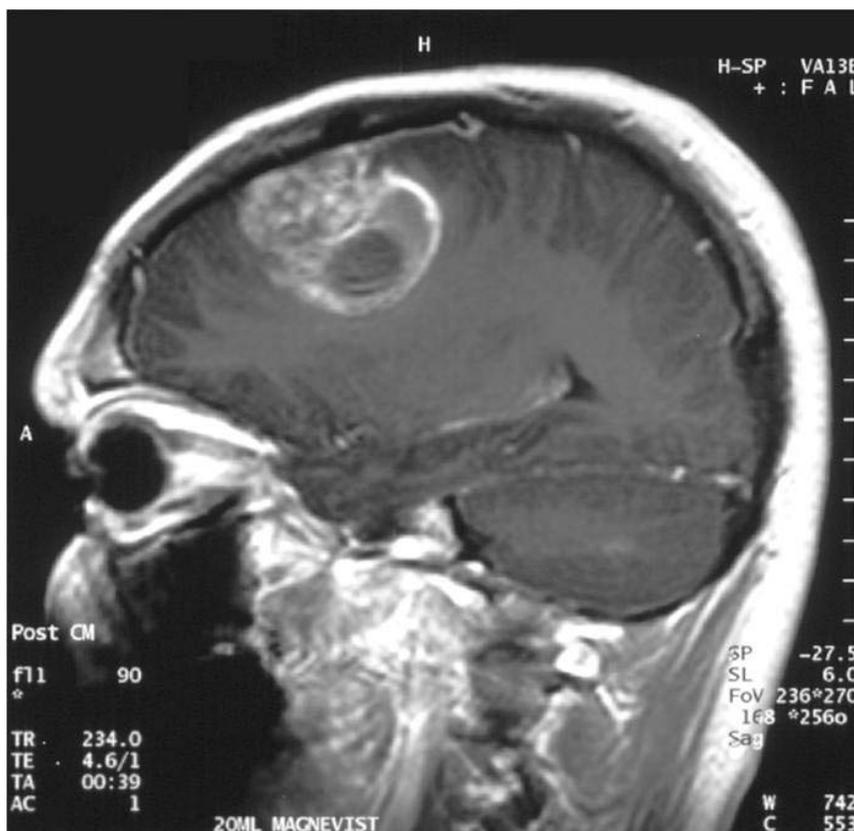
suficiente al SNC. Y también su capacidad invasiva y la gran capacidad para resistir el daño en el ADN infligido por radio y quimioterapia.

En los últimos años se han producido importantes avances en la caracterización molecular de los GBMs. Entre las principales alteraciones a nivel genómico y epigenético de este tipo de tumores destacan las mutaciones en el gen *Ink4/ARF*, la mutación y/o amplificación del factor de crecimiento epidérmico (EGFR) y la amplificación o sobreexpresión de la ciclina D1/3, o del gen MDM2.

EGFR es una glicoproteína transmembrana que se encuentra amplificado o mutado en el 50 % de los GBMs. Entre las mutaciones, la más frecuente -presente en un 60% de los tumores con sobreexpresión del receptor- es la delección genómica de parte de su dominio extracelular (EGFR VIII), que lo hace constitutivamente activo. EGFR conlleva la activación de diferentes cascadas de transducción de señales como la vía MAPK/ERK, PI3K y STAT3 implicadas en la expresión de genes que regulan apoptosis, reparación de ADN, proliferación y capacidad invasiva, además de proporcionar resistencia a la radiación. Por ello, la activación aberrante de EGFR tiene una gran importancia en la patogénesis de los GBMs.

El EGFR constituye, por todo ello, una excelente diana terapéutica para los GBMs. Entre las diferentes estrategias que se han desarrollado para inhibir la vía de señalización activada por dicho receptor, la más avanzada es el uso de inhibidores de su actividad tirosina quinasa como el gefitinib o el erlotinib, usados con éxito en otros tipos de tumores con amplificación de EGFR como son los cánceres de pulmón. Sin embargo, el resultado de dichos inhibidores en gliomas no ha sido muy esperanzador pues la mayoría de los pacientes muestran resistencia al tratamiento con dichos compuestos, lo que sugiere que la contribución de este receptor al crecimiento tumoral podría ser no absolutamente dependiente de su actividad quinasa. Por lo que la estimulación de la degradación del receptor podría ser una estrategia prometedora para los GBMs que dependan de EGFR.

Recientes estudios de nuestro grupo han demostrado que DYRK1A está sobreexpresado en un elevado porcentaje de gliomas, sobre todo oligodendrogliomas y GBMs. DYRK1A es una quinasa de acción dual que juega un papel importante en el desarrollo del SNC e implicada en el mantenimiento y la capacidad de autorenovación de las células madre neurales (NSCs)



Resonancia magnética de un glioblastoma.

de la zona subventricular (SVZ). DYRK1A interviene en la estabilidad de EGFR y se ha demostrado que la bajada de los niveles de DYRK1A reduce la cantidad de EGFR al promover su degradación (Ferron et al., 2010). Además, es interesante destacar que la inhibición farmacológica de DYRK1A provoca un efecto irreversible en las TICs y bloquea el crecimiento tumoral *in vivo* (Pozo et al., 2013). Por tanto, la inhibición de DYRK1A podría ser más efectiva que la propia inhibición de la actividad tirosina quinasa del receptor en aquellos tumores dependientes de la vía de EGFR. Sin embargo, también se ha visto en algunos GBMs que la expresión de DYRK1A es menor que en el tejido normal. Estos datos sugieren que la función de DYRK1A varía según el evento oncogénico; Y debido a la relevancia desde el punto de vista terapéutico, es de gran importancia el estudio de su función.

Hipótesis y objetivo

EGFR está implicado en el desencadenamiento del crecimiento de gliomas pero requiere señales adicionales que le permitan mantener niveles constantes de señalización. La sobreexpresión de DYRK1A debería por tanto cooperar con EGFR en modelos de



inicio tumoral. DYRK1A podría intervenir en la respuesta al estrés oncogénico inducido por otros factores (como Ras^{V12}), controlando la reparación del daño al ADN o por regulación directa de la maquinaria de inducción de senescencia.

Por todo ello el objetivo general de este trabajo es **el análisis de la función de DYRK1A en estadios tempranos de la formación de gliomas**. Más específicamente:

Objetivo 1. Estudio de la cooperación de DYRK1A y EGFR en la formación de tumores en el modelo genético de pérdida de p16 y p19.

Objetivo 2. Análisis de la función de DYRK1A en la respuesta al estrés oncogénico inducido por la sobreexpresión de Ras^{V12} y/o la pérdida de Rb.

Para el inicio y desarrollo de un tumor es necesario el mal funcionamiento de ciertas proteínas, que coordinan y regulan directa o indirectamente la progresión del ciclo celular. La proteína del retinoblastoma (Rb), las proteínas p16 y p19 y el oncogén Ras, han sido alteradas para el desencadenamiento tumoral.

Resultados

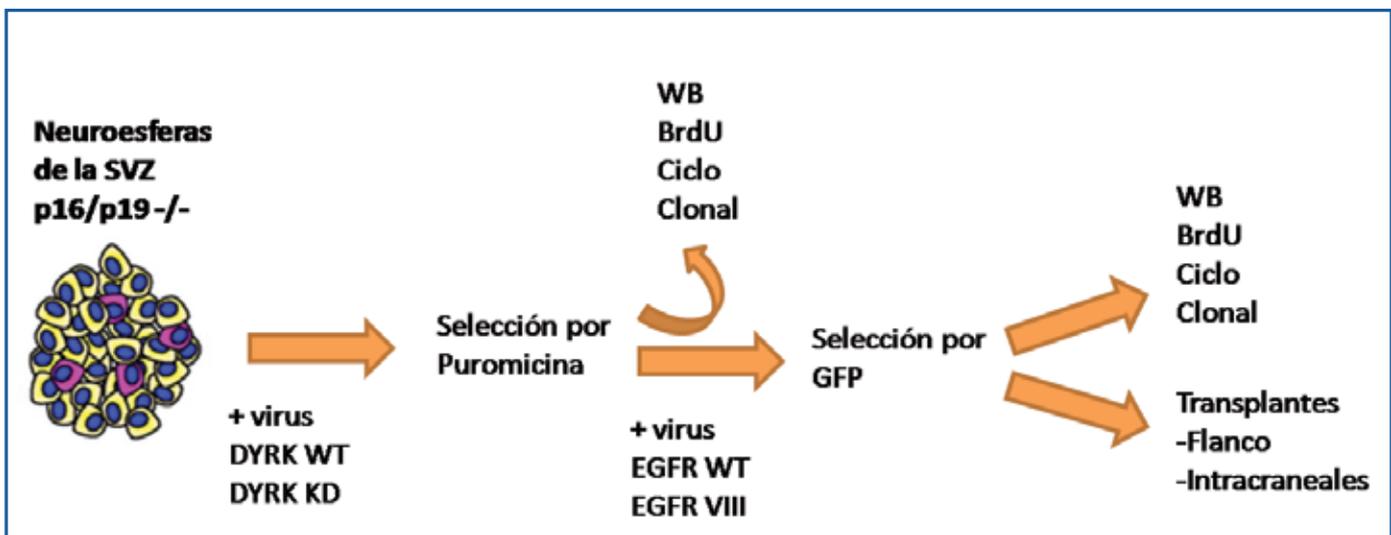
1. Estudio de la función de DYRK1A en los procesos de inicio tumoral de los GBMs.

WT, así como un mutante sin actividad quinaasa, DYRK KD.

Análisis de la capacidad de autorenovación y proliferativa de las neuroesferas p16/p19^{-/-} tras la sobreexpresión de DYRK1A.

Las esferas formadas en el cultivo se disgregaron y las células individuales se sembraron a densidad clonal para ensayar la capacidad de autorenovación (capacidad de una célula madre individual para sobrevivir y proliferar formando una neuroesfera). Las neuroesferas transfectadas con DYRK WT y DYRK KD presentan un ligero incremento en su capacidad de formar esferas secundarias, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas este dato estaría sugiriendo que la presencia de DYRK1A podría afectar positivamente a las células madre del cultivo.

Con el fin de descartar que dicho efecto se debía solamente a cambios en proliferación se midió la tasa de incorporación de BrdU (imagen 1) y se hizo un análisis del ciclo celular. Se observó una pequeña disminución en la tasa de proliferación en las neuroesferas que sobreexpresaban DYRK1A, tanto WT como KD. En cualquier caso los cambios fueron muy sutiles y, de hecho, en los perfiles de ciclo celular obteni-



Proceso experimental objetivo 1.

Para estudiar el papel de DYRK1A en los estadios iniciales de la formación de GBMs se estableció un cultivo primario de neuroesferas procedentes de la SVZ a partir de cerebros de cinco ratones p16/p19^{-/-}. Una vez establecido el cultivo de neuroesferas, para la inducción tumoral, fueron infectadas con el retrovirus correspondiente para sobreexpresar el gen DYRK

dos por citometría no observamos ningún cambio significativo.

Estos datos sugieren que DYRK1A no interviene en la regulación de la proliferación, por lo que el aumento del número de esferas podría deberse al aumento del potencial de autorenovación de las células madre presentes en las neuroesferas.

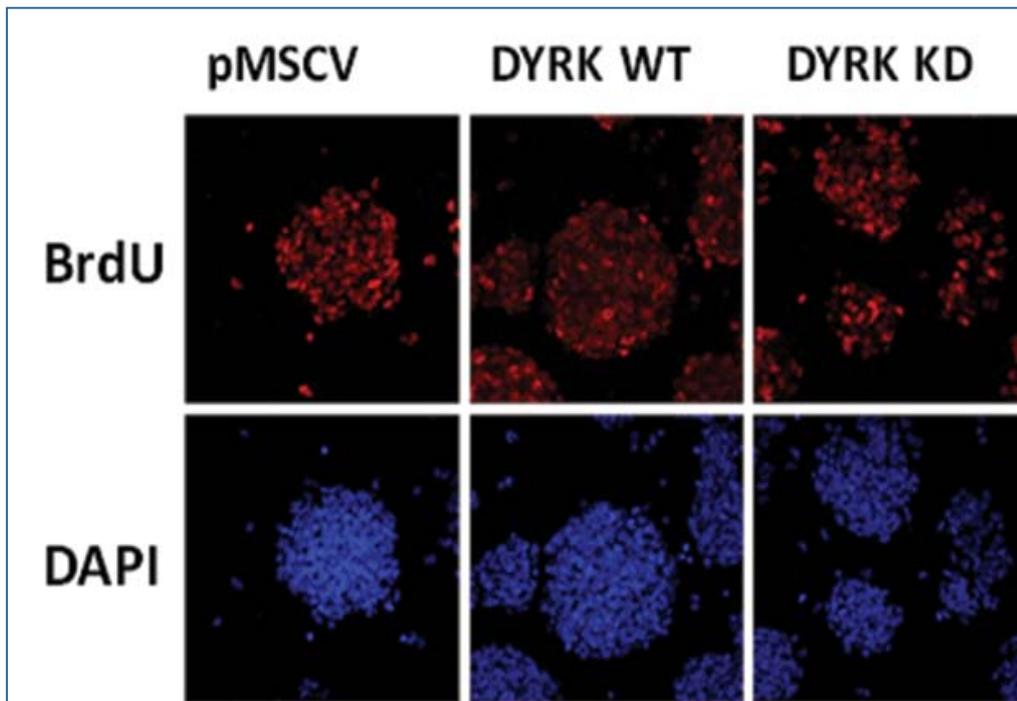


Imagen 1

Incorporación de BrdU. Detección por IF del marcador de proliferación BrdU. El BrdU se incorpora durante la fase S del ciclo celular y da una medida de las células que están en esa fase en un momento determinado. Detectamos el BrdU incorporado mediante el uso de un anticuerpo específico para dicho nucleótido. Además teñimos las células con DAPI para que el resultado sea el recuento de las células positivas para el marcador en cuestión en respecto al total de células(DAPI positivas).

Análisis de la capacidad de autorenovación y proliferativa inducida por DYRK1A en cooperación con EGFR en neuroesferas.

Con el fin de determinar si la sobreexpresión de DYRK1A coopera con EGFR en los procesos de inicio tumoral procedimos a infectar los cultivos anteriormente descritos con un segundo retrovirus, que sobreexpresara EGFR WT o una forma mutante de este, EGFR VIII. En este punto teníamos nueve condiciones distintas : DOBLE CONTROL; CONTROL EGFR WT; CONTROL EGFR VIII; DYRK WT CONTROL; DYRK WT EGFR WT; DYRK WT EGFR VIII; DYRK KD CONTROL; DYRK KD EGFR WT; DYRK KD EGFR VIII.

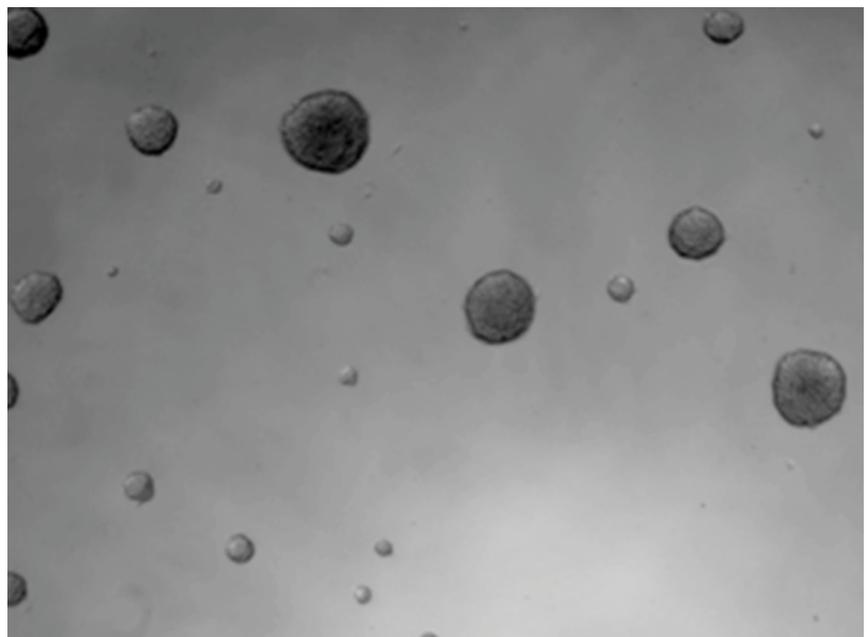
En esta ocasión los cambios observados fueron significativos e indicaban que tan sólo DYRK WT era capaz de inducir un gran aumento en la capacidad de formación de esferas, lo que sugiere que este efecto depende de su actividad quinasa. También es interesante destacar que no vimos un efecto claro en el número de neuroesferas ni de EGFR WT ni de la forma mutante EGFR VIII. De hecho el efecto de DYRK WT es menor en presencia de la forma VIII.

Por todo ello parece que DYRK1A, por sí solo, es capaz de incrementar la capacidad de autorenovación de las neuroesferas. En base a la experiencia del grupo, una mayor capacidad de autorenovación de las células madre de las neuroesferas debería correlacionar con una mayor capacidad tumorigénica. Para comprobar ésto las células doblemente infectadas

se inyectaron en el flanco y en el tejido estriado de ratones inmunodeficientes *Athymic Nude Foxn1nu*.

Volvimos a realizar un ensayo de proliferación, con las nueve condiciones distintas analizando tanto la tasa de incorporación de BrdU como el ciclo celular. En este ensayo tanto DYRK1A (sobre todo el WT) como EGFR VIII indujeron un pequeño aumento en la capacidad de proliferación de las neuroesferas. Resultados similares se obtuvieron en los perfiles de ciclo celular. Dadas las diferencias con el

Neuroesferas secundarias formadas en ensayos de autorenovación a densidad clonal.



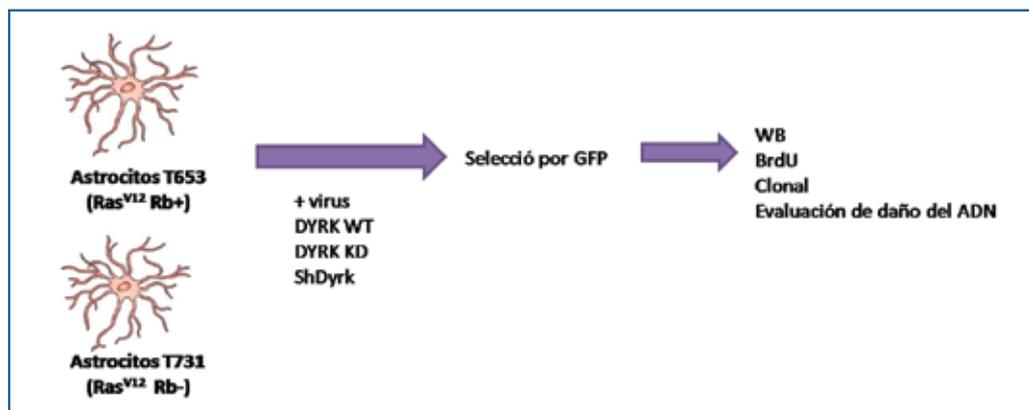
ensayo anterior es necesario repetirlo para poder determinar si DYRK1A tiene un efecto positivo o negativo en la capacidad de proliferación de las neuroesferas.

2. Análisis de la función de DYRK1A en respuesta a otras señales oncogénicas.

aumento en el número de clones formados al sobreexpresar DYRK WT y no la forma quinasa inactiva (DYRK KD) en la línea T653, mientras que en la línea T731 el cambio es más sutil y de tendencia opuesta.

Para apoyar los datos anteriores se realizó un ensayo de incorporación de BrdU. Observa-

Proceso experimental objetivo 2.



Otro de los objetivos de nuestro proyecto era estudiar si DYRK1A intervenía en la respuesta al estrés oncogénico inducido por otros factores que no fueran EGFR, controlando la reparación del daño al ADN o por regulación directa de la maquinaria de inducción de senescencia. Para ello utilizamos dos líneas astrocitarias distintas: las llamadas T653 que sobreexpresan Ras^{V12} y las T731 que sobreexpresan Ras^{V12} y carecen de Rb.

Para esta parte del proyecto lo primero que se hizo fue infectar los astrocitos con el retrovirus control o los que permitían la sobreexpresión del gen DYRK WT y DYRK KD. Asimismo procedimos a caracterizar el efecto de la bajada en la expresión de Dyrk1A mediante el uso de retrovirus que expresan ARNs de interferencia (shDyrk1A).

Análisis de la capacidad de formación de clones y capacidad proliferativa al modificar la expresión de DYRK1A en los astrocitos T653 y T731.

Los astrocitos se disgregaron y se sembraron a densidad clonal con el fin de determinar la capacidad tumoral. Cuando se formaron colonias, las teñimos con cristal violeta e hicimos un recuento. Tal como esperábamos observamos que los astrocitos T731 muestran una tasa de proliferación mayor que los astrocitos T653, lo que confirma que la pérdida de Rb confiere una ventaja proliferativa. Nuestros resultados indicaron también que existe un claro

mos un pequeño aumento de proliferación en la línea celular T653 cuando sobreexpresa DYRK WT y una bajada en las T731 que sobreexpresan DYRK WT. Resulta llamativo el efecto diferencial de la sobreexpresión de DYRK1A que podría indicar que la ausencia de Rb modifica la respuesta a dicha quinasa.

Análisis de la reparación de daño en el ADN tras el cambio en los niveles de DYRK1A en los astrocitos T653 y T731.

Numerosos oncogenes, incluido Ras^{V12}, inducen un estrés replicativo que lleva asociado la activación de la respuesta de reparación de daño en el ADN. Para estudiar la intervención de DYRK1A en dicha respuesta examinamos la fosforilación de H2A.X.

Se observó que la pérdida de Rb (células T731) inhibía la reparación del ADN. También observamos un aumento considerable de la reparación del ADN en la línea celular T653 que sobreexpresa DYRK WT pero no en las células que sobreexpresan el mutante quinasa inactivo. Sin embargo, en la línea T731 la sobreexpresión de DYRK1A inhibió la fosforilación de H2A.X.

Discusión

Nuestros resultados indican que la sobreexpresión de DYRK WT provoca un aumento en la capacidad de autorenovación de las neuroesferas de la SVZ p16/p19^{-/-}. En base a la experiencia de nuestro grupo y la de otros laboratorios,

este ensayo refleja muy bien la capacidad tumoral *in vivo*. Por tanto, se podría esperar que la capacidad tumoral se viera inducida por DYRK1A. Creemos que este efecto de DYRK1A depende de su actividad quinasa ya que en el ensayo con resultados más claros no hubo inducción de la autorenovación al sobreexpresar DYRK KD.

Es interesante destacar que los cambios en proliferación en las neuroesferas han sido muy sutiles por lo que creemos que el efecto de DYRK1A es específico de las células madre de la SVZ, que son las que mayor potencial tumoral podrían tener.

En cuanto a la cooperación entre DYRK1A y EGFR nuestros datos muestran que DYRK1A por sí solo es capaz de incrementar la capacidad de autorenovación de las neuroesferas, ya que el efecto de DYRK1A es menor en cooperación con EGFR WT o con EGFR VIII. En cualquier caso estamos pendientes de los resultados del ensayo *in vivo* para confirmar que DYRK1A, por sí solo puede funcionar como oncogen en ausencia de p16 y p19.

Se podría hipotetizar que la sobreexpresión de DYRK1A estuviera produciendo un aumento de la expresión de EGFR, ya que interviene en su estabilidad, y que, por tanto, la sobreexpresión de EGFR no aporte ninguna función para la formación de tumores.

En la segunda parte de este trabajo pretendíamos determinar si DYRK1A funciona como oncogen o como supresor de tumores en presencia de otras alteraciones génicas, como es la sobreexpresión de Ras^{V12}. Para ello utilizamos dos líneas de astrocitos, la T731 (HRas^{V12} Rb⁻) y T653 (HRas^{V12} Rb⁺). Aunque nuestros datos confirman que la línea celular T731 muestra una tasa de proliferación mayor que la línea celular T653, tal como cabría esperar tras la pérdida de Rb (Seoane et., 2008), los niveles de reparación del daño en el ADN de la T731 son mucho menores que la línea T653. Otro grupo de investigación había establecido, sin embargo, que la pérdida de Rb favorece la progresión tumoral porque es capaz de estimular los sistemas de reparación del ADN (Seoane et al., 2008). No sabemos a qué se deben estas diferencias pero sugiere que las modificaciones genéticas adicionales pueden haber alterado los mecanismos de respuesta a daño en el ADN.

Asimismo, otros autores habían indicado que la presencia de DYRK1A favorece la quiescencia y la senescencia inducida por Ras^{V12} (Litovchuck et al., 2011). Sin embargo, en nuestro trabajo la sobreexpresión de DYRK1A favorece

la formación de clones y la proliferación en las células T653. El efecto es casi opuesto en la línea T731, lo que sugiere que la ausencia de Rb modifica la función de dicha quinasa.

Así pues, en contra de lo esperado, parece que DYRK1A tiene propiedades oncogénicas, tanto en ausencia de p16-p19, como en presencia de Ras^{V12}, y de manera independiente a la sobreexpresión de EGFR. En cualquier caso hace falta realizar los ensayos *in vivo* que confirmen fehacientemente el carácter oncogénico de DYRK1A.

Conclusiones

- DYRK1A provoca un aumento en la capacidad de autorenovación de las neuroesferas de la SVZ p16/p19^{-/-} y no modifica la capacidad de proliferación. Este aumento parece depender de su actividad quinasa.
- No existe ninguna cooperación clara entre DYRK1A y EGFR en la regulación de las neuroesferas de SVZ.
- La pérdida de Rb confiere una ventaja proliferativa a las células pero disminuye los niveles de reparación en el daño del ADN.
- En respuesta al estrés oncogénico inducido por la sobreexpresión de Ras^{V12}, DYRK1A favorece la formación de clones y la proliferación en las células.
- La ausencia de Rb modifica la función de DYRK1A en los astrocitos transformados por Ras^{V12}. •

“Siempre he creído que la investigación científica es otro dominio en el que una forma de optimismo es esencial para el éxito: Todavía estoy buscando un científico que sea incapaz de exagerar la importancia de lo que está haciendo, y creo que alguien que no se hiciera ilusiones sobre su importancia languidecería en la repetición de la experiencia de sus abundantes pequeños fracasos y sus raros éxitos, que es el destino de la mayoría de los investigadores”.

Daniel Kahneman

Agradecimientos

- A Pilar Sánchez Gómez, del Instituto de Salud Carlos III, donde realice mi trabajo, por su inestimable ayuda, y los conocimientos y medios que me ha aportado.
- A la facultad de Biológicas de la Universidad de Alcalá de Henares, por mis años de aprendizaje y especialmente a Guillermo Bodega Magro, tutor de mi trabajo, por su motivación.
- Al Colegio de Biólogos de Madrid por la labor que realizan.
- A mis padres y a los que han estado a mi lado, por su apoyo e intentar entender este trabajo.



Insectos al servicio de la **Biotechnología**

La demanda de proteínas recombinantes para los próximos años requiere mejorar los sistemas productivos actuales y encontrar otros alternativos. Uno de ellos supone el uso de larvas de insecto como biofactorías, tecnología que se caracteriza por su versatilidad y capacidad de escalado industrial a un coste bajo.



Por **Silvia Gómez-Sebastián, PhD**

Investigadora Senior,
Departamento de I+D
Alternative Gene Expression
S.L. (ALGENEX)

Los insectos comprenden el grupo de animales más diverso de la Tierra con aproximadamente un millón de especies descritas. Estos organismos han sido explotados desde hace miles de años como fuente de recursos para el ser humano, como alimento (entomofagia) o para la obtención de productos como miel, seda o pigmentos. Además tienen un gran valor científico, como ejemplo de ello tenemos los avances que se han conseguido en estudios de genética del desarrollo gracias a la mosca *Drosophila melanogaster*.

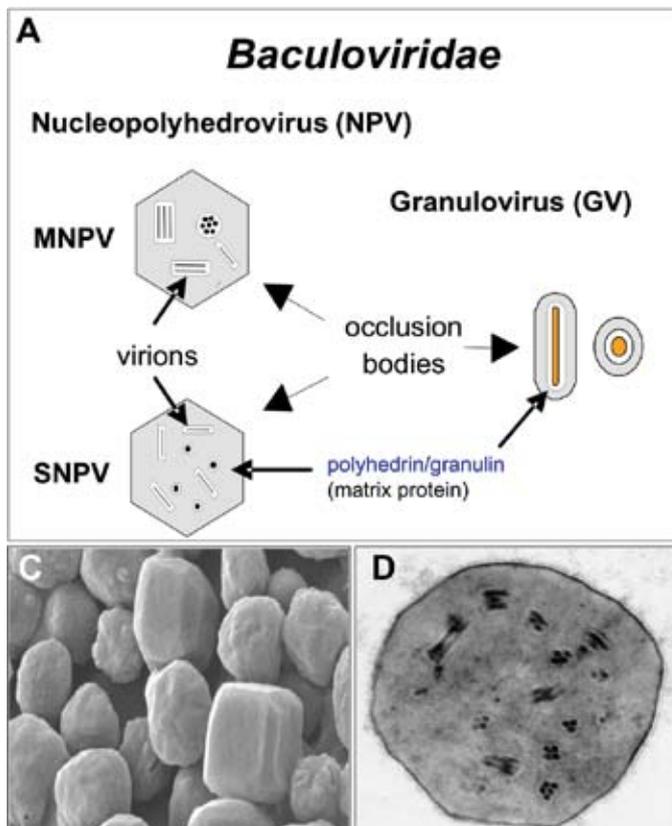
Cada vez son más los insectos que se usan en investigación debido a que presentan ciclos de vida cortos y a que se pueden cultivar en grandes cantidades, y de un modo relativamente

sencillo, bajo condiciones de laboratorio. Un ejemplo es la mariposa nocturna *Trichoplusia ni* (*T. ni*) que supone una plaga para los cultivos en su estadio larvario por su gran voracidad dada su elevada tasa de crecimiento (20% de ganancia de peso diaria/larva y obtención de 30.000 larvas de una sola hembra adulta en unas semanas).

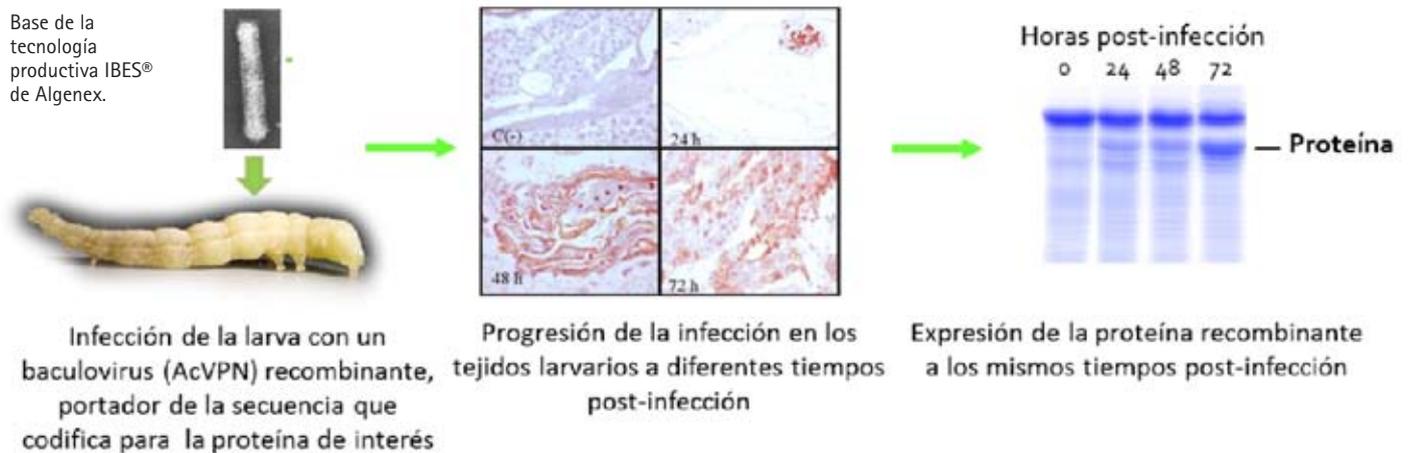
Sin embargo, existen virus que son muy letales para estos insectos. Un ejemplo de ello es el virus de la polihedrosis nuclear de *Autographa californica* (AcVNP) que, en los años 70, se observó que controlaba poblaciones de este lepidóptero. Este virus pertenece a la familia *Baculoviridae*, que engloba a un amplio grupo de virus DNA de doble cadena circular superenrollada (80-180 kb) y que sólo infectan a invertebrados, fundamentalmente a insectos de los órdenes lepidóptera, díptera e himenoptera. Dada su letalidad y su especificidad, desde mediados del siglo XX los baculovirus han sido usados ampliamente como biopesticidas.

A partir de los años 80, gracias a la manipulación de estos virus, se produce un gran salto para la Biotecnología con el desarrollo de un nuevo sistema de expresión de proteínas heterólogas denominado BEVS (del inglés, "*Baculovirus Expression Vector System*"). Este sistema permite generar baculovirus recombinantes de manera rápida y sencilla con los que infectar cultivos de células de insecto para obtener proteínas de interés - vacunas, reactivos de diagnóstico o moléculas terapéuticas .

Los padres de este sistema son Gale Smith y Max Summers y lo patentaron en 1983 (1). Este sistema, además, permite la producción de proteínas heterólogas con modificaciones post-traduccionales, ya que se



Fenotipos de baculovirus (Van Oers and Vlák (2007).



trata de un sistema de producción eucariota, y puede escalarse para una producción industrial relativamente óptima en términos de coste-eficiencia.

De hecho, en la actualidad, ya hay productos comercializados por varias compañías farmacéuticas para la salud humana - vacuna frente al papiloma humano, Cervarix® de GlaxoSmithKline o frente a influenza, FluBlok® de Protein Science Corporation (2), entre otros - y para la salud animal como, por ejemplo, las vacunas frente a circovirus porcino o peste porcina clásica. Además, el número de productos nuevos obtenidos de esta manera y en fases clínicas va en aumento, siendo un indicador de que esta tecnología se está consolidando. Sin embargo, es una tecnología cuyos costes de producción y productividad están aún lejos de ser tan competitivos como se requiere en un mercado cuya demanda de productos recombinantes es cada vez mayor.

Es aquí donde se deja de considerar a las larvas de *T. ni* tan sólo como una plaga y entra en valoración su gran capacidad productiva como biofactoría compleja, capaz de producir productos recombinantes. Su corto ciclo de vida, que permite un escalado rápido para producir proteínas, su facilidad de manipulación y la eliminación de medios de cultivo y de equipamientos complejos que elevan el coste productivo, hacen de ellas un sistema de producción alternativo a valorar. De hecho, el empleo de larvas de *T. ni* permite rendimientos de producción 4 veces mayores, por unidad de biomasa, que el sistema BEVS convencional. Por ejemplo, de tan solo una larva se puede obtener proteína suficiente para 40.000 determinaciones diagnósticas (3) ó 1000 dosis vacunales (4).

Pero esta tecnología está aún en una fase inicial de introducción en el sector



Imagen de la larva de la mariposa *Trichoplusia ni* (Hübner).
Foto Universidad de Florida

farmacéutico ya que, a pesar de los numerosos estudios de versatilidad y productividad, tan sólo hay en la actualidad un producto inyectable aprobado para su uso en animales - Virbagen® Omega de Virbac -producido en larvas de insecto, en este caso del noctuido *Bombix mori*, gusano del que se obtiene la seda (5). De hecho, existen muy pocas compañías en el mundo que trabajen con estas tecnologías. Una de ellas es la española Algenex (www.algenex.com) que trabaja en la consolidación y perfeccionamiento de este sistema que ha denominado IBES® (del inglés "Improved Baculovirus Expression System"). Una perspectiva de la tecnología se visualiza en el siguiente enlace de video: <http://www.algenex.com/VideoIbes.html>.

Es importante resaltar que en el campo diagnóstico ya existen varios productos registrados y comercializados, tanto para salud humana como animal. Las amplias posibilidades que presenta esta tecnología en un mercado de productos recombinantes en expansión, hace que sea cuestión de tiempo que se imponga como sistema productivo limpio, rápido, barato y robusto que permita incluso a países en desarrollo optar a productos recombinantes diagnósticos, terapéuticos y vacunales que hoy en día son de difícil acceso para ellos. Sin duda pronto, tendremos que dar gracias a los insectos por ello. •

"Nuestro agradecimiento a la SEBBM por permitirnos reproducir este artículo previamente publicado en el apartado de divulgación El rincón del profesor de su web (www.sebbm.es)"



Ganadores en la OEB de León que irán a la IBO: Marcos Albarrán Gómez, Daniel Arribas Mercado, Javier Martínez Latorre, David Roiz del Valle.



Alentando a los científicos del futuro

El 6 de febrero pasado se realizó en aulas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid la XIII Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid, de la que surgieron los representantes de la región a la X Olimpiada Nacional de Biología, celebrada en León.

Una vez más concurrió una elevada cantidad de institutos con alumnos de 2º de Bachillerato y 4º de la ESO. Los ganadores de esta edición de un evento que está contribuyendo de manera decisiva a propiciar el interés por la carrera de Biología, fueron:

Categoría A, 2º de Bachillerato, participación individual: Adrián Holguín Horcajo, del IES Butarque, Alba Millán Fernández Montes, del IES Calderón de la Barca, Manuel Rodrigo Tapias, del IES Cervantes y Natalia Soriano Lorie, del Colegio Villa de Griñón. Estos

Con gran número de participantes y nivel de rendimiento de los alumnos se realizaron en la Universidad Autónoma de Madrid y en la Universidad de León la Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid y la Olimpiada Española de Biología 2015, cumpliendo esta última su décima edición.

ganadores surgieron de la lista de 10 finalistas seleccionados tras las pruebas teóricas y la realización de pruebas prácticas en laboratorios de la UAM. Asimismo, representaron a Madrid en las Olimpiadas Nacionales, OEB.

Categoría B, 4º de la ESO, por equipos de tres alumnos: Primer premio: Carmen Díez Menéndez, Almudena García Gómez Monedero y María Sanz Ortiz, del IES Gran Capitán. Segundo premio: Claudia Eiora Jerez, Guillermo Martín Migallón y Marina Torelli Postigo, del IES la Estrella. Tercer premio: Ignacio Atance Loras, Laura Estrada Grande y Gustavo Tella García, del Centro Educativo Zola Villafranca.

La lista de finalistas de la Categoría A se completó con otros seis estudiantes que concurren a las pruebas prácticas: Elba Alonso Monsalve, del IES Prado de Santo Domingo, Jesús Andreu Pérez Cuadrado, del IES Alfonso Moreno, Diego Esteban Tinoco, del IES García Morato, Zuriñe Alba Iglesias González, del IES Cervantes, María Palacios Ortega, del IES Profesor Máximo Trueba y Ángel Soltero Conchuela, del IES Pablo Picasso.



Prácticas en laboratorio de los seleccionados madrileños para la OEB 2015. (Foto José Luis Viejo)

X Olimpiada Española de Biología

Del 12 al 15 de marzo se realizaron en el campus de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de León, la X Olimpiada Española de Biología. Concurrieron 70 alumnos de toda España y dos de Colombia en represen-



tación de los institutos españoles en el extranjero.

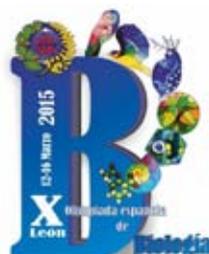
Esta décima edición, significativo aniversario, permitió, como ya es costumbre, seleccionar a los cuatro jóvenes que concurrirán a la Olimpiada Internacional de Biología, IBO 2015, que se celebrará del 12 al 19 de julio próximos en Aarhus, Dinamarca y a la Olimpiada Iberoamericana de Biología, convocada para el mes de septiembre en El Salvador. En todo caso serán los embajadores de 3.000 alumnos 770 centros de enseñanza de Bachillerato y de la ESO, que participaron en las olimpiadas regionales este año.



La mesa de autoridades: José Ángel Hermida Alonso, Rector de la Univ. de León, Blanca Razquín Peralta, Decana de CC. Biológicas y Ambientales de la Univ. de León. D. Fernando Sandoval Viñas, Pte. del Col. Oficial de Biólogos de Castilla y León, Manuel Antonio Manso Martín, Decano de Biología de la Univ. de Salamanca y María José Lorente Carchano, Pta. de la Olimpiada Española de Biología



Los cuatro ganadores que concurrirán a la Olimpiada Iberoamericana 2015 en El Salvador: Ángel Vergara Cruces, Adam Teixidó Bonfill, Paloma González Fernández, Eulalia Capella.



Los ganadores que irán a la IBO 2015 fueron: Marcos Albarrán Gómez (Instituto Vaguada de la Palma, Salamanca), Daniel Arribas Mercado (IES Pedro Mercedes. Cuenca), Javier Martínez Latorre (Colegio San Vicente Ferrer, Valencia), y David Roiz del Valle (Colegio Monte Naranco, Oviedo).

Los cuatro siguientes clasificados que concurrirán a la Iberoamericana son: Eulalia Capella Porta (Instituto Pedagógico San Isidro, Barcelona), Paloma González Fernández (Colegio Buen Pastor, Sevilla), Adam Teixidó Bonfill (Instituto Jaime Vicens vives, Gerona), Ángel Vergara Cruces (IES La Salinas, Fuengirola, Andalucía).

El Rector de la Universidad de León (ULE), José Ángel Hermida, que presidió la ceremonia de entrega de premios dijo: "España necesita científicos e ingenieros, y estas pruebas son

Ahora, la IBO 2015



INTERNATIONAL
BIOLOGY OLYMPIAD
2015 AARHUS DENMARK

En la sala de conciertos de la Universidad de Aarhus, Dinamarca, se realizará el 12 de julio próximo la apertura de la próxima Olimpiada Internacional de Biología que se desarrollará hasta el 18 de julio. Los organizadores han contemplado dos días completos de pruebas aunque habrá otro tipo de actividades durante la visita de las 61 delegaciones participantes, entre ellas excursiones para conocer la cultura y los paisajes naturales de Dinamarca. El lunes 13 y el martes 14 los alumnos realizarán las pruebas prácticas y el jueves 16, las pruebas teóricas. Los exámenes prácticos, que serán cuatro de hora y media de duración cada uno, abarcarán los siguientes apartados: biología molecular y microbiología, anatomía de plantas, biosistemas y evolución, bioquímica. Las pruebas teóricas tendrán dos partes, cada una con tres horas de duración. Los tests teóricos se realizarán con la ayuda de ordenadores y tabletas, con los que se contestará a las preguntas. Estas pruebas estarán divididas de esta manera: 25% anatomía animal y fisiología, 20% Biología celular, molecular y microbiología, 20% genética, genética de poblaciones y evolución, 15% anatomía de plantas y fisiología, 10% ecología, 5% etología y 5% biosistemáticas. La entrega de premios y ceremonia de clausura se realizará el sábado 18 de julio, con regreso de las delegaciones a sus países de origen el domingo 19.



Las pruebas orales de la IBO en Dinamarca se realizarán después de los trabajos prácticos.

una parte esencial del trabajo que hay que realizar para que no se pierda el talento. Por eso sois muy importantes, y también la labor que vais a desempeñar en el futuro porque, —concluyó— sois la esperanza de este país para construir una buena nación". •



OEB: DIEZ AÑOS INOLVIDABLES

La primera Olimpiada Española de Biología se celebró en 2005 impulsada desde Canarias. Al cumplirse la décima edición, consideramos imprescindible rescatar emociones, opiniones y conclusiones en torno a la tarea realizada con total y altruista vocación por la organización de la OEB y sus generosos colaboradores. De las OEB salen cada año los estudiantes que siempre han representado a España con entusiasmo y brillantes resultados en las olimpiadas iberoamericanas e internacionales. Esto nos cuentan protagonistas, miembros de la OEB y estudiantes, que han vivido y viven intensamente las OEB y sus eventos derivados.

Las OEB: presente y futuro

Por **María José Lorente**

Presidenta de la Olimpiada Española de Biología



La Olimpiada Española de Biología ha celebrado, en marzo de 2015, su décima edición. Comenzó como un proyecto discreto que poco a poco y año tras año se ha ido consolidando con objetivos claros y concretos.

Actualmente podemos decir que la Olimpiada Española de Biología es mucho más que una competición de carácter científico. En ella confluyen los intereses de todos los que estamos implicados en la ciencia y en la educación, y me refiero al trabajo y esfuerzo del profesorado de secundaria de todo el territorio nacional que enseña, motiva y forma en ciencia. Me refiero a estudiantes de secundaria y bachillerato que, por propia iniciativa y con el estímulo de sus profesores, estudian ciencias -biología- mejoran su formación y contribuyen a mejorar la cultura científica de nuestro país. Me refiero al reconocimiento de la excelencia académica de esos estudiantes brillantes en ciencia que

son nuestra imagen en el exterior y nuestro futuro como país. No hay más que observar los resultados obtenidos en las Fases Internacionales por nuestros representantes españoles, y el equipo humano que forman los antiguos Olímpicos de Biología (ECOEB) que siguen vinculados a la Olimpiada con el fin de crear una red de jóvenes científicos que serán el motor del progreso de nuestro país.

Todos los que formamos parte de la Asociación Olimpiada Española de Biología nos sentimos orgullosos de la variedad y complejidad de acciones que se desarrollan en el entorno de nuestras olimpiadas en las diferentes Autonomías, y que imprimen ese carácter académico, científico, social y a la vez humano que tiene la Olimpiada de Biología.

Si bien, hemos conseguido todo lo anterior como consecuencia del esfuerzo personal, del apoyo de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (IX OEB, Zaragoza 2014 y X OEB, León 2015) y de otros colaboradores, seguimos pendientes del "reconocimiento a la excelencia de nuestros estudiantes" solicitado al Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Somos conscientes del empeño que ha puesto el Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa para que las Olimpiadas de Biología se incluyan en la convocatoria de Olimpiadas Científicas. Pero lo cierto es que no se ha conseguido. El pasado 17 de marzo, finalizada la X OEB, se publica en el BOE la resolución por la que se convocan las Olimpiadas Nacionales 2015 y —una vez más— la Olimpiada de Biología no está incluida en dicha resolución.

En esta situación podríamos considerar que el futuro de la Olimpiada de Biología es "incierto", si no fuera por el compromiso y esfuerzo de todos los que formamos parte de ella. Esperamos y confiamos que esos mismos principios guiarán a las administraciones educativas (Ley orgánica 8/2013 de 9 de diciembre).

Quiero manifestar mi reconocimiento a todos los delegados de la OEB y especialmente a las personas que comparten conmigo la Junta Directiva: Carmen Díaz, Javier Fdez-Portal, Pedro Nozal, Clara Benhamú, Antonio Jimeno, Anselmo Frade.



Una **aventura** apasionante

Por **José Luis Barba**

Presidente de la Olimpiada Española de Biología hasta 2013



A la izquierda, José Luis Barba, con la delegación española en la IBO de Singapur.

Hace unos años me animaron en Serbia a participar en una competición a nivel internacional de Biología. Había ido con unos alumnos a un congreso de jóvenes investigadores. Ya han pasado 12 años de ese momento.

Cuando regresamos a España intentamos participar en ese evento y después de unos meses investigando en la Web y llamando a unos cuantos teléfonos del Ministerio comprobamos que no existía tal competición en nuestro país y que no nos dejaban participar en la Olimpiada Internacional sin una fase Nacional previa.

No me fue fácil lanzarme ya que nunca había organizado cosas de ese estilo, pero tuve la suerte de encontrarme con gente muy valiosa y muy lanzada. Nombro a Jorge Portillo., un antiguo alumno de Ciencias Medioambientales que vio en el proyecto una oportunidad de cambiar la forma de cómo se enseñaba la Biología en España. Queríamos una competición donde la parte práctica tuviera un peso importante y cuestiones fueran deductivas y no memorísticas. Los dos creíamos que otra forma de enseñar la Biología era posible y esta competición nos daría una vía para influir un poco en el sistema.

Y nos lanzamos

Contactamos con diversas personas de las CC AA y yo tiré de los Certámenes de Jóvenes Investigadores que organizaba el Ministerio de Educación. Varios profesores se sumaron como delegados en sus zonas Otras personas que ya organizaban sus Olimpiadas de Biología en Madrid y Valencia se unieron al proyecto. Y sorprendentemente, fueron apareciendo recursos económicos de gente muy involucrada desde el primer momento a la OEB.

Desde el minuto uno nos propusimos ir involucrando a los que participaran en las sucesivas ediciones. Y creímos que eso tardaría. Pero no fue así. Ya hay en estos momentos delegados en alguna CA que procede de esos primeros años y una ECOEOB va cogiendo fuerza.

Toda la gente que me he encontrado ha sido muy buena. Esa ha sido la suerte. La gran suerte. Tengo en mi sala de estar la foto de los delegados de ese primer encuentro en la entrada de la Facultad de Ciencias del Mar de Las Palmas de Gran Canaria. He aprendido mucho de ellos ya que no han sido mi fuerte los protocolos, los aspectos



jurídicos, el manejo de los políticos y un larguísimo etc. como la serenidad ante la falta de dinero en muchos momentos. Pero esas tensiones te van sirviendo para otros aspectos de tu vida.

Y con frecuencia me entra la morriña de haberlo dejado. Pero también tenía claro desde el principio que no compartía eso de líderes eternos. Los que arrancan un proyecto deben quitarse pronto para no convertirlos en algo

personal. Por supuesto que cuesta, duele y se sufre un poco. Pero es necesario hacerlo. Ya habrá tiempo de volver pero de otra manera.

No he querido poner nombres. Sólo uno. Al que se debe el arranque de esta actividad. Todos los que han hecho posible este movimiento pro-Biología han invertido tiempo, dinero e ilusión. Y sin ellos, la OEB no estaría donde está en estos momentos.

Estudiantes **galardonados**

Pablo Hernández Malmierca

2º en la Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid de 2011, Medalla de oro en la OEB de Granada y medalla de Bronce en la IBO de Taiwan de ese año



Para mí, la Olimpiada de biología fue una sucesión de sorpresas y de alegrías inesperadas una tras otra; para nada esperaba que las cosas fueran así de bien y, desde luego, no lo hubieran hecho, de no ser por el apoyo de mi profesora de biología del instituto, Josefina Magán y de mi familia, puesto que coincidió con momentos muy duros.

Yo fui a la Olimpiada de la Comunidad de Madrid porque la biología me gustaba y mi profesora lo ofreció para repasar el temario para selectividad, así que, cuando me llamaron para ir a la OEB no daba crédito y fui a Granada asumiéndolo ya un como un logro y un premio; cuando dijeron mi nombre entre los cuatro ganadores no podía creerlo y lo primero que hice fue llamar a mi familia, porque lo último que sabían de mí es que creía que no tenía oportunidades. La IBO fue la guinda del pastel, fue una semana increíble en la que compartí experiencias con gente de muchas nacionalidades, conocí Taiwán y Pekín y además volví con una medalla, algo de lo que aún hoy me siento muy orgulloso.

Sin duda es una de las experiencias que más me ha marcado, tanto en lo personal, puesto que es una experiencia difícil de olvidar, como en lo académico y profesional. Antes yo sabía que la biología me gustaba, pero para mí fue un punto de inflexión darme cuenta de que realmente me apasionaba y se me daba bien y fue lo que finalmente me decidió para hacer bioquímica e intentar dedicarme a la investigación; el punto en el que sigo ahora, terminando la carrera y trabajando en el laboratorio de María Luisa Toribio, en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa.



La VIII Olimpiada Española de Biología se realizó en Madrid con organización de la UAM y del COBCM.



OIAB 2012 en Portugal: Aitor Jiménez, Medalla de Bronce; Laura Cabo, Medalla de Plata; Carmen Díaz (Delegada); Laura González, Medalla Bronce, y Alberto Ruiz, Medalla Plata, y María José Lorente (Delegada, Presidenta actual de la OEB).

David López Martínez

David López Martínez, 1º categoría A de la VI OBCM en 2008, medalla de oro en la 3ª OEB y medalla de bronce en la XIX IBO en la India



Participar en la Olimpiada de Biología de la Comunidad de Madrid en 2008 fue una de las mejores experiencias que he tenido y se la debo en buena parte a la que fuera mi profesora de Biología, Toñi Blanco, a la que siempre estaré agradecido. Recuerdo perfectamente la emoción y la sorpresa cuando poco después del



El Decano del COBCM, Ángel Fernández Ipar, entregando los premios de la VIII OEB.

examen me llamaron a casa para decirme que había ganado. Después pude participar en la fase nacional donde, a la alegría de ser uno de los ganadores, se unió la suerte de conocer a magníficos estudiantes y futuros grandes científicos que se convirtieron desde entonces en buenos amigos.

Finalmente, en la fase internacional celebrada en Mumbai (India) pude obtener una medalla de bronce lo que me demostró que podía tener éxito, incluso compitiendo con los mejores a nivel internacional y que podía llegar a ser un buen científico. Todo esto me ayudó a tomar la decisión, tras acabar mi licenciatura de Bioquímica en la UAM, de continuar mi formación de posgrado en las mejores instituciones y con los mejores científicos a nivel internacional dispuestos a aceptarme. Tras realizar un master en Biomedicina en el University College London, actualmente estoy realizando mi doctorado en el Departamento de Bioquímica de la Universidad de Oxford, donde espero que con esfuerzo y trabajo me pueda formar como un buen investigador.

En definitiva, estoy muy agradecido a la Olimpiada de Biología porque me ha permitido formar parte de una magnífica comunidad de ex-olímpicos, con talento y entusiasmo, cada vez más activa y siempre creciendo y porque me dio la confianza y la seguridad en mí mismo para alcanzar mi vocación de científico y canalizar mi pasión por la Biología que nunca deja de crecer. •



Nueva **estrategia** para el tratamiento del linfoma linfoblástico T

Los genomas de las células tumorales, a menudo contienen deleciones no directamente relacionados con el desarrollo del cáncer. Los daños de estas deleciones permiten identificar estrategias terapéuticas que podrían destruir las células tumorales sin dañar a las células normales.



Por Lucía Bermejo Carrasco
Bióloga
Segunda galardonada en el Premio COBCM al Mejor Proyecto Fin de Carrera 2014

El objetivo central de las terapias contra el cáncer es la eliminación de las células tumorales sin dañar el resto de células del cuerpo. Una característica propia de las células cancerosas es que presentan cambios genéticos que las diferencian de las células normales y permiten su eliminación por terapia dirigida.

La mayor parte de las estrategias disponibles actualmente se centran en combatir el efecto producido por alteraciones genéticas que afectan a genes clave como oncogenes o genes supresores, pero son difíciles de identificar y se pueden producir daños colaterales no deseados.

Un enfoque alternativo es el empleo de estrategias basadas en las vulnerabilidades generadas por mutaciones pasajeras. Aunque el desarrollo de un tumor puede depender de sólo un pequeño número de mutaciones conductoras, las células tumorales también contienen otros cambios genéticos que se acumulan, a menudo como resultado de la exposición a mutágenos ambientales. Los tumores sólidos pueden contener miles de estas mutaciones^[1], capaces de distinguir las células cancerosas de las normales, aumentando su sensibilidad a ciertos fármacos y permitiendo su eliminación específica^[2].

Muller *et al.*^[3] propusieron que, si una mutación pasajera inactiva un gen con función redundante, las células tumorales se volverían sensibles a la inhibición del segundo gen. Muchos procesos esenciales en biología dependen de la expresión de dos o más genes que codifican proteínas con funciones bioquímicas muy similares (parálogos), de tal forma que la pérdida de un gen sea irrelevante a menos que

el segundo gen relacionado también sea inhibido.

En el caso de las deleciones homocigóticas la búsqueda se centraría en genes redundantes, pertenecientes a familias multigénicas implicadas en el control del metabolismo^[4]. Cuando se tratara de deleciones en heterocigosis la combinación de mutaciones en dos o más genes llevaría a la muerte celular, mientras que la mutación en uno sólo no^[4, 5].

Mediante *CGH-array* de muestras humanas de linfomas linfoblásticos T se ha identificado su variación más frecuente, la del9p21, que ocurre en el 30-65% de los casos. Esta región contiene los genes supresores de tumores CDKN2A (gen que codifica dos proteínas, p16 y p14ARF) y CDKN2B, importantes en la senescencia y la regulación del ciclo celular mediante las vías de señalación de p53 y Rb^[6]. Pero no hay ninguna estrategia terapéutica basada en la inactivación de estos genes.

Objetivos

- 1.- Identificar posibles genes "pasajeros" en la del9p21 capaces de generar una vulnerabilidad terapéutica en los linfomas linfoblásticos T.
- 2.- Identificar líneas celulares derivadas de leucemias/linfomas linfoblásticos T que hubieran perdido el gen o genes candidatos identificados en el objetivo anterior.
- 3.- Buscar inhibidores específicos de esos genes y hacer ensayos funcionales *in vitro* para comprobar su capacidad para eliminar selectivamente este tipo de células.

Material y métodos

Se han utilizado las líneas celulares derivadas de leucemias/linfomas linfoblásticos T humanos Jurkat, Peer, Karpas-45, Molt-4 y Hut-78.

Los estudios de expresión se realizaron mediante RT-PCR cuantitativa a tiempo real en muestras de ARN extraídas con Tripure. Se diseñaron los cebadores y se empleó como

control interno de carga el gen que codifica para las $\beta 2\mu$ Globulina. Los productos de PCR se corrieron en un gel de agarosa para confirmar el tamaño de los amplicones.

Se analizaron los niveles de proteínas de las diferentes aconitasas mediante Western blot en las muestras extraídas con RIPA. Las membranas se incubaron con anticuerpos anti-ACO1, anti-ACO2 o anti-ACO3. Como control de carga se utilizó el anticuerpo monoclonal anti- α -tubulina. Posteriormente las membranas se incubaron con un anticuerpo anti-IgG de conejo o anti-IgG de ratón acoplados a peroxidasa de rábano y se revelaron.

Ensayo de inducción de muerte con fluorocitrato

Los tratamientos se realizaron en las líneas celulares JURKAT y HUT-78 porque en el Western blot demostraron ser los modelos que más se aproximan a nuestra hipótesis inicial, siendo ejemplo de ausencia y presencia de ACO1 respectivamente. Se trataron las células a distintas concentraciones de la disolución de fluorocitrato [7]

1 μ M, 10 μ M y 100 μ M. Tras la administración del tratamiento se analizó la muerte celular mediante tinción con yoduro de propidio (IP) y citometría de flujo.

Resultados

Búsqueda *in silico* de genes candidatos en la región 9p21

El gen candidato ideal debería ser un gen deletado homocigóticamente, esencial para la viabilidad celular, que formara parte de una familia multigénica donde los otros miembros fueran capaces de suplir su actividad, con expresión diferencial en los tumores, altamente conservado a lo largo de la escala filogenética, y sobre el que existieran datos suficientes y disponibilidad material para comprobar los efectos de su inactivación. Además, la situación ideal sería que se conociera alguna molécula inhibidora capaz de actuar sobre los miembros funcionalmente redundantes de la familia. Sobre los resultados del CGH-array realizamos un análisis detallado seleccionando *ACO1* como el mejor gen candidato en la región 9p21.1.

ACO1 codifica un enzima citoplasmática que juega un papel esencial pero redundante en el metabolismo del hierro y cataliza el paso de citrato a isocitrato, afectando a la síntesis lipídica y de aminoácidos y sirviendo, de alguna

manera, de alimento a la respiración mitocondrial. Otro miembro de la familia, *ACO2*, es la isoforma mitocondrial no implicada en el metabolismo del hierro pero capaz de convertir citrato en isocitrato en el ciclo de Krebs. Por otra parte, *ACO3*, no tiene actividad enzimática pero regula el metabolismo del hierro. En condiciones de abundante hierro, ACO1 adquiere función enzimática de aconitasa, mientras que ACO3 es degradada. Sin embargo, en condiciones de escasez de hierro, ACO1 pasa a proteína de unión a IRE y ACO3 se estabiliza [8]. En levaduras los mutantes sencillos *ACO1*+/- y *ACO2*+/- son viables, pero los dobles mutantes (-/-) son inviables [9]. Los embriones de ratón dobles KO (*Aco1*-/-, *Aco3*-/-) son incapaces de vivir como consecuencia de un déficit masivo de hierro [12].

Análisis de expresión de los miembros de la familia aconitasa

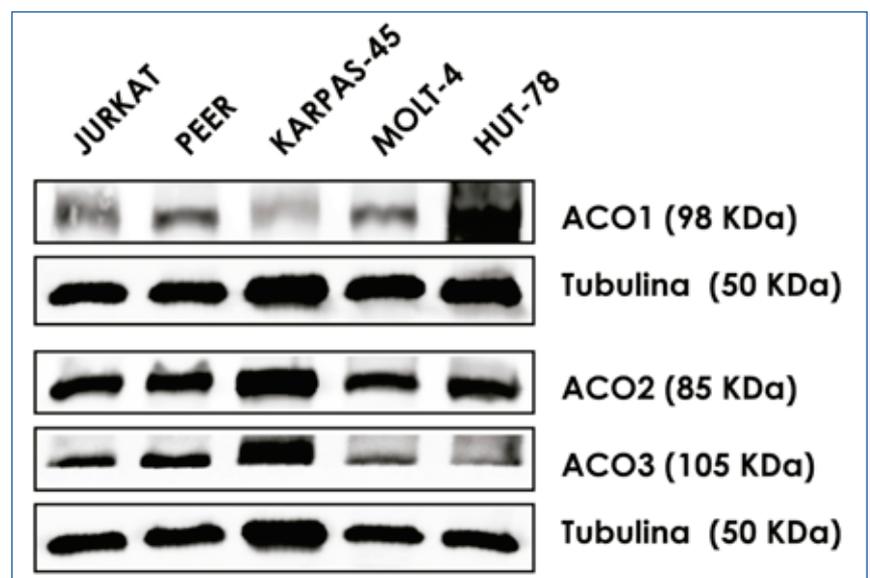


Figura 1. Cuantificación de los niveles de proteínas de las diferentes aconitasas.

Encontramos un descenso significativo de la expresión de ACO1 en JURKAT con niveles altos de ACO2 y ACO3. Por otro lado, HUT-78 presentaba los niveles más altos de ACO1.

Ensayo funcional con fluorocitrato

Tras una búsqueda bibliográfica de posibles inhibidores de la aconitasa, se seleccionó el fluorocitrato.

Al analizar los resultados de la inducción con fluorocitrato a distintas concentraciones y distintos tiempos de incubación, observamos que a 6 h y 16 h no hay aumento de muerte

celular en ninguna línea celular, ni siquiera con la concentración más alta. Sin embargo, a 24 h vimos que en JURKAT había un aumento de la muerte celular que era mayor cuanto más alta era la dosis de fluorocitrato, lo cual no se repitió en HUT-78. Este mismo tiempo fue el establecido por Hayakawa *et al.* [6] en sus estudios sobre astrocitos.

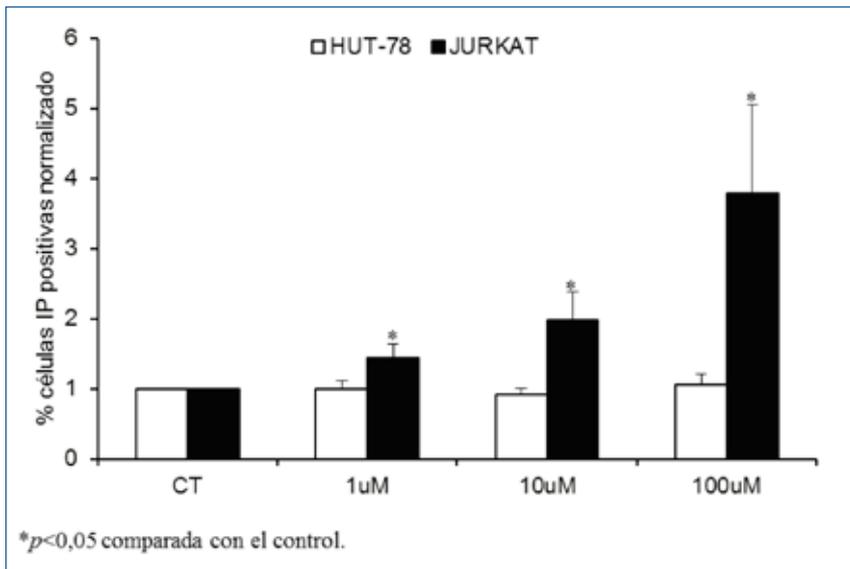


Figura 2. Resultados del ensayo tras 24 horas de incubación a diferentes concentraciones de fluorocitrato.

La ausencia de variación en HUT-78 se debe a los altos niveles de ACO1 que presenta esta línea celular. El fluorocitrato no puede inhibir completamente la actividad aconitasa por lo que las células mantienen la actividad metabólica inalterada. Por otro lado, las células JURKAT presentan unos niveles muy bajos de ACO1, por lo que el efecto inhibitor del fluorocitrato sobre la ACO2, quien complementa a la ACO1 en su actividad aconitasa, reduce la actividad metabólica resultando en un aumento de la inducción de muerte celular.

Discusión

La inestabilidad genómica provoca no sólo la pérdida de genes supresores de tumores, sino que frecuentemente causa pérdidas colaterales de genes adyacentes. Si estos genes esenciales tienen una función redundante, su pérdida puede dar lugar a una vulnerabilidad. La pérdida de ACO1 hace que las células se vuelvan altamente dependientes de ACO2, proteína con función redundante. De este modo la pérdida de ACO1 no induce la muerte celular hasta que se pierde ACO2. Nuestros resultados demuestran que este hecho podría ser explotado terapéuticamente mediante la administración de un inhibidor de

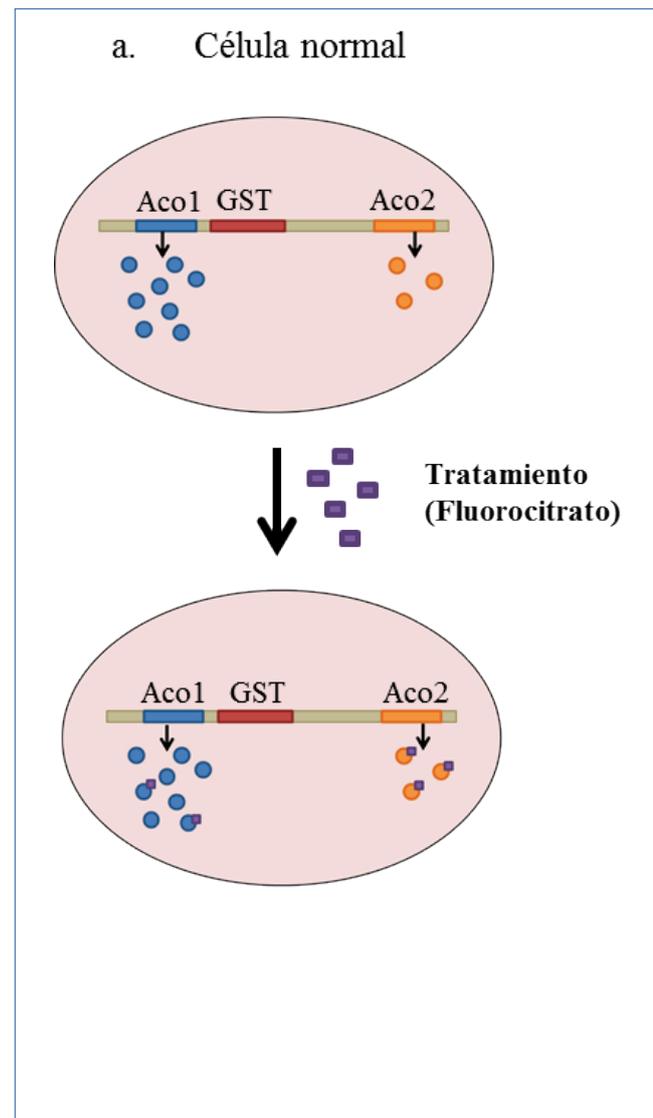


Figura 3. Terapias basadas en el daño colateral de las deleciones pasajeras.

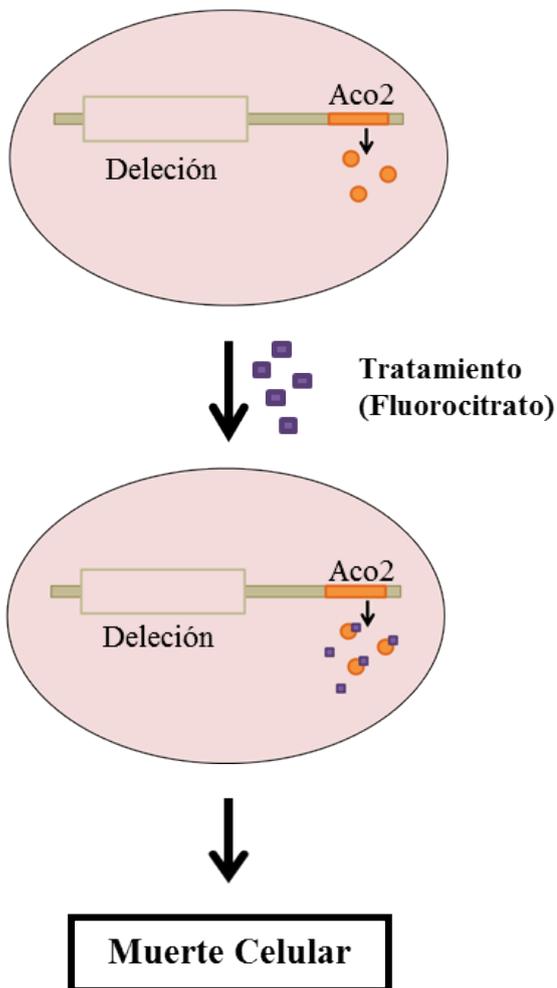
- a.) Las células normales sobrevivirán al tratamiento con fluorocitrato, debido a la alta expresión de ACO1.
- b.) Los bajos niveles de aconitasa en las células tumorales, sin embargo, van a permitir que estas sean eliminadas por el tratamiento.

aconitasa, el fluorocitrato, que resultaría letal en células que presentan una deleción de ACO1.

Para que la estrategia funcione el gen eliminado (EN01 o ACO1) tiene que tener la mayor parte de la actividad, y no puede haber ningún incremento compensatorio en la producción de proteínas a partir del segundo gen (EN02 o ACO2).

La selección de líneas celulares que presenten deleciones homocigóticas para uno o varios genes de mantenimiento esencial y redundante, donde la inhibición farmacológica de un

b. Célula tumoral



homólogo comprometa la función celular en el tumor, nos permitiría seguir realizando ensayos funcionales facilitando la identificación de nuevas estrategia terapéutica para el tratamiento del linfoma linfoblástico T.

Al igual que el fluorocitrato, existen otras sustancias capaces de inhibir la actividad aconitasa. Su estudio y el análisis de su efecto pueden facilitar el empleo de tratamientos combinados disminuyendo la toxicidad y los aumentos compensatorios en la expresión.

Numerosos estudios han demostrado que las deleciones en 9p21 son una alteración frecuente en varios tipos de cáncer como el melanoma [10], los leiomiomas uterinos [11], los meduloblastomas [12], el mesotelioma maligno pleural [13] o el carcinoma de célula escamosa de pulmón [14]. Por lo tanto, el tratamiento propuesto sería extensible a una gama amplia de cánceres muy comunes. •

BIBLIOGRAFÍA

Referencias artículo Proyecto Fin de Carrera de Lucía Bermejo

- [1] Bignell, G. R. *et al.* **Signatures of mutation and selection in the cancer genome.** Nature 463 (2010) pp. 893–898.
- [2] Lehner, B. & Park, S. **Exploiting collateral damage.** Nature. 488 (2012) pp. 284–285,
- [3] Muller, F. L. *et al.* **Passenger deletions generate therapeutic vulnerabilities in cancer.** Nature. 488 (2012) pp. 337–342.
- [4] Nijhawani, D., Hahn, W.C. *et al.* **Cancer Vulnerabilities Unveiled by Genomic Loss.** Cell. 150 (2012) pp. 842–854.
- [5] Pelengaris, S. & Khan, M. **The Molecular Biology of Cancer: A Bridge from Bench to Bedside.** 2ª ed. Wiley-Blackwell, 2013.
- [6] Yang, X. R. *et al.* **Associations of 9p21 variants with cutaneous malignant melanoma, nevi, and pigmentation phenotypes in melanoma-prone families with and without CDKN2A mutations.** Fam Cancer. 9 (2010) pp. 625–633.
- [7] Hayakawa, K. *et al.* **Inhibition of reactive astrocytes with fluorocitrate retards neurovascular remodeling and recovery after focal cerebral ischemia in mice.** Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism. 30 (2010) pp. 871–882.
- [8] Maffettone, C. *et al.* **Tumorigenic properties of iron regulatory protein 2 (IRP2) mediated by its specific 73-amino acids insert.** PLoS One. (2010) 13;5(4):e10163.
- [9] Deutscher, D. *et al.* **Multiple knockout analysis of genetic robustness in the yeast metabolic network.** Nature genetics. 38 (2006) pp. 993–998.
- [10] Yang, X.R. *et al.* **Associations of 9p21 variants with cutaneous malignant melanoma, nevi, and pigmentation phenotypes in melanoma-prone families with and without CDKN2A mutations.** Fam Cancer. 9(4) (2010) pp.625–633.
- [11] Cho, Y.L. *et al.* **Array comparative genomic hybridization analysis of uterine leiomyosarcoma.** Gynecol Onco. 99(3) (2005) pp. 545–551.
- [12] Holland, H. *et al.* **Comprehensive high-resolution genomic profiling and cytogenetics of two pediatric and one adult medulloblastoma.** Pathology – Research and Practice. 209(9) (2013) pp. 541–547.
- [13] Ivanov, S.V. *et al.* **Genomic events associated with progression of pleural malignant mesothelioma.** Int J Cancer. 124(3) (2009) pp. 589–599.
- [14] Kang, J.U. *et al.* **Frequent silence of chromosome 9p, homozygous DOCK8, DMRT1 and DMRT3 deletion at 9p24.3 in squamous cell carcinoma of the lung.** Int J Oncol. 37(2) (2010) pp. 327–335.



Medio ambiente: profesionales en búsqueda de **formación**

Desde el Instituto Superior del Medio Ambiente se diseñan y aplican metodologías de formación para Biólogos y otros profesionales que quieren ser activos en ese sector. Su Director de Programas, Santiago Molina Cruzate nos cuenta qué mirar cuando buscamos formación.



Por Santiago Molina Cruzate

Director de Programas del ISM

www.ismedioambiente.com

Si bien es cierto que la cualificación y la permanente actualización de conocimientos ha caracterizado siempre al sector ambiental, la situación vivida en los últimos años ha supuesto muchos cambios, también en lo relativo a la formación y al interés que las distintas propuestas despiertan en profesionales y empresas.

Todos los profesionales encaran su preparación y su apuesta por la formación en un escenario de considerable incertidumbre en el que, cada vez, toman mayor relevancia las habilidades personales y la aportación de valor. Las nuevas tecnologías, la posibilidad de interacción directa con potenciales clientes y la búsqueda de oportunidades en un ámbito profesional que ofrece, a día de hoy, pocas barreras han dado lugar a un muy considerable incremento de la oferta formativa dentro del sector ambiental.

El Instituto Superior del Medio Ambiente nace en 2010 como la única Escuela de Negocios española especializada en facilitar al técnico de medio ambiente las herramientas y recursos que pueden ayudarle a desarrollar su labor profesional de una forma más eficaz. Esta situación nos convierte en un observador privilegiado, al tanto de las inquietudes de profesionales y futuros profesionales que se acercan a este sector con el objetivo de desarrollar su actividad con responsabilidad y criterio.

Con el deseo de que puedan servir de referencia para profesionales y futuros profesionales que buscan en la actualidad complementar sus conocimientos mediante la realización de un determinado curso o programa formativo, me permito trasladar a este espacio algunas reflexiones concentradas en cuatro aspectos que creo son imprescindibles antes de decantarse por uno u otro. Confío resulten de utilidad:

Metodología. La visión de cada Escuela de Negocios o empresa es distinta y resulta imprescindible conocer en qué medida dicha visión se alinea con nuestros objetivos. Desde el *Instituto* hemos hecho una apuesta clara por los profesionales del sector y por dar visibilidad a su conocimiento y a la posibilidad de que a través de esta entidad, diseñen y definan los contenidos, foros y casos prácticos que forman la base de cada programa. Un método de aprendizaje basado en la reflexión, el análisis, la acción y la evaluación nos permite establecer las características de cada acción formativa, orientada siempre a fomentar la creatividad e innovación y lograr la adquisición de conocimientos aplicados a la toma de decisiones.

Profesorado. Resulta imprescindible conocer con detalle la trayectoria de quien/ quienes van impartir la formación y comprobar además que su experiencia profesional se circunscribe a la





temática del curso en cuestión. O somos capaces de incorporar a profesionales con experiencia en el mismo ámbito y temática que participan como docentes o no estaremos cubriendo los requisitos más básicos dentro de un sector tan heterogéneo y satelizado como el que afecta a los profesionales del agua y el medio ambiente. Necesitamos que el docente sea capaz de trasladar al aula, física o virtual, las dificultades a las que se enfrenta en el desarrollo diario de su labor y que el alumno pueda así abordar los mismos problemas a los que previsiblemente tendrá que enfrentarse en el futuro desarrollo de su actividad. Eso sólo se consigue contando con profesionales excepcionalmente especializados y la mejor forma de comprobar —y de paso desenmascarar— dicha especialización es analizando si los docentes participan en varios cursos de temáticas absolutamente dispares.

Compañeros. A menudo le prestamos poca o ninguna atención pero, si pensamos realizar un curso, deberíamos tener una idea clara de quién va a acompañarnos en este viaje. No sólo porque su trayectoria y experiencia puede aportar un valor añadido en foros, debates y potenciales consultas sino porque en el siglo XXI la formación se ha convertido en la base del *networking*. Bien participando en un programa Máster o en

un curso de Especialista de larga duración, bien asistiendo a un taller práctico o un seminario sobre una temática concreta, la formación supone a menudo una inmejorable oportunidad para ampliar nuestra red de contactos.

Valores. Más allá de la organización de cursos y actividades formativas, existe toda una serie de actividades y propuestas adicionales que pueden ser factor determinante a la hora de decantarnos por un programa u otro. Antes mencionaba la red de contactos —imprescindible y básica en cualquier Escuela de Negocios—, pero las oportunidades que ofrecen están Entidades deberían ir en todos los casos mucho más allá. Desde la orientación laboral hasta las posibilidades de colaboración futura, el asesoramiento en materia de emprendimiento o la invitación a participar en seminarios o talleres, el abanico de oportunidades es enorme y resulta imprescindible conocerlas e intentar aprovecharlas cada vez que uno participa en un curso o se interesa por un programa formativo.

El análisis es sencillo. Y si no hay nada más o no soy capaz de identificar cuál es el valor añadido del curso al que estoy optando muy probablemente sea porque no estoy buscando en el sitio adecuado. *Keep looking*, que diría Steve Jobs. •



Escenas de diferentes cursos llevados a cabo en el ISM.





Para ejercer la **profesión**,
tienes que estar **colegiado**

Para **defenderla**,
tenemos que estar **juntos**



Colegio Oficial de Biólogos
de la Comunidad de Madrid