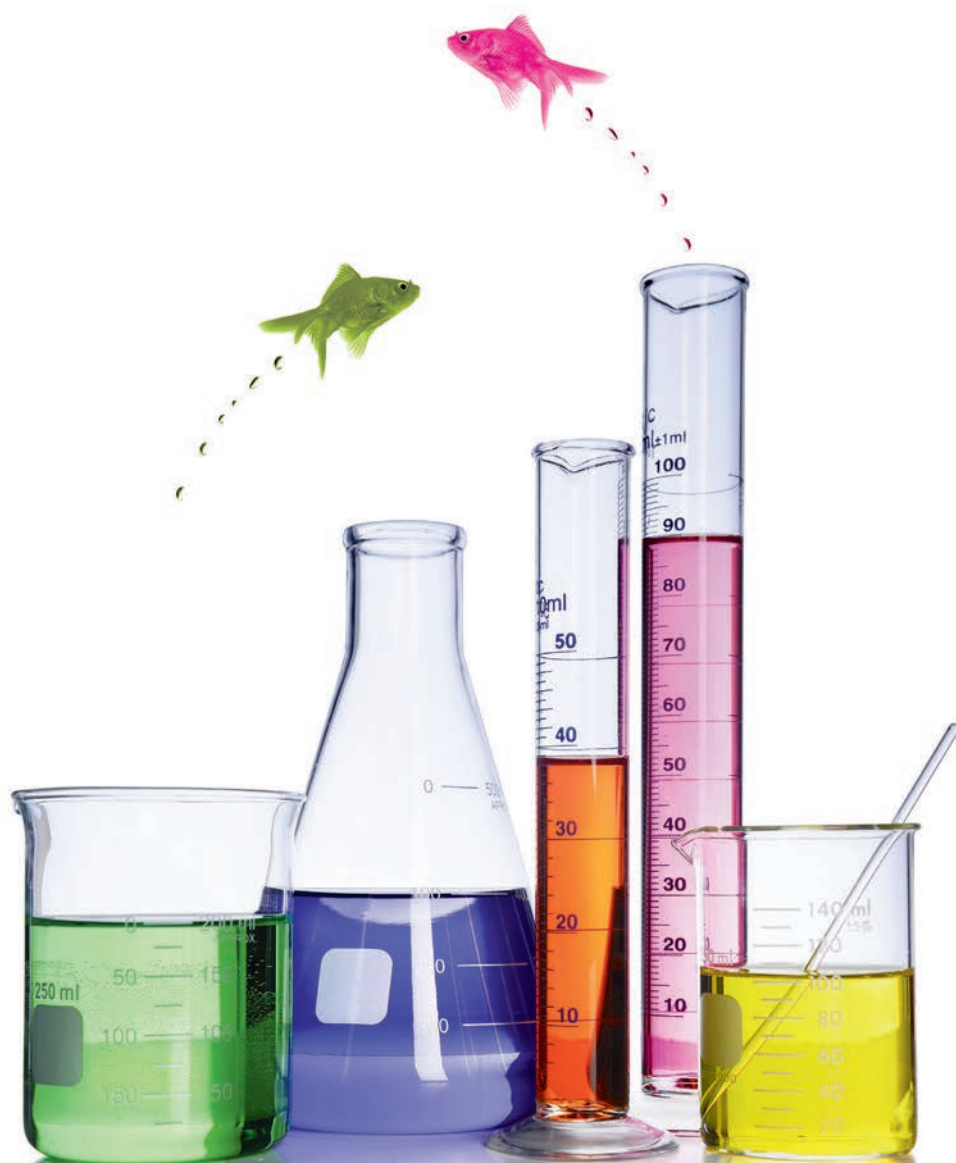


EXPERIMENTACIÓN ANIMAL



¡Hazte socio de la SEBBM y disfruta de todas sus ventajas!



La Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM), cuya fundación data de 1963, cuenta actualmente con más de 3.200 socios y constituye la principal agrupación científica que coordina en nuestro país la actividad relacionada con el extenso campo de la Bioquímica y Biología Molecular.

Al hacerte socio de la SEBBM, tendrás derecho a:



- Recibir la revista de la SEBBM (cuatro números/año).
- Optar a becas y subvenciones.
- Inscripción reducida al congreso internacional de la Sociedad.
- Ayuda para la financiación de cursos.

Cuotas

Socio Adherido¹:

35 €/año

Socio Ordinario²:

65 €/año

¹ La Sociedad establece la categoría de Socio Adherido para permitir el acceso a la misma de todo aquel cuyo trabajo o interés personal esté relacionado con el desarrollo de la Bioquímica y Biología Molecular en España. Los Socios Adheridos están informados de todas las actividades de la Sociedad y pueden asistir a todas las sesiones de la misma, pero no tienen derecho a voto.

² Podrán ser Socios Ordinarios los científicos que hayan publicado investigaciones originales, registrado patentes o realizado otras contribuciones importantes en el campo de la Bioquímica y Biología Molecular. Las propuestas deberán realizarse en el formato facilitado por la Sociedad, con justificación explícita de méritos, y se enviarán, en los plazos que se establezcan, al Secretario de la Sociedad, quién les dará trámite.

¡Hazte SEBBM-Estudiante... de forma gratuita!

La Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM) ha creado la figura de "SEBBM-Estudiante", con el objetivo de fomentar la participación en nuestras actividades de estudiantes de Grado en las áreas de conocimiento de Bioquímica, Biología Molecular y Celular, Biomedicina, Farmacia, Biotecnología, Tecnología de los alimentos, y disciplinas afines.

Al convertirte en SEBBM-Estudiante podrás disfrutar de las siguientes ventajas de forma gratuita:

- Recibirás por correo electrónico la Revista SEBBM digital, publicación trimestral de divulgación y actualidad científica.
- Podrás conocer de primera mano y participar en actividades de la SEBBM.
- Tendrás información específica sobre convocatorias de becas y ayudas, opciones de posgrado y ofertas de trabajo en el campo de la biomedicina y la biotecnología.

¡Regístrate sin cargo y difunde las ventajas de ser SEBBM-estudiante entre tus compañeros y compañeras!



Número 207 – MARZO 2021

SEBBM es una publicación periódica de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular

© SEBBM. Los artículos y colaboraciones reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la opinión de la SEBBM. Se autoriza la reproducción del contenido, siempre que se cite la procedencia.

Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular

C/ Ramiro de Maeztu, 9
28040 Madrid
Telf.: 627 814 415

e-mail: sebbm@sebbm.es
<http://www.sebbm.es>

Editor: Antonio Ferrer Montiel

Editor honorario: Joan J. Guinovart

Editor adjunto: Ana M^a. Mata

Consejo editorial: Isabel Varela Nieto, Inmaculada Yruela, Vicente Rubio, Federico Mayor-Menéndez, Félix Goñi, Miguel Ángel de la Rosa.

Director: Ismael Gaona Pérez

Secciones:

Referencias: Joaquim Ros

Educación Universitaria: Ángel Herráez

Reseñas de libros: Juli Peretó

Sociedad: Carmen Aragón

Redes sociales: María Mayán

Empresas: María Monsalve

Coordinación del número 207:
Lluís Montoliu

Redactor jefe: José M. Valdés
chema@grupoicm.es

Diseño: Santiago Plana
santiago@grupoicm.es

Publicidad: Sonia Bautista
sonia@grupoicm.es

Publica:



Grupo ICM Comunicación S.L.
Avda. de San Luis, 47
28033 Madrid

Telf.: 91 766 99 34 – Fax: 91 766 32 65

www.grupoicm.es

e-mail: sebbm@grupoicm.es
ISSN: 1696-473X

Dépósito legal: M-13490-2016

Impreso en España

Edición digital: www.sebbm.es/revista

SUMARIO

EXPERIMENTACIÓN ANIMAL

TRIBUNA

La mujer y la niña en la Ciencia: ¿Por qué hay que seguir celebrando el 11 de febrero? 4
Isabel Varela Nieto

EDITORIAL

Un plan de recuperación y resiliencia para la I+D+I 5
Antonio Vicente Ferrer Montiel

DOSIER CIENTÍFICO

Experimentación animal 6
Lluís Montoliu

El acuerdo COSCE de Transparencia en Experimentación Animal 8
Margarita del Val

La importancia de la experimentación animal en la investigación biomédica 11
Silvia Murillo-Cuesta e Isabel Varela

La gestión de la pandemia en un animalario, todo un desafío 16
Isabel Blanco

La experimentación con animales es todavía, por desgracia, la única esperanza para millones de personas 20
Josep Solves

ENTREVISTA

Carmen Castresana 24
Directora general de Planificación de la Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación
Ismael Gaona

POLÍTICA CIENTÍFICA

La COVID-19 entra de lleno en la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 30
Ismael Gaona

RESEÑAS

Entendiendo las metabolopatías (Isidro Vitoria Miñana) 30
Vicente Rubio

REFERENCIAS 34
Joaquim Ros

RESEÑAS

Intestinal Stem Cells 37
Paloma Ordoñez

REDES SOCIALES

La visualización efectiva de las actividades de la SEBBM 38

IN MEMORIAM

Evangelina Palacios
Una trayectoria compartida. Por Jesús de la Osada García 40
El trascendente vínculo de la bioquímica. Por María Cascales Angosto 41
Francisco Ponz 42
M. Pilar Lostao
Ricardo Flores, Pedayé 43
Vicente Conejero

SOCIEDAD 45

CATABOLITOS 50

LA MUJER Y LA NIÑA EN LA CIENCIA: ¿POR QUÉ HAY QUE SEGUIR CELEBRANDO EL 11 DE FEBRERO?

En 2015, la Asamblea General de la ONU estableció el 11 de febrero como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia y lo hizo con unas palabras muy bellas: “La igualdad entre hombres y mujeres es una prioridad global de la UNESCO, y el apoyo a las jóvenes, su educación y su plena capacidad para hacer oír sus ideas son los motores del desarrollo y la paz. La ciencia y la igualdad de género son fundamentales para el desarrollo sostenible. Aun así, las mujeres siguen encontrando obstáculos en el campo de la ciencia: menos del 30% de investigadores científicos en el mundo son mujeres”.

Desde el 11 de febrero al 8 de marzo, Día Internacional de la Mujer, se abre un periodo de reflexión sobre la mujer en la ciencia. Estos días internacionales nos ayudan a dar visibilidad a problemas latentes. El “Informe Global de la Brecha de Género” que publicó en el 2016 el Foro Económico Mundial, estimó que hasta dentro de 170 años no podemos esperar igualdad económica. Pero hablemos aquí de la situación de la mujer en la ciencia en España. Se podría pensar que está todo hecho, que se exagera la brecha, corremos el peligro de que se produzca un cierto cansancio y olvidar los datos.

Año tras año, esperamos a que se cierre la “tijera”, pero no está sucediendo, esperar no basta. Me voy a referir a varios informes suficientemente ilustrativos. Un informe del CSIC del 2020 (<https://mujeresconciencia.com/2020/07/03/informe-mujeres-investigadoras-csic-2020/>), indica “...**encontramos una distribución 60-40 % en la universidad, entre los pre-doctorales 50-50 %, pero en la etapa postdoctoral-RyC se abre la tijera y hay una distribución 40-60 %, la tijera sigue abriéndose y somos profesoras de investigación solo un 26,5 % del total...**” ¿Dónde quedaron el esfuerzo y las ilusiones del 25% que nos falta? “...**El porcentaje de mujeres en el personal científico del CSIC se mantiene en el 35,9 % pero en la dirección de centros sólo hay un 20,9 %...**” Hay datos, sin embargo, esperanzadores “...**un 54 % de mujeres está en el equipo de dirección de la institución...**”, comenzando por la primera presidenta del CSIC, la Prof. Rosa Menéndez.

El informe sobre “Mujeres e Innovación” publicado por el MICINN en el 2020, indica: “Las mujeres representan la mitad de la población ocupada con educación superior y la mitad de la población ocupada que desempeña ocupaciones consideradas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos como de ciencia y tecnología. Sin embargo, “...**su representación en la población directamente ocupada en sectores**



Isabel Varela Nieto

Presidenta SEBBM

empresariales de alta y media-alta tecnología, desciende a valores que se sitúan entre el 26% del personal en general y el 31% de aquel que participa directamente en actividades de I+D...”. Diversos informes de la COSCE, también por primera vez presidida por una mujer, la Prof. Perla Wahnon, indican que estos porcentajes son similares entre el CSIC y las Universidades, y que los del área de “vida” son mejores que los de otras áreas STEM. Las cifras españolas están un poco por debajo de las de la Unión Europea, en el último informe “SHE figures” del 2018 (https://ec.europa.eu/info/publications/she-figures-2018_en), se concluye que hay una tendencia positiva pero que no estamos aún en una situación de equilibrio.

Estos datos indican que el problema es complejo y no depende sólo de la cantidad, tampoco de la calidad, de las mujeres

que inician estudios superiores o una Tesis Doctoral. Muy posiblemente, el cómo se organiza la investigación, la carrera profesional, los recursos (escasos; ver informe COSCE <https://cosce.org/category/presupuestos-generales-del-estado/>) que se dedican a ella y los déficits estructurales acumulados, están afectando más a la mujer. En cada una de las etapas profesionales hay que tomar decisiones, disminuyen las oportunidades, aumenta la competencia, aumentan también los sesgos, crecen las obligaciones familiares, en general de forma desigual, y el resultado final es una ausencia de mujeres en puestos de decisión, que retroalimenta negativamente la cadena.

¿Qué podemos hacer desde la SEBBM? Estamos dando a conocer a las mujeres que forjaron la bioquímica y la biología molecular españolas en sus comienzos y a nuestras colegas de hoy, y tendremos en su sección “Mujeres y Ciencia”. Estamos apoyando iniciativas como #CONOCELAS de ASEICA, #NoMoreMatildas de AMIT, #NoWomenNoPanel, y la serie de perfiles de mujeres WiS de la FEBS Network (<https://network.febs.org/>), mujeres referentes que demuestran en sus entrevistas que su creatividad, curiosidad y perseverancia no tienen límites. Mujeres y niñas, como Aurora, (<https://www.youtube.com/watch?v=nJN0qsfG-5U&feature=youtu.be>) nuestra joven cocinera que quiere ser bioquímica. Las niñas, y también los niños, necesitan modelos, necesitan mujeres y niñas referentes para que nada se interponga entre ellas y sus aspiraciones.

Nos queda mucho camino por recorrer, por esto hay que seguir recordando y dando a conocer a las mujeres científicas, el día 11 de febrero, el 8 de marzo y todos los días del año. ■

UN PLAN DE RECUPERACION Y RESILIENCIA PARA LA I+D+I...

En el artículo de número de diciembre sobre Política Científica se describieron los PGEs dedicados a I+D+I para 2021 como “*Cienciacionales*”, intentando destacar su aumento en comparación con los sufridos en la última década. Sin duda, los PGEs de 2021 contemplan un incremento en la inversión en I+D+I tanto a nivel de una mejor dotación de los instrumentos vigentes, en particular el Plan Nacional, como en la implementación de nuevas convocatorias como los proyectos de prueba de concepto y en líneas estratégicas. Sin embargo, los PGEs 2021 no resuelven uno de los problemas que más angustia a los grupos como es el retraso en la convocatoria del Plan Nacional y su consiguiente resolución (actualmente en evaluación la convocatoria 2020). Con la infrafinanciación de los proyectos, este desfase impacta seriamente a muchos grupos al dejarlos sin financiación o prácticamente sin ésta durante varios meses. Como parche, junto con las prorrogas, se prevé que los proyectos puedan tener fecha de inicio o bien a principios del año fiscal (i.e. enero) o en el mes de septiembre del año de la resolución. Aunque probablemente no es una solución que satisfaga a todos, posiblemente es una medida que puede ayudar a paliar el retraso en las convocatorias que sufrimos. No obstante, lo correcto es restaurar los plazos naturales anteriores a la crisis y la pandemia y disponer de un calendario estable de convocatorias que permita una mejor planificación de los grupos.

Que el presupuesto en ciencia aprobado en los PGEs 2021 sea suficiente es debatible. Aun reconociendo y agradeciendo el aumento, no hay que olvidar que venimos de una década de reducción y estancamiento presupuestario que han tenido un impacto devastador en nuestro sistema de I+D+I, sólo amortiguado por el compromiso, vocación y responsabilidad de nuestros científicos y científicas. Ellos y Ellas han sido capaces de mantener los laboratorios activos con una producción científica de calidad que asombra al resto de colegas internacionales. Muy malo sería continuar con la política científica del Sr. Luis de Guindos, cuando era Ministro de Economía y Competitividad, de “*hacer más con menos*”. La ciencia de excelencia disruptiva, la que fortalece el estado de bienestar mediante la generación y transformación del conocimiento en productos y servicios innovadores para la sociedad requiere inversiones apropiadas y estables; mas por menos es incompatible con la modernización y competitividad de un país que aspira a ser una potencia internacional. Y para ello requiere una transformación del modelo económico basado en la innovación y la diversificación sectorial que resulte en un modelo más equilibrado económica y socialmente. Sin ánimo alguno de



Antonio Vicente Ferrer Montiel

Editor de SEBBM

infravalorar ningún sector económico, es claro que todos pueden beneficiarse notablemente de un potente y sólido sistema de I+D+I que sea motor y pilar de innovación, digitalización y sostenibilidad, i.e. que sea la base de un prolongado y sólido estado de bienestar. De nuevo, la inversión en I+D+I (que no gasto...) debe ser una prioridad de nuestro gobierno, independiente de que partido(s) político lo lidere(n). Se hace pues necesario disponer de un Plan Nacional de I+D+I a largo plazo y correctamente dotado presupuestariamente para creernos que la ciencia tiene el valor que sobre el papel se le da, pero que todavía no se ha llegado a materializar. Pasemos del papel todo lo aguanta, a la acción...

Hay que reconocer que la pandemia que estamos sufriendo, además del devastador impacto familiar y social, ha mostrado las carencias de nuestro sistema de I+D+I, aunque también ha desvelado la excelencia y compromiso de nuestros científicos y nuestras científicas por contribuir en la medida de sus posibilidades a resolver el problema sanitario sobrevenido. Sin duda, un ejemplo de solidaridad y responsabilidad. Por ello, el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia propuesto por el gobierno de España debe contemplar un programa de inversión en I+D+I fuerte que use la generación de innovación como palanca para una transformación económica y social sólida y duradera.

El plan propuesto por presidencia parece que va en este sentido (al menos sobre el papel), aunque habrá que darle margen para ver como se materializa, confiando en que no se quede en una mera declaración de intenciones. Sin duda va a disponer fondos europeos para ejecutarlo en el periodo 2021-2023, esperemos que con proyectos realistas, innovadores y necesarios para transformar y modernizar nuestra sociedad. Dos son los interrogantes que me surgen: (i) que los instrumentos en I+D+I que se propongan para priorizar la inversión estén motivados científica y socialmente, dotados de suficiente presupuesto para alcanzar hitos y entregables útiles, y eviten sesgos políticos; (ii) que alcanzar una inversión cercana al 2% del PIB en el periodo 2021-2023 no sea sólo coyuntural, sino que se mantenga tras el uso de los fondos de recuperación e incluso se potencie hasta el 3% en años sucesivos. Ambos aspectos me parecen esenciales para poder establecer y consolidar una economía basada en el conocimiento que apuntale un bienestar social fuerte para afrontar futuras crisis económicas, sanitarias o sociales. Los científicos y científicas de este país no escatimaran esfuerzos por usar responsablemente los fondos que pongan a su disposición. Si con menos hemos hecho tanto, es difícil imaginar lo que podemos conseguir con los recursos apropiados... ■

Experimentación animal

Lluís Montoliu

CNB-CSIC y CIBERER-ISCIII

La experimentación animal sigue siendo necesaria en investigación biomédica. Y quien diga hoy en día lo contrario no está diciendo la verdad. Hay que decirlo alto y claro, desde la responsabilidad que tenemos los científicos que usamos animales en nuestras investigaciones y que cumplimos escrupulosamente la estricta legislación existente al respecto. Desafortunadamente no puede reproducirse todavía la complejidad de un ser vivo en cultivos celulares, organoides u órganos bioimpresos en 3D. Todas estas innovaciones tecnológicas permiten ir aumentando el número de experimentos sencillos y básicos que podemos ejecutar sin animales, pero sigue siendo necesaria la participación de animales para, por ejemplo, estudiar cómo funciona el sistema visual, el oído, el comportamiento, el desarrollo de alteraciones funcionales asociadas al envejecimiento, el deterioro cognitivo característico de las enfermedades neurodegenerativas, la respuesta del sistema inmunitario frente a infecciones de patógenos conocidos o de nueva aparición, como el coronavirus SARS-CoV-2, entre otros muchos experimentos que siguen necesitando la participación de animales. Cuando existan métodos alternativos validados que permitan realizar estas investigaciones sin animales por supuesto que los usaremos. Y me consta que los investigadores que habitualmente usan animales en sus proyectos científicos serán los primeros en dejar de usarlos, tan pronto sea posible. Pero no hemos llegado todavía a ese momento.

Investigar con animales es un privilegio y solo debe realizarse cuando no haya otra alternativa disponible, en centros autorizados, por personal formado con los conocimientos necesarios y, solamente tras haber sido validado por un comité de ética de la experimentación animal local, evaluado favorablemente por un órgano habilitado independientes y tras haber obtenido la correspondiente autorización preceptiva de la autoridad competente. Así nos lo recuerda tanto la Directiva Europea 2010/63/UE

como su trasposición al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero. Todo este complejo proceso dura varios meses e ilustra la importancia que la legislación concede a la protección de los animales que se usan en investigación y docencia. No todo el mundo es consciente de lo difícil que es trabajar con animales, y así debe ser, pues nos lo pide la sociedad, a través de los Parlamentos que han aprobado estas leyes.

Nuestra sociedad demanda nuevos medicamentos para curar o aliviar los síntomas de las enfermedades, nuevos procedimientos quirúrgicos, nuevos tratamientos y, como hemos visto en esta interminable pandemia de la COVID-19, nuevas vacunas. Todos estos reactivos y protocolos, tras ser diseñados en un laboratorio, deben primero validarse en modelos animales, donde explorar su seguridad y eficacia, antes de poder saltar a las sucesivas fases de los ensayos clínicos, ya en personas voluntarias. Así lo establecen las guías de desarrollo de medicamentos y productos sanitarios. Y así debe ser. Sería éticamente inaceptable probar medicamentos de seguridad y eficacia desconocidas directamente en personas. Por eso usamos, de forma estrictamente regulada, los animales. Ante el dilema ético de no dañar o alterar el bienestar animal frente a salvar la vida de las personas optamos por lo segundo, no sin antes asegurarnos que el laboratorio que vaya a acometer esa experimentación animal cumpla con todos los requisitos legales y siga todas las recomendaciones que conforman las normas de protección del uso de animales en investigación y docencia, derivadas del principio de las 3Rs: reemplazo, reducción y refinamiento. No usar animales si existen métodos alternativos, usar el mínimo número de animales compatible con la obtención de resultados significativos y siempre utilizar los métodos más evolucionados que preserven mejor el bienestar animal y alteren lo mínimo posible al animal.



Agradezco a Antonio Ferrer, editor de la revista *SEBBM*, que haya pensado en tratar el tema de la experimentación animal en la revista, siempre sensible y potencialmente polémico, y, en particular, que me haya invitado a coordinar este dossier sobre el tema. Creo que ya es hora de que los investigadores que trabajamos en biomedicina reivindicemos los beneficios de la experimentación animal. La que nos permite seguir aprendiendo cómo funciona nuestro cuerpo, a través del estudio de especies similares. La que nos permite seguir etiquetando la función de nuestros genes, a través de los genes homólogos que también existen en otros mamíferos, con quienes compartimos la mayoría de nuestra información genómica. La que nos permite descubrir la causa molecular de muchas enfermedades raras, muy difíciles de investigar en personas, precisamente por el reducido número de casos disponibles y por los motivos obvios ya comentados.

He invitado a cuatro colaboradores para que expongan sus puntos de vista sobre la experimentación animal. En primer lugar, a Margarita del Val, investigadora del CBMSO-UAM/CSIC, vocal de la COSCE y coordinadora del grupo de trabajo sobre experimentación

animal, responsable del lanzamiento del Acuerdo por la transparencia en experimentación animal, una de las iniciativas más exitosas a la que ya se han adherido más de 140 instituciones del país. Seguidamente, Silvia Murillo e Isabel Varela, investigadoras del IIBm-UAM/CSIC y del CIBERER-ISCIII, expertas en el uso de modelos animales para la investigación de trastornos auditivos. La percepción de la experimentación animal desde los animalarios, los bioterios, viene de la mano de Isabel Blanco, Presidenta de la SECAL y veterinaria responsable del CNIO, que nos recuerda cómo tuvieron que afrontar el mantenimiento de todos sus animales durante el largo confinamiento al que nos vimos sometidos en 2020 por causa de la pandemia COVID-19. Y, finalmente, la percepción desde los pacientes, aportada por Josep Solves, vicepresidente de ALBA, la asociación de ayuda a las personas con albinismo, que nos aporta la visión desde la calle, desde personas no necesariamente versadas en temas científicos, pero con interés en promover la investigación en las múltiples patologías que les afectan. Espero que la lectura de todos estos artículos ayude a normalizar la experimentación animal responsable que debe seguir existiendo mientras no encontremos una alternativa mejor que nos permita abandonarla. ■

El Acuerdo COSCE de Transparencia en Experimentación Animal

Margarita del Val

Centro de Biología Molecular Severo Ochoa

Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Universidad Autónoma de Madrid

Vocal de Ciencias de la Vida y de la Salud en la Junta de Gobierno de COSCE

La COSCE, Confederación de Sociedades Científicas de España, agrupa a unas 80 Sociedades Científicas, que tienen unos 40.000 socios científicos. COSCE contribuye a fomentar el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país. Canaliza sus acciones a través de 5 grandes áreas, (1) Artes, Humanidades y Ciencias Sociales; (2) Matemáticas, Física y Tecnologías físicas, y Química y Tecnologías químicas, (3) Ciencias de la Vida y de la Salud; (4) Ciencias de la Tierra, Agricultura y Medio Ambiente; y (5) Ciencias y Tecnologías de los Materiales y de la Información y la Comunicación. Por su amplísima representatividad, constituye el interlocutor más cualificado y unificado ante la sociedad civil y ante los poderes públicos. Además, promueve y difunde el papel de la ciencia como un ingrediente necesario de la cultura.

Para ello, realiza acciones de carácter transversal a los investigadores de todos los ámbitos del saber. Están relacionadas con la política científica, la gestión de la investigación, y, ya tradicionalmente, el análisis de los presupuestos públicos para la investigación, así como de su nivel de ejecución anual. Efectivamente, el Proyecto DECIDES abarca desde

COSCE PROMUEVE la difusión de la ciencia con el Premio anual, apoya la defensa en la sociedad del rigor científico frente a pseudociencias y prácticas no comprobadas especialmente en el ámbito sanitario, y cuida la enseñanza de la ciencia en la escuela y en los institutos de educación secundaria.

el análisis del papel de la Agencia Estatal de Investigación, al estudio de la Estrategia Española de Ciencia Tecnología e Innovación, empezando por sus detallados informes sobre los Planes Estatales de Investigación Científica, Técnica y de Innovación. Así, este Proyecto abarca desde los recursos públicos a los privados, la gestión de la ciencia por científicos, la imbricación de la ciencia y la sociedad y la ética de la ciencia. Dentro del proyecto Conoceros+, COSCE realiza sesiones regulares de debate con los partidos políticos siempre que hay elecciones, y con los parlamentarios en ocasiones señaladas, en las que aboga por un Pacto de Estado estable por la Ciencia.

A nivel de la sociedad, COSCE promueve la difusión de la ciencia con el Premio anual, apoya la defensa en la sociedad del rigor científico frente a pseudociencias y prácticas no comprobadas, especialmente en el ámbito sanitario, y cuida la enseñanza de la ciencia en la escuela y en los institutos de educación secundaria con sus proyectos ENCIENDE y ACIERTAS.

El Área de Ciencias de la Vida y de la Salud de COSCE agrupa a unas 40 Sociedades científicas, que contribuyen con unos 20.000 socios científicos. Entre las acciones de esta Área, destaca la que es el objeto de este artículo: el Acuerdo COSCE de Transparencia en Experimentación Animal.

COSCE impulsó en 2016 el Acuerdo de Transparencia, inspirándose en el equivalente y entonces muy reciente Concordato británico. Estos Acuerdos supusieron un cambio de 180° en cómo orientar la difusión a la sociedad y a los medios de comunicación de la experimentación científica con animales. La puesta en marcha del Acuerdo se realizó en estrecha colaboración con SECAL, la Sociedad Española para el Cuidado del Animal de Laboratorio, con Organismos Públicos de Investigación como el CSIC, y con EARA, la European Animal Research Association. El Acuerdo supone un importante posicionamiento racional y científico sobre la experimentación con animales, por su importancia para el progreso de la investigación biomédica y veterinaria, y por los déficits de comunicación del pasado, que han llevado a que el cómo y el porqué de la investigación con animales, así como sus beneficios, sean mal comprendidos en algunos sectores.

El Acuerdo se desarrolla en el seno de la Comisión COSCE de Estudio del Uso de Animales en Experimentación Científica, la cual tiene una composición basada en la representación de sus miembros. Está coordinada por la Vocal del área de Ciencias de la Vida y de la Salud de la Junta de Gobierno de COSCE, y cuenta con representantes de los OPIs, Organismos Públicos de Investigación, de la CRUE, Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, de EARA, de la SECAL, de asociaciones de pacientes y de empresas.

Transparencia en Experimentación Animal en España 142



Figura 1

El Acuerdo agrupa en la actualidad a más de 140 entidades adheridas (ver *Figura 1*). España es el país europeo en el que se han adherido un mayor número de organizaciones. Incluyen a OPIs y Universidades, Centros de investigación, instalaciones como Parques Científicos, empresas privadas, hospitales y asociaciones de pacientes, así como numerosas Sociedades Científicas. Algunos de estos sectores están todavía poco representados, pero de otros ya se han adherido una parte importante de los del país.

El Acuerdo conlleva los compromisos de las entidades adheridas de publicar una declaración institucional en su web, compartir información de forma transparente, y fomentar la comunicación acerca de la investigación con animales para hacer llegar al público y a los medios de comunicación toda la información sobre las razones, los métodos y el avance en el conocimiento que la misma genera y que justifica el uso de animales en investigación científica.

fica. El objetivo fundamental es trasladar con transparencia a la sociedad y a los medios de comunicación diversos aspectos de cómo, por qué, cuándo, cuántos, dónde y para qué se utilizan animales de experimentación en investigación científica y en docencia.

La adhesión al Acuerdo implica sumarse a los 4 compromisos (ver recuadro), pero no supone acciones que una Entidad no pueda hacer; se esperan lógicamente actividades distintas de una entidad que experimenta directamente, que de una en la que solo lo hacen sus subcontratas, o de una empresa que solo manifiesta su adhesión a los principios de transparencia y los publicita cuando es pertinente. La adhesión se hace por contacto con la Comisión COSCE, e implica de entrada cumplir con la inclusión de una declaración institucional en la web de la Entidad (2º compromiso del Acuerdo), para lo que existen ejemplos o modelos disponibles en español y en inglés. >>>

Compromisos

- 1 Hablar con claridad sobre cuándo, cómo y por qué se usan animales en investigación.
- 2 Proporcionar información adecuada a los medios de comunicación y al público en general sobre las condiciones en las que se realiza la investigación que requiere el uso de modelos animales y los resultados que de ella se obtienen.
- 3 Promover iniciativas que generen un mayor conocimiento y comprensión en la sociedad sobre el uso de animales en investigación científica.
- 4 Informar anualmente sobre el progreso y compartir experiencias.



»» En cumplimiento de los compromisos 1º y 3º, se fomenta la realización de actividades de transparencia en experimentación animal por las entidades participantes. En la web de COSCE se proporcionan a las entidades firmantes ejemplos de actividades e iniciativas llevadas a cabo con éxito tanto por instituciones firmantes en España como en otros países.

Desde hace tres años se prepara un informe anual que se presenta en rueda de prensa, y que recoge las iniciativas emprendidas y las actividades realizadas por las distintas entidades adheridas al mismo para desarrollar los compromisos de este Acuerdo. Para ello, se elaboran unas encuestas, una para entidades que realizan directamente experimentación animal, y otra para las que no lo hacen, en las que se comunican las actividades realizadas en el año, así como las incidencias o problemas encontrados. Estas encuestas facilitan el cumplimiento del 4º compromiso, que es informar anualmente de las iniciativas emprendidas y las actividades de transparencia y comunicación, y

Desde la COMISIÓN COSCE DE ANIMALES
creemos que el Acuerdo ha sido un avance importante, que ha permitido la comunicación gradualmente con más soltura por parte de los investigadores. De hecho, los efectos del Acuerdo están culminando durante la pandemia.

permiten de una manera regular el seguimiento a lo largo de varios años de los efectos del Acuerdo. Las acciones realizadas van más allá de aquellas a las que obliga la legislación actual (RD 53/2013 y Directiva 2010/63/UE), entre las que están la declaración estadística a la autoridad competente de los usos de animales y la inclusión de un resumen no técnico de los proyectos en los que se utilicen animales para su posterior publicación en la web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

La propia presentación de los resultados del seguimiento del Acuerdo en rueda de prensa constituye un ejercicio público de transparencia en la comunicación. Además de las actividades e iniciativas, se presentan los datos del empleo anual de animales, compilados y facilitados por el Ministerio de Agricultura competente, a requerimiento de la Unión Europea. Se incide en particular en la estricta regulación en la aprobación de los proyectos de experimentación, que son supervisados por Comités de Ética y bienestar animal, a tres niveles, el del centro, el del organismo y el de la Comunidad Autónoma, de acuerdo con la legislación actual (RD 53/2013 y Directiva 2010/63/UE). Se enfatiza además la requerida capacitación con formación especializada, que además se complementa con formación continua

para mantener los títulos capacitantes para la experimentación animal de distintos grados. El tipo de iniciativas realizadas por las entidades adheridas es muy variado. Ya antes de la pandemia, cada año ha habido más participaciones de investigadores en medios de comunicación de todo tipo. Además, se realizan blogs, vídeos, informes, exposiciones, charlas y seminarios, diverso material divulgativo, se organizan días de Puertas Abiertas, así como visitas guiadas a instalaciones para estudiantes, para público, para medios y para representantes políticos.

El Acuerdo español es una referencia en toda Europa, junto con el de Reino Unido, y países como Portugal, Bélgica, Francia y Holanda están poniendo en marcha sus respectivos Acuerdos, frecuentemente tras contacto con los miembros de la Comisión COSCE para un asesoramiento directo.

Por último, uno de los efectos positivos del Acuerdo COSCE es que con la elaboración de los informes anuales las instituciones son conscientes de la posibilidad de llevar a cabo actividades de transparencia y de su impacto, algo que históricamente no se había tenido en consideración por la comunidad científica en nuestro país. Es importante señalar que casi todas las instituciones adheridas afirman que el Acuerdo es un paso importante para la investigación biomédica en España.

Por todo ello, desde la Comisión COSCE de Animales creemos que el Acuerdo ha sido un avance importante, que ha permitido la comunicación gradualmente con más soltura por parte de los investigadores. De hecho, los efectos del Acuerdo están culminando durante la pandemia. Los investigadores han podido encontrar a los medios de comunicación muy receptivos a las noticias sobre los necesarios ensayos preclínicos de vacunas frente al coronavirus SARS-CoV-2, donde se ha transmitido claramente la ventaja de disponer de varios modelos animales de infección, y de ensayar en ellos la seguridad y la eficacia de los candidatos vacunales antes de pasar a los ensayos clínicos con seres humanos voluntarios. ■

PARA SABER MÁS



El acuerdo COSCE de transparencia en experimentación con animales, en los medios de comunicación



Informe anual 2020 del Acuerdo de transparencia sobre el uso de animales en experimentación científica en España



Informes de transparencia en experimentación animal



La importancia de la experimentación animal en la investigación biomédica

Silvia Murillo-Cuesta, Isabel Varela Nieto

Grupo de Neurobiología de la Audición, CSIC-UAM.

Unidad 761, Centro de Investigación Biomédica en Red de Enfermedades Raras (CIBERER, ISCiii).

Instituto de Investigación Hospital Universitario La Paz.

La experimentación animal ha contribuido decisivamente al avance de la ciencia y a mejorar nuestra salud y calidad de vida. En la actualidad, los animales de laboratorio se utilizan en casi todos los campos de la investigación biomédica. La búsqueda en PubMed de “experimental animal models” genera el gráfico mostrado en la *Figura 1*, desde los primeros datos disponi-

bles de 1945 hasta la fecha, la gráfica presenta un crecimiento exponencial hasta años recientes en los que se estabiliza esta tendencia.

Los animales constituyen excelentes modelos experimentales en biomedicina, ya que proporcionan información clave sobre la fisiopatología de las enfermedades

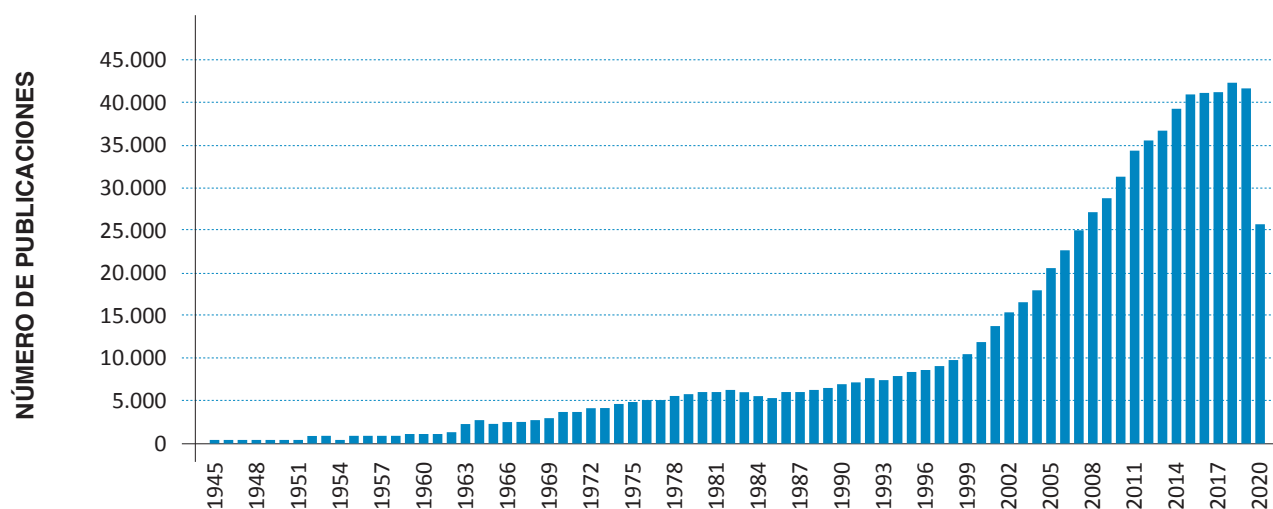


Figura 1

Número de publicaciones científicas indexadas obtenidas tras la búsqueda “experimental animal models” en la base de datos NCBI Pubmed, desde el año 1945 hasta la actualidad.

humanas. Por ejemplo, podemos destacar cómo han contribuido a comprender y tratar, la diabetes, los trastornos del crecimiento y las infecciones, así como al desarrollo de test diagnósticos o vacunas, incluidas las actuales para la COVID-19. De hecho, un científico alemán ganó el primer premio Nobel, en 1901, por desarrollar la vacuna contra la difteria mediante la investigación con caballos, y la investigación con animales aparece prácticamente todos los años en este galardón. En el año 2020, se estimó que de los 222 galardonados en la categoría de Fisiología o Medicina, 186 habían utilizado modelos animales en su investigación (Figura 2).

la complejidad de la biología humana. Estos modelos “complementarios” proporcionan información clave y contribuyen a disminuir el uso de animales, pero no los pueden sustituir y no son una “alternativa”. A día de hoy, los modelos animales siguen siendo los que permiten caracterizar y comprender las enfermedades humanas.

De entre las numerosas especies animales que son utilizadas para la investigación, destaca el ratón (*Mus musculus*), que representa más del 60% del total de animales utilizados en la UE. Las principales ventajas del ratón frente a otras especies son: i) es un mamífero con simi-

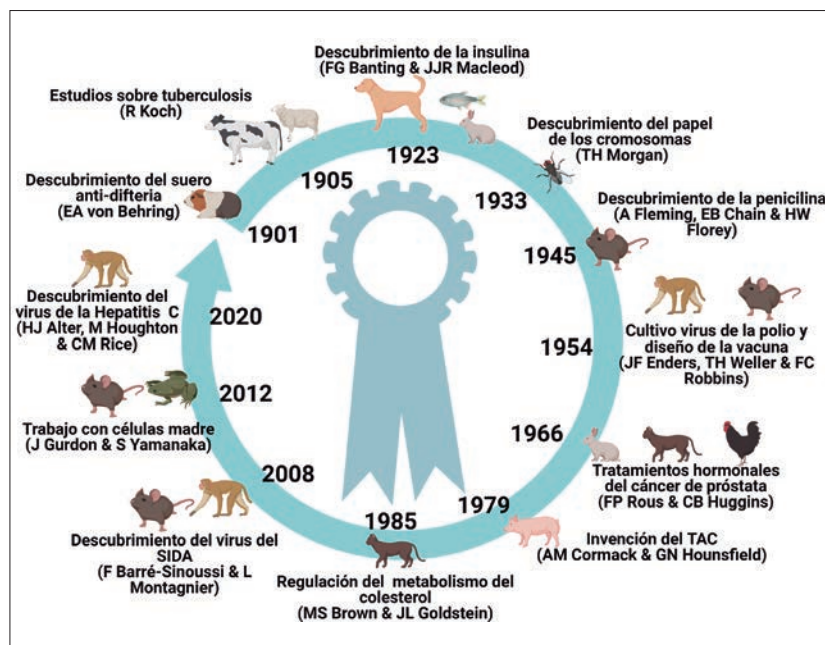


Figura 2

La investigación con animales ha contribuido a grandes avances en ciencia y medicina, muchos de ellos galardonados con el Premio Nobel. De los 222 galardonados en la categoría de Fisiología o Medicina desde 1901, 186 utilizaron modelos animales en su investigación.

Más información en



<https://www.recherche-animale.org/en/nobel-prizes/>



<https://fbresearch.org/medical-advances/nobel-prizes/>

La utilización de animales es imprescindible para la evaluación de la seguridad y eficacia de nuevos tratamientos antes del inicio de los ensayos clínicos (Figura 3).

litad genética, anatómica y fisiológica con el ser humano, ii) su disponibilidad, bajo coste y facilidad de mantenimiento y iii) las posibilidades de editar su genoma. Hay

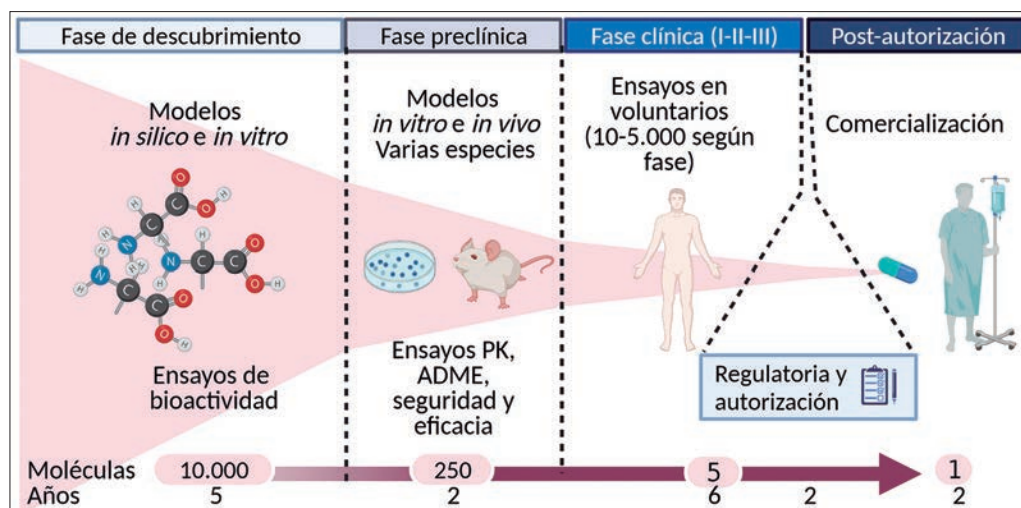


Figura 3

Los animales son parte fundamental en el proceso de desarrollo de nuevos medicamentos. Con ellos se llevan a cabo ensayos preclínicos que aseguran la seguridad y eficacia de los fármacos antes de que puedan ser utilizados en seres humanos.

Aunque existen otros modelos experimentales de gran utilidad, como los cultivos celulares o los métodos computacionales, ninguno de ellos puede reproducir

disponibles numerosos recursos para la investigación en modelos animales, especialmente en el ratón, algunos de ellos se listan en la Tabla 1 y se discuten a continuación.

Tabla 1

Recursos *online* con información sobre el uso de modelos animales, en especial ratones modificados genéticamente..

	Recursos <i>online</i>	URL	
Bases de datos de ratones genéticamente modificados y fenotipado	International Phenotype Mouse Consortium	https://www.mousephenotype.org	
		https://www.gentar.org	
	International Mouse Phenotyping Resource of Standardised Screens (IMPreSS)	https://www.mousephenotype.org/impress/	
	The Jackson Laboratory	https://www.jax.org	
	Resources from National Center for Biotechnology Information	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/	
	Recursos españoles para el Fenotipado de Animales de Laboratorio (SEFALer-CIBERER)	https://www.ciberer.es/plataformas/sefaler	
Iniciativas en Enfermedades Raras	International Rare Diseases Research Consortium (IRDIRC)	https://irdirc.org/	
	Orphanet	https://www.orphanet.com	
	Orphadata	http://www.orphadata.org	
	Jackson Laboratory Rare and Orphan Disease Center	https://www.jax.org/research-and-faculty/research-centers/rare-and-orphan-disease-center	
Agencias reguladoras de medicamentos (huérfanos)	European Medicines Agency (EMA), Committee for Orphan Medicinal Products (COMP)	https://www.ema.europa.eu/en/committees/committee-orphan-medicinal-products-comp	
	US Food and Drug Administration (FDA), Office of Orphan Products Development (OOPD)	https://www.fda.gov/about-fda/office-clinical-policy-and-programs/office-orphan-products-development	
Legislación vigente en experimentación animal	Directiva 2010/63/EU para la protección de los animales utilizados para fines científicos	https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm	
		http://data.europa.eu/eli/dir/2010/63/oj	
	Real Decreto 53/2013, para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia	https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-1337	
Recomendaciones en experimentación animal	National Center for the Replacement, Refinement and Reduction of Animals in Research	https://nc3rs.org.uk/	
	Understanding Animal Research	https://www.understandinganimalresearch.org.uk/	
	Animal Research Reporting of In Vivo Experiments (ARRIVE) guidelines	https://arriveguidelines.org/	
	Animals used for scientific purposes	https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/index_en.htm	
	European Quality in Preclinical Data (EQIPD) Consortium	https://quality-preclinical-data.eu/	
	Acuerdo de transparencia de la COSCE	https://cosce.org/informe-transparencia/	

La manipulación dirigida del genoma del ratón y la caracterización del fenotipo resultante es una estrategia habitual para estudiar la función de genes concretos y su implicación en las enfermedades humanas. El *International Knockout Phenotype Consortium* ha caracterizado hasta la fecha más de 7.300 líneas mutantes, que pueden consultarse en bases de datos públicas ¹ (www.mouse-phenotype.org).

Recientemente, el consorcio ha incorporado la tecnología CRISPR para la generación de nuevos mutantes en sustitución de las técnicas de edición génica clásicas en células ES, y ha desarrollado la plataforma GenTar para su seguimiento ² (www.gentar.org).

Los ratones genéticamente modificados constituyen una herramienta tremendamente útil para el estudio de las enfermedades de origen genético, pero son especialmente importantes en el caso de las enfermedades raras (ER). Individualmente, las ER afectan a menos de 1 de cada 2.000 personas, y esta baja prevalencia conlleva un conocimiento limitado, retrasos y errores en el diagnóstico y falta de terapias específicas. Sin embargo, las ER en su conjunto incluyen más de 7.000 patologías diferentes ³ (www.orpha.net) que padecen un 3,5-5,9% de la población mundial.

Son enfermedades generalmente graves, clínicamente complejas y crónicas, que suelen debutar en la infancia y para las que apenas existen tratamientos aprobados. Por todo ello, se consideran una prioridad de salud pública y se han establecido programas de investigación específicos tanto a nivel internacional como nacional. Concretamente, en España, en el Centro de Investigación Biomédica en Red para ER ⁴ (CIBERER, www.ciberer.es).

Las ER, en su mayoría, están causadas por mutaciones en un único gen, por lo que los ratones modificados genéticamente son excelentes candidatos para su estudio. La eliminación o modificación del gen homólogo en el ratón nos permite identificar los mecanismos moleculares de la ER, comprender su fisiopatología y heterogeneidad clínica, así como evaluar la seguridad y eficacia de nuevos tratamientos. En este sentido, se han puesto en marcha recientemente algunas iniciativas para generar y registrar modelos de ratón de ER, como el Centro de Enfermedades Raras y Huérfanas del Laboratorio Jackson ⁵ (<https://www.jax.org/research-and-faculty/research-centers/rare-and-orphan-disease-center>) o la plataforma Infrafrontier, con líneas de ratón relacionadas con más de 1.300 ER distintas ⁶ (<https://www.infrafrontier.eu/emma-strains-and-rare-diseases>).

En este contexto, el CIBERER también ha apostado decididamente por la generación y fenotipado de modelos

1


www.mousephenotype.org

2


www.gentar.org

3


www.orpha.net

4


www.ciberer.es

5


<https://www.jax.org/research-and-faculty/research-centers/rare-and-orphan-disease-center>

6


<https://www.infrafrontier.eu/emma-strains-and-rare-diseases>

7


https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/index_en.htm

8


https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/bienestanimal/en-la-investigacion/Informes_y_publicaciones.aspx

de ER en ratón, la realización de ensayos preclínicos de nuevas terapias, y la creación de grupos de trabajo específicos para dar valor a estos modelos.

La indiscutible utilidad de los modelos de ratón en la investigación biomédica no debe hacernos olvidar otros

aspectos, como son una actitud ética y responsable en el trabajo con animales, así como una información transparente a la sociedad. El uso de animales en investigación es un tema controvertido, no siempre bien informado ni comprendido. Al tiempo que los ciudadanos reclaman tratamientos seguros y eficaces para todas las enfermedades, también se extiende la preocupación por el bienestar animal y piden reducción e incluso supresión de la experimentación con animales. Marcó un punto de inflexión la iniciativa “*Stop vivisection*”, que llegó a recoger más de un millón de firmas en 2012; que, aun siendo ampliamente rechazada por el Parlamento Europeo, está marcando el curso posterior de la política científica europea. Así, la UE ha reducido drásticamente la financiación para proyectos implicando animales en los programas marco, al tiempo que multiplicado las actividades y la legislación tendentes a suprimir la utilización de animales para la investigación,

⑦ https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/index_en.htm,

Las autoridades, obligadas a proteger la salud pública y el medio ambiente, exigen que los nuevos medicamentos se prueben en modelos animales, pero también, cediendo a la presión de algunos sectores sociales, se han comprometido a la reducción progresiva de la experimentación animal hasta llegar a su completa eliminación sin plazo definido, tal y como recoge la Directiva 2010/63/UE. ¿Qué podemos hacer? ¿Deberíamos promover una iniciativa popular de recogida de firmas en favor de la investigación biomédica? Interesa mencionar el compromiso que todos los sectores implicados tienen en el uso transparente y controlado de la investigación con animales. La UE emite desde el año 1994 informes en los que se recoge cuántos animales son utilizados anualmente en investigación y qué uso se hace de ellos. Estos informes están también accesibles en España en el portal del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). ⑧ (https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/bienestanimal/en-la-investigacion/Informes_y_publicaciones.aspx).

Los investigadores somos conscientes de que la calidad de la investigación y su aceptación social requieren del cumplimiento de las estrictas leyes relativas al uso de animales en investigación científica. En España, el RD 53/2013 establece los siguientes puntos principales: i) la experimentación con animales sólo puede llevarse a cabo tras una serie de evaluaciones independientes y la autorización de la autoridad competente; ii) los investigadores deben justificar razonadamente el uso de animales frente a los métodos alternativos; iii) los experimentos con animales solo pueden ser realizados por profesionales competentes y experimentados, y en instalaciones autorizadas. Se precisa por tanto de una formación adicional postgrado que se refrenda con la

obtención de una titulación oficial; iv) el principio de las 3R (reducción, refinamiento y reemplazo) debe ser siempre considerado. Los científicos también consideramos fundamental mejorar la comunicación con la sociedad para transmitir que la experimentación con animales es importante, no sólo para proteger la salud humana, sino también la de los animales y el medio ambiente. Recursos divulgativos en abierto, como el video realizado por el grupo de trabajo CIBERER (*La investigación con modelos animales, vital para las enfermedades raras* - YouTube), o los importantes acuerdos sobre transparencia en experimentación animal promovidos por la Confederación de sociedades científicas (COSCE), contribuyen a este fin.

La comunidad científica mayoritariamente considera que el uso de animales en la investigación es vital para continuar mejorando la salud humana y animal, y que su erradicación supondría un estancamiento de los avances científicos en la UE, así como la migración de sectores estratégicos para la salud fuera de nuestras fronteras comunes, y el consiguiente incremento del riesgo para la población. La situación pandémica actual ha puesto de manifiesto la importancia de contar con los recursos independientes suficientes para desarrollar una respuesta rápida y eficaz a una crisis. Necesitamos investigación básica, necesitamos investigación preclínica, necesitamos también un sector empresarial que pueda desarrollar estas investigaciones y trasladarlas a la clínica. Para las primeras fases son irremplazables los modelos experimentales animales y confiamos en que, manteniéndose todas las exigencias, se considere la investigación con modelos animales un sector estratégico para la salud europea. ■

PARA LEER MÁS

Murillo-Cuesta S, Artuch R, Asensio F, de la Villa P, Dierssen M, Enríquez JA, Fillat C, Fourcade S, Ibáñez B, Montoliu L, Oliver E, Pujol A, Salido E, Vallejo M, Varela-Nieto I. The Value of Mouse Models of Rare Diseases: A Spanish Experience. *Front Genet.* 2020 Oct 14;11:583932. doi: 10.3389/fgene.2020.583932. PMID: 33173540; PMCID: PMC7591746.

Directiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de septiembre de 2010, relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos.

Report from the Commission to the European Parliament and the Council. 2019 report on the statistics on the use of animals for scientific purposes in the Member States of the European Union in 2015-2017. COM/2020/16 final.

Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero, por el que se establecen las normas básicas aplicables para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia.

Acuerdo de transparencia sobre el uso de animales en experimentación científica en España. COSCE, 2016.

La gestión de la pandemia en un animalario, todo un desafío

Isabel Blanco Gutiérrez

Presidenta de la Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio (SECAL)
Responsable de Salud y Bienestar Animal del CNIO. Madrid, España

El año 2020 será para siempre recordado como el año de la pandemia, de los planes de contingencia, de la incertidumbre, de los miedos, pero, también, de la responsabilidad, el buen hacer y el compromiso con el trabajo que realizamos en los centros de investigación, concretamente, en los animalarios.

En marzo la revista *Science* publicaba un artículo sobre el sacrificio en EEUU de miles de ratones en respuesta a la pandemia de coronavirus, enfatizando en el titular “Es desgarrador”. Y no es el único, con pocos días de diferencia encontramos otro, esta vez en *Nature*, donde nos narraba situaciones dramáticas vividas dentro de los animalarios. Digo dramáticas sin exagerar, porque para los que trabajan cotidianamente con animales es, absolutamente, desgarrador que en un solo día se tenga que echar por tierra todo el esfuerzo y el trabajo de meses, y se tenga que sacrificar a los seres vivos que debemos proteger. Menos mal, que en España podemos afirmar que la situación fue totalmente diferente, donde todos los esfuerzos fueron encaminados a garantizar que el trabajo en los animalarios se hiciera con seguridad plena para las personas y para los animales, sin recurrir al sacrificio como prioridad. Asegurando, por y sobretodo, los estándares de Bienestar animal.

El artículo 6 del RD 53/2013 obliga a tener a disposición de la autoridad competente un plan de actuación de emergencia o catástrofe que contemple medidas en relación con los animales alojados y que esté en coordinación con el resto de planes de emergencia del centro de trabajo. A pesar de ello, muy pocos animalarios tenían elaborado un plan para este tipo de emergencia y la actuación rápida y coordinada era fundamental para garantizar el éxito o el fracaso.

Antes de seguir adelante y relatar nuestra experiencia, es importante describir el animalario del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO). Es un establecimiento de aproximadamente 3.000 metros cuadrados con una capacidad para unos 60.000 ratones. En 2020, el número de animales que había estabulados era de 45000 ratones, en su mayoría animales modificados genéticamente. En esta instalación trabajan alrededor de 36 personas entre cuidadores, técnicos, supervisores y veterinarios. El animalario, además, está acreditado por AAALAC (Asociación

de evaluación y acreditación del cuidado de animales de laboratorio) que establece unos estándares de calidad muy elevados que aseguren el Bienestar de los animales.

Teniendo ya una idea de nuestro animalario, podemos referir la experiencia vivida durante 2020. Es importante, mencionar que la gestión de la pandemia en el animalario no fue la misma durante toda la contingencia. Por lo que dividiremos nuestro relato en dos momentos: Primera ola (marzo-mayo 2021), y segunda y tercera ola.

MARZO- MAYO 2021 (PRIMERA OLA DE LA PANDEMIA)

Tan solo dos semanas antes del día de la publicación del Real decreto 463/2020 del Estado de Alarma, fuimos conscientes de la inminente necesidad de activar un plan de emergencia. En muy poco tiempo, hubo que tener preparado un plan de contingencia que asegurase tanto los servicios esenciales del animalario, como permitie-

EL ARTÍCULO 6 DEL RD 53/2013, obliga a tener a disposición de la autoridad competente un plan de actuación de emergencia o catástrofe que contemple medidas en relación con los animales alojados y que esté en coordinación con el resto de planes de emergencia del centro de trabajo.

ra seguir con los procedimientos en marcha y pudiera permitirnó una vuelta a la normalidad, porque somos conscientes de que, sin la investigación con animales, enfermedades como el cáncer pueden ganar la batalla.

Hay que tener en cuenta que, tras la publicación del Real Decreto de Estado de Alarma, la actividad presencial en el centro se redujo a los servicios esenciales, principalmente, animalario y mantenimiento por lo tanto, los grupos de investigación y nuestros usuarios estuvieron realizando el trabajo de forma telemática.

A la hora de poner en marcha este plan de emergencia resultó fundamental el conocimiento del agente causal y cuáles eran los hospedadores. Aunque, al principio de la pandemia se conocía poco del virus, sí se sabía que no afectaba a los roedores, en consecuencia, pudimos estar tranquilos desde este punto de vista.

En cualquier crisis hay que tener en cuenta dos de los pilares que hacen posible el funcionamiento de un animalario, los recursos humanos y los recursos materiales. Para poder realizar acciones rápidas y eficaces es muy importante tener formado un comité de actuación que apoye y ayude durante el tiempo que dure la emergencia.

RECURSOS HUMANOS

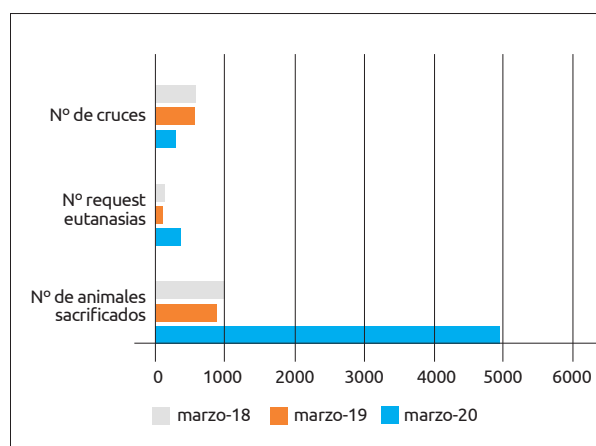
Según Jerald Silverman en su libro “Gestión de un animalario” (Managing the Laboratory animal Facility), los recursos humanos son el alma de un negocio. Las personas que forman del comité de actuación deben ser conscientes que es necesario proteger, en primer lugar, a las personas, y en segundo lugar, a los animales. Por ello, la coordinación con la dirección del centro, con el departamento de recursos humanos y con prevención de riesgos laborales debe ser muy fluida y la toma de decisiones conjunta y vinculante.

En estos primeros momentos era fundamental llevar a cabo las siguientes medidas:

Disminución de carga de trabajo. Era muy importante reducir el contacto de las personas y aumentar las distancias haciendo grupos más pequeños. Para lograr este fin en un animalario, es necesario reducir la carga de trabajo de las personas. Para ello, y en coordinación con la Dirección del centro y el Comité Ético de Experimentación Animal (OEBA) se estableció unas indicaciones a los grupos de investigación:

- Asegurar el genotipado de las líneas.
- Cancelar el inicio de los nuevos procedimientos.
- Asegurar los animales en procedimientos ya iniciados
- Cancelar todos los envíos de animales.
- Asegurar el mantenimiento de las colonias.

En la siguiente gráfica se muestra el número de *request* de sacrificio que se recibió en la Unidad y la diferencia en el número de cubetas en el mes de abril respecto a enero de los últimos tres años.



Como se puede apreciar, debido al parón de los nuevos procedimientos y a priorizar el mantenimiento de los animales se consiguió reducir el número de animales y de cubetas en torno a un 11%. Este trabajo se hizo en tan solo una semana gracias a la coordinación y el espléndido trabajo de todos los grupos de investigación y, por supuesto, de los técnicos, cuidadores y supervisores del animalario. Un gran esfuerzo, que supuso una carga emocional muy grande para todos, especialmente para los técnicos.

Además, fue fundamental posponer algunas de las actividades rutinarias en un animalario, pero no esenciales, tales como cambios de cobertores y rejilla, desinfecciones de salas y controles microbiológicos, validaciones y mantenimiento de equipos, entre otras.

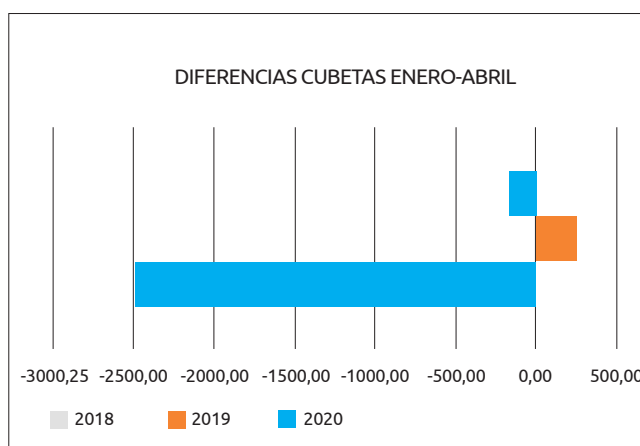
Esta disminución de cubetas no supuso una disminución en el contrato con la empresa externa puesto que nuestro responsable administrativo y coordinador del OEBA era muy consciente de la importancia de tener personas formadas y preparadas para gestionar el animalario en un momento de crisis para poder volver lo antes posible a la normalidad.

Medidas de prevención: Con el fin de disminuir los contagios se establecieron en la semana anterior a la proclamación del Estado de Alarma las siguientes medidas:

- Jornada intensiva para evitar los contagios en la zona de comedor.
- Mascarillas obligatoria en todo el Animalario incluyendo zonas de descanso y área administrativa.
- Baja para los mayores de 60 años.
- Evitar el contacto en el centro con el personal que no fuera propio del animalario.

Organización de turnos para disminuir el contacto entre las personas. A partir del 14 de marzo se dividió al personal en grupos más pequeños que vinieron en días alternos incluyendo los dos veterinarios que formamos parte del equipo. Era importante, que estos grupos no tuvieran interacción entre ellos para así evitar el contagio de toda la plantilla.

>>>



»» **Incremento de recursos humanos.** En el CNIO, el servicio de animalario está externalizado a la empresa Vivotecnia Research, quienes incrementaron el número de personas formadas en reserva por si hubiera habido contagios masivos. Además, nos informaron de las medidas preventivas ya publicadas por el Ministerio de Sanidad. Esta información también fue enviada por la dirección del CNIO. Esta información incluía el tratamiento de los casos positivos y contactos estrechos.

RECURSOS MATERIALES

Aplicación informática de animalario. Todo animalario debería tener una buena herramienta informatizada de gestión de los animales. En el CNIO disponemos de una aplicación de gestión de colonias en la cual están registrados todos los animales dentro de un proyecto aprobado por la autoridad competente y en el que se registran los cruces, ensayos y observaciones. Está, también, reflejado la evaluación de Bienestar de cada línea y se controla la nomenclatura de todas las modificaciones genéticas. Esta herramienta fue fundamental, ya que gracias a ella pudimos seguir trabajando con cierta normalidad y conseguimos una gran coordinación con los más de 225 usuarios de los diferentes grupos de investigación que estaban trabajando de manera telemática.

Mascarillas y guantes: En el plan de emergencia tenemos un listado del material crítico y no crítico. En este caso, el principal problema que se tuvo fue la falta de distribuidores que pudieran proporcionar guantes y mascarillas. Gracias a una buena previsión en cuanto al número de mascarillas y guantes que tenemos en el animalario no tuvimos problemas de abastecimiento. Sin embargo es importante mencionar que se incrementó significativamente el precio de ambos productos gestionados por la empresa externa.

NIVELES DE ACTUACIÓN

El animalario del CNIO está acreditado por AAALAC y es fundamental realizar nuestro trabajo siguiendo unos protocolos normalizados de trabajo (PNT). Por ello, se redactó un documento que fue aprobado por el OEBA en el cual se establecieron unos niveles de actuación que dependían de los recursos humanos disponibles y la carga de trabajo en el animalario. En cada nivel de actuación se debe definir las condiciones que justifiquen el nivel, las actividades que van a realizarse y las condiciones en las que van a llevarse a cabo.

En el número 89 de la revista de la Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio (SECAL)

se puede consultar un artículo publicado sobre planes de contingencia, donde se ha incluido el plan de contingencia del CNIO y de otros centros de investigación de nuestro país, así como, se establecen las pautas para establecer un plan de contingencia ante una pandemia.

En el animalario solo fue necesario activar el nivel II, ya que al no haber bajas de personal no fue necesario avanzar en el nivel de emergencia.

SEGUNDA Y TERCERA OLA

Si la frase que define mejor la primera ola fue “la realidad supera a la ficción”, la frase que mejor retrata esta segunda y tercera ola, sería una frase de Marie Curie “No hay que temer nada en la vida, solo hay que entenderlo. Ahora es el momento de entender más, para que podamos temer menos”.

Al finalizar esa primera ola, los investigadores fueron volviendo a la normalidad con las lógicas restricciones marcadas por la dirección del centro, distancia y mascarilla obligatoria, que nos han llevado a esta nueva normalidad y nos han permitido recuperar los números y la producción del animalario que teníamos anteriormente.

En estos momentos, se sigue manteniendo la jornada intensiva pero el funcionamiento del animalario es totalmente normal habiendo restableciendo todas las actividades rutinarias propias de un estabulario.

La única diferencia reseñable e importante es que, actualmente, tenemos entre nuestros “huéspedes” dos modelos de Covid-19 desarrollados por la Dra. Sagrario Ortega. Los cuales cuidamos y protegemos como al resto de los animales, siendo importante el conocimiento por parte de cuidadores y técnicos de la susceptibilidad propia de la línea para que el manejo sea seguro para el animal y para la persona.

INCIDENCIAS EN RECURSOS HUMANOS

Se han analizado un total de 21 centros de toda España gracias a los datos aportados por la empresa Charles

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V
	25% de reducción cubetas	50% personal	Reducción del personal 75%	Reducción mayor 75%
- Cancelación de envíos de animales - Jornada intensiva - Reducción del contacto con personal del centro - Mascarillas fuera de barrera - Personal mayor 60 años en casa	- Cuatro grupos- 3 días - Turnos alternos veterinarios - Rack ventilado: cambio cada 3 semanas - Fin de semana 1 persona - Cancelación cambio de rejilla y cobertor - Cambio cada dos semanas de 1-2 animales	- Sin turnos - Suplencias del personal externo - Reducción del número de animales	- Solo tareas de cuidador - Solicitar ayuda investigadores	Sacrificio ordenado y humanitario de animales

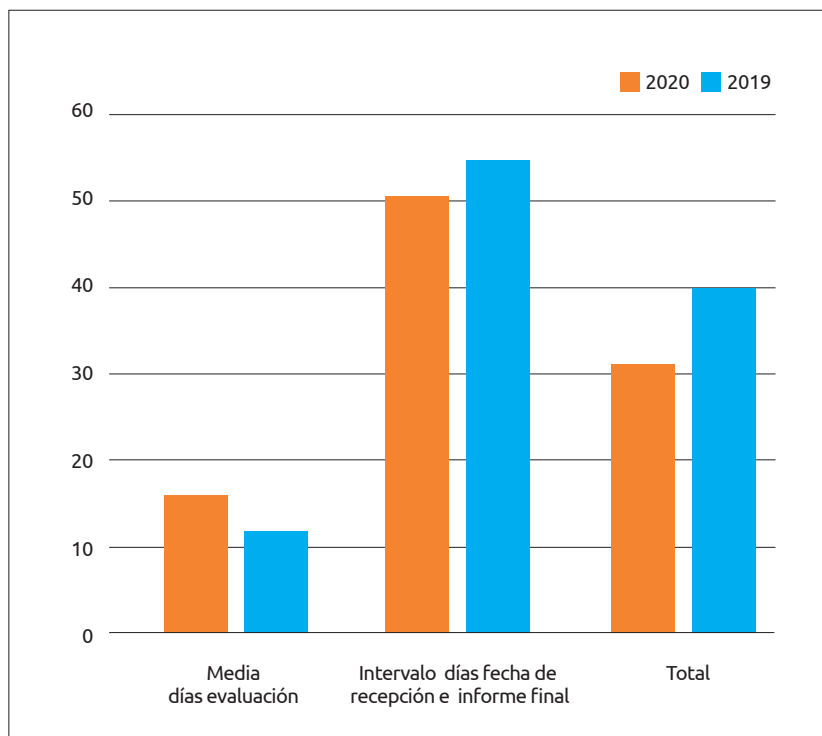
Nº de centros	Nº empleados	Edad media	Bajas IT Covid	Positivos Covid	Con síntomas	Brote
10	104	37	23	10	8	0
11	106	30	34	7	1	0
21	210	33,7	57	17	9	0
		Porcentaje	27%	8%	4%	0

River y la empresa Vivotecnia Research. De todos los centros analizados con un total de 210 empleados y una edad media de 33.7 años, hemos podido comprobar que tan solo un 8% fueron positivos a Covid-19, de los cuales solo un 4% mostraron síntomas, y lo más importante, no se ha reportado la existencia de ningún brote. Tenemos que señalar que la mayoría de las bajas del personal que se tuvieron no fueron por ser positivas a Covid, sino por contacto estrecho con personas positivas o con síntomas.

Las razones de los resultados tan buenos pueden ser muy diversas, instalaciones con buenas renovaciones de aire, personal entrenado para uso de Epis, edad del personal y, por supuesto, una buena gestión.

COMITÉS ÉTICOS

Respecto a la evaluación ética de los proyectos se han analizado los datos que nos ha proporcionado el Comité de Ética de la Investigación y de Bienestar Animal (CEIyBA) del Carlos III en relación a los proyectos en los cuales se trabaja con animales de acuerdo al RD 53/2013 y se puede decir, que en 2020 se han recibido más proyectos que en 2019 y las fechas de evaluación se han acortado respecto a los tiempos del 2019 como se puede observar en la tabla.



CONCLUSIONES

Hasta la fecha, esta ha sido en España la mayor prueba de estrés a la que se han visto sometido el conjunto de estabularios.

Es importante estar preparados para todas las emergencias que seguro vendrán. Para ello, necesitamos crear comités de coordinación de emergencias en los que estén incluidos tanto la dirección de los centros, el personal de departamento de prevención y riesgos laborales, representantes de los investigadores como los responsables directos de las actividades esenciales que pueden verse afectadas. Pero, por favor, lo más imprescindible, no podemos dudar. Hay que tener en cuenta que el nivel V del plan de contingencia (en el cual se debe sacrificar toda la colonia) debe ser una posibilidad real, sin trabas, porque el siguiente agente puede ser letal y el personal que trabaja, sea interno o externo del centro, debe ser considerado prioritario en cualquier plan de contingencia.

Por último, quiero agradecer sobre todo el trabajo de los técnicos y cuidadores, que no dudaron en trasladarse al centro de trabajo cuando las calles estaban vacías y el número de muertos se incrementaba, ofreciéndose a venir más horas o, incluso, en fin de semana si era necesario. No podría haber tenido mejor equipo, estoy realmente orgullosa de cada uno de ellos.

PARA LEER MÁS

Altafaj e I. Blanco. "Plan de contingencia ante una pandemia en animalarios de especies habituales". Sociedad Española para las Ciencias del Animal de Laboratorio. Número 86. 2020.

Grimm D. "It's heartbreaking.' Labs are euthanizing thousands of mice in response to coronavirus pandemic". *Science*. Mar. 23, 2020

Nowogrodzki. "Cull, release or bring them home: Coronavirus crisis forces hard decisions for labs with animals". *Nature* 580, 19, 2020.

Silverman J. "Managing the Laboratory Animal Facility". 3rd Edition. CRC Press/ Taylor & Francis.

S Roble G, et al. "A Comprehensive Laboratory Animal Facility Pandemic Response Plan".



La experimentación con animales es todavía, por desgracia, la única esperanza para miles de millones de personas

Josep Solves

Vicepresidente de ALBA. Asociación para la Ayuda a Personas con Albinismo.

En 2014 recibí una invitación para formar parte de un grupo de trabajo sobre la experimentación con animales que se había propuesto crear en el seno de la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), y cuyo objetivo principal era mejorar la transparencia de este tipo de investigación en nuestro país. Se me invitaba en mi calidad de secretario de ALBA, la asociación española de ayuda a las personas con albinismo, y como persona afectada por esta condición poco frecuente. También porque en aquel momento formaba parte como investigador del Observatorio de las Enfermedades Raras (OBSER) de la Federación Española de Enfermedades Raras (FEDER), que realizaba —y realiza— estudios sociales sobre la situación de las personas que tienen estas enfermedades o condiciones poco frecuentes en nuestro territorio. Se esperaba de mí que, en dicho grupo, representara —al menos en parte— el punto de vista de los pacientes acerca de la experimentación con animales, sus ventajas e inconvenientes, y la necesidad de ejercerla siempre con el máximo de transparencia.

Antes de aceptar, hablé con varias personas de confianza, todas ellas implicadas de alguna manera en procesos vitales e institucionales relacionados con la experimentación con animales: pacientes o padres de pacientes con enfermedades poco frecuentes, con tratamientos intensivos o crónicos mediante medicamentos caros y complejos en su aplicación, con efectos secundarios notorios y, en algunos casos, con riesgo para sus vidas o las de sus parientes. Les pregunté directamente qué pensaban sobre la experimentación con animales y obtuve siempre la misma respuesta. No era una cuestión sencilla para ninguna de esas personas, no respondieron inmediatamente, se tomaron siempre unos segundos para reflexionar. Y, sin excepción, respondieron que, mientras no existiera una alternativa mejor, estaban a favor de la experimentación con animales.

Así que acepté la invitación. Y tras un año de intenso trabajo, el primer fruto de aquel grupo de trabajo fue el “Acuerdo de transparencia sobre el uso de animales en experimentación científica en España”, que,

partiendo del único ejemplo existente hasta entonces, el británico, lo mejoraba y concretaba —a mi modo de ver— porque era una propuesta específica y viable para que todas las instituciones y centros de investigación que utilizan animales para la experimentación en nuestro país, así como las asociaciones de pacientes que se benefician de este tipo de investigación, se comprometieran a hablar con claridad sobre cuándo, cómo y por qué se usan animales en investigación, proporcionar información adecuada a los medios de comunicación y al público en general sobre las condiciones en las que se realiza la investigación que requiere el uso de modelos animales y los resultados que de ella se obtienen, promover iniciativas que generen un mayor conocimiento y comprensión en la sociedad sobre el uso de animales en investigación científica, e informar anualmente sobre sus progresos y compartir experiencias y buenas prácticas. Es decir, y en definitiva, a ser transparentes en sus procesos de investigación con animales o en su relación con sus resultados.

En el documento en el que se presentó ese acuerdo de transparencia se partía de dos ideas muy claras: en primer lugar, que la experimentación con animales está

por otro, van creciendo las iniciativas de transparencia de las instituciones que llevan a cabo este tipo de experimentación.

Sin duda, uno de los aspectos que ha de mejorarse es la participación de las asociaciones de pacientes en el acuerdo. No se trata de una cuestión sencilla, porque, si bien todos estamos de acuerdo en la necesidad y en la inevitabilidad de este tipo de experimentación, no es sencillo manifestarse abiertamente a favor de ella en el discurso público. La investigación con animales no es una de esas cuestiones que se discuten en los bares. No es como el último gol de Messi, el anuncio que ha resucitado a *La Faraona* o los datos de la pandemia que nos azota. Forma parte de esas cosas que tenemos asumidas, que se da por sobreentendidas, salvo que uno sea un activista contrario a que se utilicen animales para fabricar cosméticos.

Y, sin embargo, la experimentación con animales, como otras tantas cosas que no se discuten en la plaza pública, es de esas que, precisamente, son las más importantes. Mucho más que el precio de la luz, más incluso que las pensiones, que son cuestiones impor-

tantísimas. Porque se encuentra entre esas cosas que inclinan la balanza entre la vida y la muerte y que, en muchos casos, hacen que la vida sea soportable, confortable y digna... o que no lo sea. Cuando nos referimos a ella, hablamos de curar o paliar los efectos, a veces devastadores, de enfermedades terribles que afectan a miles de millones de personas. Pero también de hacer más llevadero ir al dentista o pasar una tarde sin dolor de cabeza. La experimentación con animales afecta a casi cada momento de nuestras vidas, desde los más

graves y dramáticos, hasta los más insignificantes inconvenientes de nuestro día a día. De ahí su inmensa importancia y su necesidad, su inevitabilidad.

Todos somos conscientes de que la experimentación con animales no es la forma más deseable de investigación. Sabemos de los sufrimientos de los animales, de sus incomodidades. Sabemos que para obtener resultados válidos de esa investigación han de utilizarse procedimientos indeseados y desagradables. Y todos querríamos que eso terminara cuanto antes. Somos perfectamente conscientes de que, de hecho, ya se realiza un enorme esfuerzo por reducir al máximo el uso de animales en la experimentación. Y, desde luego, rechazamos de plano cualquier procedimiento agresivo con animales que no sea estrictamente inevitable o cuya finalidad no sea estrictamente imprescindible. Por supuesto, los pacientes no aceptamos el uso de animales en una experimentación cuyo obje- >>>

EN ESTOS MOMENTOS, apostar por la experimentación con animales no es, sencillamente, una opción. Es un imponderable. Todos esperamos que las alternativas viables y eficaces al uso de animales lleguen cuanto antes. Pero mientras eso ocurre, por más desagradable que nos parezca, es nuestra única opción.

absolutamente regulada en España (y en Europa), de manera que ha de seguir siempre protocolos muy rigurosos, así como procesos de presentación y aceptación de propuestas con enormes garantías éticas; y en segundo lugar, que todas las instituciones que llevan a cabo este tipo de investigación están comprometidas con las reglas de las llamadas tres R: reemplazar, refinar y reducir en lo posible y progresivamente —cuanto más rápidamente, mejor— el uso de animales en experimentación.

Hoy en día, son ya 140 las instituciones que se han adherido al acuerdo, lo que supone un auténtico hito. Y desde 2018, el grupo prepara y publica anualmente un completo informe en el que se detalla la actividad de todas estas instituciones en el uso de los animales para los procesos de investigación. Dichos informes constatan que, por un lado, el uso de animales en experimentación se va reduciendo en nuestro país y que,



>>> tivo sea el lucro o que pretenda mejorar productos como los cosméticos o los jabones. Nadie en su sano juicio aceptaría producir la más mínima molestia a un animal para mejorar la elaboración de productos superfluos. Esto está fuera de toda duda.

Por eso, son ilegítimas las agresiones a los animalarios y a los transportes de animales para la experimentación que se han vivido en los últimos años en algunos países de Europa. Por supuesto que es exigible que mejoren las condiciones de explotación de las granjas productoras de carne para el consumo humano y, sin duda, son odiosos y perseguibles algunos comportamientos con los animales que no pueden ser calificados sino de propiamente inhumanos. Pero confundir la defensa de los animales en esos contextos con la experimentación animal es, sencillamente, un error o, incluso, un intento de confundir a la opinión pública. Y comparar la experimentación con animales con la caza de especies en peligro de extinción, con la tauromaquia o con las “fiestas” en las que se maltrata de cualquier modo a los animales es, sencillamente, el fruto de la mala fe.

La experimentación con animales está indiscutiblemente comprometida con el cumplimiento del máximo de garantías legales, con el máximo bienestar y confort de los propios animales y con la máxima transparencia en la divulgación de los datos de su uso, de los procedimientos utilizados para la investigación y con el esfuerzo de reducción, reutilización y refinamiento de todos los procesos.

En julio de 2019 tuve la oportunidad de visitar el centro Nacional de Biotecnología (CNB). El profesor Lluís Montoliu nos enseñó su laboratorio, nos explicó las investigaciones en marcha de su equipo en este momento, y pudimos entrar en el centro de criopreservación y el de inseminación. Visitamos también el animalario, cumpliendo, por supuesto, con todas las medidas de seguridad. Durante la tarde, mantuvimos varias conversaciones con algunos de los investigadores del laboratorio, a los que pudimos hacer las preguntas que deseamos y de quien recibimos, siempre, respuestas francas y detalladas. Fue, sin duda, uno de esos ejercicios de transparencia por los que está apostando decididamente el grupo COSCE de experimentación animal, y nunca agradeceremos lo suficiente a Lluís Montoliu y a su equipo la sinceridad y amabilidad con que nos trataron. Ojalá que este tipo de visitas pueda convertirse en una costumbre y que muchas personas, escolares, profesionales o interesados de todo tipo, puedan tener la experiencia que nosotros disfrutamos.

He de confesar, sin embargo, que no fue una visita “agradable”. Lógicamente, abandonamos el CNB con sensaciones contradictorias. Por supuesto, las personas



>>> a las que conocimos y con quienes hablamos, las instalaciones y el ambiente, eran todos muy agradables. Pero no lo es lo que allí ocurre. Todos somos conscientes de eso. También las personas que trabajan allí. Porque, a pesar de todos los esfuerzos, todos sabemos que la experimentación con animales implica hacer cosas que no nos gustan.

Pero, a pesar de todo ello, y frente a las dudas que puedan producirse sobre el apoyo a esta forma de experimentación, me pregunto: ¿qué hubiera ocurrido con la actual pandemia del SARS-Cov-2 sin la experimentación con animales? Con todas las cautelas y matices que podamos ponerles a las vacunas que, en tiempo récord, hemos sido capaces de desarrollar y que ya se están aplicando a centenares de miles de personas, ¿qué ocurriría si no las tuviéramos? En el último año han muerto como consecuencia de la Covid-19 millones de personas en todo el mundo. Pero ¿cuántas hubieran muerto o morirían sin los resultados de este tipo de investigación?

Mi conclusión es clara: de momento es ineludible, inevitable, seguir experimentando con animales para las finalidades propias de la mejora de la calidad de vida, o incluso para el mantenimiento de la vida, de muchas personas y, por cierto, de muchos animales. Cualquiera de las enfermedades que hoy día afectan a las personas, algunas de ellas letales, y la inmensa mayoría de los

procedimientos que utilizamos para curarlas, mejorar las condiciones de vida de las personas que las sufren, reducir el dolor, la falta de movilidad o cualquiera de los efectos indeseables que estas enfermedades producen, se benefician de la experimentación con animales.

Y este tipo de experimentación ha de mantenerse mientras no existan alternativas reales. No me refiero a procedimientos cuya eficacia o eficiencia no sea equiparable con la propia experimentación con animales. Me refiero a alternativas realmente válidas y cuyos resultados puedan defenderse como opciones igualmente sostenibles, válidas y viables que la propia experimentación con animales.

En estos momentos, apostar por la experimentación con animales no es, sencillamente, una opción. Todos esperamos que las alternativas viables y eficaces al uso de animales lleguen cuanto antes. Pero mientras eso ocurre, por más desagradable que nos parezca, es nuestra única opción. Hemos de continuar trabajando por reemplazar, refinar y reducir el uso de animales. Y por la transparencia cada día mayor, el conocimiento cada día más amplio y las exigencias cada día más rigurosas, de esa investigación. Pero hasta poder eliminarla de nuestras vidas, la experimentación con animales continúa siendo la única y mejor esperanza de vida y de calidad de vida a la que tenemos acceso. Y renunciar a ella es, desgraciadamente, imposible. ■

Carmen Castresana

Directora general de Planificación de la Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación

“La transferencia de conocimiento desde el laboratorio hasta la empresa es uno de los puntos más frágiles de nuestra I+D+I”

Doctora en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid y Profesora de Investigación del CSIC, Carmen Castresana se incorporó en 1991 al Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) como Científico Titular tras varios años de formación postdoctoral en el departamento de Biología Celular de la Universidad Rockefeller en New York (Estados Unidos), en la Universidad de Philadelphia (Estados Unidos), y en el departamento de Genética de la Universidad de Gante (Bélgica). Recientemente, el Gobierno la ha nombrado directora general de Planificación de la Investigación.

ISMAEL GAONA PÉREZ

Crisis-oportunidad. ¿Es hora de darle el trato que se merece a la ciencia, la innovación, el emprendimiento?

No tenemos que esperar a que haya una crisis para darle el trato que se merece a la ciencia, la innovación y el emprendimiento. Al contrario, la sociedad, y me refiero a todos, tenemos que poner en valor los beneficios de la ciencia y la necesidad de fortalecerla de forma continuada. Las crisis nos ayudan a ser más conscientes de esta necesidad y eso es positivo, pero el desarrollo científico no se improvisa y, si no está suficientemente consolidado, sus beneficios no se aprovechan.

Talento, compromiso, vocación. Lo tenemos todo para ser una potencia. Una de las debilidades que muestra nuestro sistema de ciencia, tecnología e innovación, en índices internacionales, como el *European Innovation Scoreboard*, es que somos un país moderadamente innovador (en el puesto 14 de 27 en 2020, tras subir cinco puestos respecto a 2019). ¿Dónde se encuentra el cuello de botella?

Puede que tengamos los ingredientes para ser una potencia, pero tienen que estar en cantidad suficiente, y sobre todo tenemos que conseguir que el sistema funcione con facilidad. La generación de conocimiento científico, su desarrollo y su implementación en las empresas para obtener nuevos productos, siguen caminos complejos en los que pueden aparecer muchos obstáculos. Aun así, si somos capaces de apreciar el valor del conocimiento científico como motor para mejorar la formación, la preparación y el bienestar de nuestra sociedad, el beneficio será más evidente y los cuellos de botella irán desapareciendo. Pienso que la transferencia de conocimiento desde el laboratorio hasta la empresa es uno de los puntos más frágiles de este

proceso y en el que tenemos que trabajar para conseguir el mayor aprovechamiento de nuestros esfuerzos. Otro aspecto al que nos enfrentamos es encontrar la fórmula que nos permita conectar y coordinar todas las piezas de nuestro sistema de I+D+I para obtener el máximo beneficio de los diferentes agentes sectoriales y regionales. Con el próximo Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación para el periodo 2021-2023 damos un primer paso para abordar esta situación. Además de un aumento importante en el nivel de financiación de muchas de las actividades que ya están consolidadas en nuestro sistema de I+D+I y que recorren todo el camino desde la investigación básica hasta la innovación empresarial, se implementarán nuevos proyectos dirigidos a fortalecer la transferencia de conocimiento, la incorporación de personal científico a las empresas, la cooperación y el trabajo interdisciplinar, el aprovechamiento de sinergias, etcétera.

Hemos elaborado un Plan en base a un diálogo con todos los departamentos ministeriales con actividades en I+D+I y, además de los actores habituales -Agencia Estatal de Investigación (AEI), Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), Instituto de Salud Carlos III (ISCIII) y Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) hemos incluido las estrategias y actuaciones de 28 agentes de ejecución de 11 Ministerios. Asimismo, estamos implementando una nueva herramienta de coordinación y co-gobernanza de la programación con las CCAA que permitirá establecer colaboraciones en áreas estratégicas y de interés común. Los programas conjuntos en estas áreas deberán alinear la ejecución de fondos nacionales, regionales y europeos, así como favorecer la innovación tecnológica como motor de la transformación económica territorial. Lo



dicho, son unos primeros pasos para mejorar la coordinación e integración, entre investigación básica e innovación empresarial, aspirando a contribuir a una cultura más permeable que facilite la colaboración entre sectores y regiones.

La pandemia nos ha demostrado que la I+D+I no es un tema recurrente y que es una de las claves para no depender de sectores económicos (servicios) que han terminado por debilitar nuestro PIB. Parece que siempre estamos bajo la calificación de "necesita mejorar".

Sí, como ya he indicado, la I+D+I puede y debe actuar como motor para facilitar el bienestar de la sociedad y eso incluye la diversificación de los sectores económicos para la creación de empleo y la generación de recursos, aspectos que contribuyen al fortalecimiento de nuestro país y a reducir su dependencia del exterior. Tanto en el Plan de Choque para la Ciencia y la Innovación como en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía española, la I+D+I tiene un papel destacado que no sólo se refleja en palabras, sino que se materializa en una importante asignación presupuestaria que tenemos que aprovechar.

Hace 5 años abandonó la dirección del Centro Nacional de Biotecnología (CNB), de los mayores del CSIC, como protesta contra la parálisis burocrática de la institución tras rechazarse proyectos y contrataciones por defectos de forma. "Se gestiona mucho más dinero y hay mucho más personal, pero se forma un cuello de botella porque todo tiene que pasar por la administración central y se generan muchos problemas" ¿Ha evolucionado el Consejo?

Efectivamente, hace cinco años dejé voluntariamente la dirección del CNB, pero no fue debido a única razón. La que mencionas fue una gota más en un vaso relativamente lleno. En cualquier tipo de actividad laboral, y la ciencia no es una excepción, siempre hay cuestiones que resolver. En mi opinión, las personas que aceptan un cargo de gestión tienen que contribuir a resolverlas. A veces se puede y otras no, pero hay que adoptar una actitud que permita reconocer los problemas y trabajar para intentar solucionarlos. Sin esa

Las actuaciones que se han llevado a cabo para atender la situación de urgencia provocada por la pandemia son un ejemplo de que, cuando se agiliza la ejecución de las medidas, se consigue ayudar mejor a los investigadores y la sociedad, por su parte, puede apreciar mejor el valor de la I+D+I.

actitud, se choca una y otra vez con la misma pared, y llega un momento en el que seguir intentándolo no tiene sentido, al menos para mí.

La situación económica del CSIC ha mejorado en los últimos años y, obviamente, es más fácil adoptar determinadas medidas. La actual dirección del CSIC ha demostrado, desde el primer momento, su predisposición para escuchar y contribuir a resolver los problemas de sus centros. Su actitud positiva, profesionalidad y esfuerzo para ayudar han mejorado visiblemente la institución. Además, existe >>>

>>> una relación fluida entre el CSIC y el Ministerio que favorece, también, la detección de los problemas a tiempo y la búsqueda de soluciones.

Por otro lado, y si bien todavía quedan muchos aspectos por mejorar para alcanzar un marco normativo más adaptado a las peculiaridades de la investigación científica, recientemente se ha adoptado una serie de medidas para reducir las trabas administrativas y el exceso de burocracia que absorbe energía, tiempo, paciencia y, sobre todo, eficacia. No estoy diciendo que se deban eliminar los controles y la supervisión de lo que hacemos, pero sí deberíamos hacerlo de forma más racional y ágil.

Un gran Pacto por la Educación, por la Ciencia... Es hora de los grandes acuerdos. En la Estrategia 2021-2027 se apunta a la ausencia de un Pacto de Estado que dé estabilidad, continuidad y direccionalidad a la estrategia del país en I+D+I como una de las debilidades.

Creo que el Pacto por la Ciencia y la Innovación propuesto por el Ministerio en octubre del año pasado y presen-

El Pacto por la Ciencia y la Innovación contiene, como uno de sus elementos esenciales, el esfuerzo económico que habrá que hacer para acercarnos a Europa; y, sobre todo, para que, en caso de reducción del gasto público en situaciones de crisis, la financiación en I+D+I no se reduzca en valor absoluto.

tado públicamente estos días, y que ya han firmado más de 60 instituciones, es un compromiso institucional necesario para mantener la I+D+I al margen de las tensiones políticas del día a día y alcanzar un acuerdo amplio sobre algunos principios y objetivos que tengan continuidad más allá de una legislatura.

El pacto contiene elementos esenciales para dotar al sistema de la estabilidad que tanto necesita, no solo para sobrevivir, sino para crecer de una manera sostenible y duradera. Hablamos de un acuerdo sobre el esfuerzo económico que habrá que hacer para acercarnos a Europa y, sobre todo, de que —en caso de reducción del gasto público en situaciones de crisis— la financiación en I+D+I no se reduzca en valor absoluto. Sumamos a este aspecto puramente económico dos compromisos importantes más, la autonomía y la coordinación de nuestras entidades financiadoras de I+D+I para garantizar un buen aprovechamiento de los recursos económicos de acuerdo con los máximos criterios de calidad. Y, finalmente, la responsabilidad de poner en el primer lugar del sistema a las personas, el capital humano que tenemos y debemos valorar.

No podemos seguir sin ofrecer al personal de I+D+I trayectorias profesionales atractivas, tanto en el sector público como en las empresas, pero sobre todo trayectorias bien definidas y predecibles. Estamos trabajando para materializar estos compromisos con inversiones sustanciales y actuaciones concretas, desde la reorganización de los organismos públicos de investigación (OPIs) y la implementación de una carrera científica estable, hasta la puesta en marcha de nuevas modalidades de proyectos de I+D+I con una dotación presupuestaria muy por encima de los niveles de años anteriores.

¿Qué planea hacer la agencia con el calendario y con los investigadores sin financiación 8 meses?, prórroga o no, no hay más fondos, y ¿qué planea hacer la agencia por la formación de los contratados que han sufrido el parón provocado por la COVID-19?

En la Agencia Estatal de Investigación se están estudiando posibles soluciones. Somos conscientes de que es necesario tener un calendario estable de convocatorias y de concesión de las ayudas. Los largos años de crisis económica que empezó en 2008 fueron complicados y, en una situación de reducción de la financiación, las consecuencias de este problema se agravan y afectan de forma más limitante al desarrollo de los proyectos y al ánimo del personal investigador. La deseada regularización del calendario es una asignatura pendiente que parece más difícil de resolver de lo que cabría esperar, pero esperamos mejorar la situación y regularizar el calendario definitivo en 2022.

El informe COSCE deja claro que el aumento en financiación nacional no es tanto, el incremento de fondos nacionales se dedica mayoritariamente a créditos, que no se ejecutan en gran medida ¿por qué se mantienen estos programas con tan bajo éxito? ¿cree que realmente fomenta el aumento del sector biotech en España? No se ha creado un rico sector biotech, hay excepciones como el País Vasco, ¿por qué cree que estas políticas no están teniendo el éxito esperado? tenemos el ejemplo en estos días de la falta de empresas que fabriquen GMP, o del acceso a trabajar con grandes animales, no digamos primates, etc.

Efectivamente, hay mucho por hacer, nadie puede negarlo, pero sobre todo cabría decir que hablamos de un ámbito extraordinariamente amplio en el que el número de acciones que se pueden implementar es inmenso, lo cual en sí es positivo. La financiación que se dedica a la Biotecnología y a las empresas involucradas en esta área en el País Vasco es muy superior a la que dedican otras CCAA. Esto lleva siendo así varios años y, por supuesto, ha dado sus frutos. Las CCAA tienen que darse cuenta del beneficio de definir sus planes de investigación, intereses y fortalezas, y desde el Ministerio se está realizando el esfuerzo necesario para reforzar y contribuir a su desarrollo. En estos días de pandemia, y mediante las correspondientes convocatorias de proyectos, el Ministerio, a través del CDTI, ha concedido financiación a

las empresas interesadas para la adaptación de sus instalaciones, con objeto de cubrir parte de las necesidades asociadas a la producción de vacunas humanas, que verán la luz en los próximos meses. Considero asimismo que, en el ámbito de la I+D+I, hay que realizar un esfuerzo de inversión que corresponde al sector público, pero también al privado. En esto, también, tenemos que fijarnos en los países de nuestro entorno en los que la inversión privada es muy superior que en nuestro país.

El aumento de financiación en proyectos de investigación se hace mayoritariamente contra fondos europeos, asumiendo que llegaran. Aun con estos entramados, quedamos lejos de la inversión de países vecinos, por lo que los adjetivos "histórico" etc., en mi humilde opinión, echan sal en la herida de tantos grupos sin financiación, tantos postdocs excelentes sin oportunidades, muchos de ellos, miembros de la SEBBM. La Junta no se alinea con esta visión triunfalista, como ya comentamos. Es preciso reconocer el trabajo y agradecer el esfuerzo individual, por supuesto, pero queda mucho por recorrer. Cuando lleguemos a un 2% real y sostenido les haremos la ola, antes no es oportuno a nuestro juicio.

Yo, por mi formación, tiendo a situarme en una posición realista y, por ello, tengo que decir que, efectivamente, ha habido un aumento importante de la financiación. Obviamente esto es positivo y nos debe ayudar a recuperar la posición y la energía que hemos perdido. El aumento en la disponibilidad de fondos nos permitirá pensar, construir y llevar a cabo acciones que ayuden a consolidar la inversión y el nivel de la financiación. No debemos olvidar que la crisis económica y social asociada a la pandemia no afecta exclusivamente al ámbito de la I+D+I, sino a otros muchos sectores que necesitan igualmente ayudas costosas a corto plazo. En este contexto, hay que apreciar la apuesta del Gobierno por la I+D+I como motor para la recuperación de esta crisis. En lo que se refiere al próximo Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación para el periodo 2021-2023, no es correcto decir que el esfuerzo presupuestario se hace exclusivamente con dinero europeo. Y tampoco que el aumento recae en forma de préstamos.

Si comparamos el presupuesto del nuevo Plan para 2021 con los gastos ejecutados del Plan para el año 2019, las subvenciones estatales aumentan de 1.036 millones de

euros a un presupuesto de 2.858 millones de euros. También aumentan los préstamos, pero en menor medida, de 778 millones de euros a 1.437 millones de euros. A este incremento, habrá que sumar los fondos europeos que, en 2019, fueron en torno a unos 300 millones de euros y que en el periodo 2021-2023, se espera que asciendan a casi 6.000 millones de euros.

Creo que, efectivamente, son dimensiones que no habíamos visto anteriormente. En las partidas quizá más críticas para los investigadores en el ámbito público, como son los proyectos para la generación de conocimiento y su transferencia, las ayudas de internacionalización, así como las relativas a la contratación de personal, se va a duplicar la cuantía de las subvenciones. Y, además, cerca de la

mitad de las ayudas europeas previstas para la recuperación económica en el Plan durante el próximo año se destinarán a fortalecer las ayudas en estos ámbitos.

¿Qué piensa hacer la Agencia para resolver la situación de los muchos grupos que con buenas evaluaciones se encuentran sin financiación? ¿qué planes tiene para apoyar que no se pierda expertos en temas concretos por falta de masa crítica? y ¿para apoyar la ciencia más básica? tenemos el ejemplo reciente de Francis Mojica reciente.

Sabemos que la edad media de los investigadores principales (IPs) es más alta de lo que sería deseable para nuestro sistema de I+D+I. Un ejemplo que hemos

visto recientemente son los IPs de los grupos al frente del desarrollo de vacunas y que me sirve de ejemplo para ilustrar y responder a vuestra pregunta. En algún momento hemos pensado que las enfermedades infecciosas eran algo superado y que la investigación en esta área había perdido parte de su interés. Sin embargo, todos hemos vivido y comprobado que no es así, que los virus siguen dando la batalla, y que pueden llegar a causar gravísimos problemas a pesar de su pequeño tamaño; así que no debemos dejar de trabajar en determinadas áreas de investigación. Pero éste no es solo un problema de las agencias financiadoras, es responsabilidad de todos. A veces queremos trabajar en temas nuevos, aparentemente más atractivos, y se minusvalora el conocimiento en ciertos ámbitos. La clave está en usar nuevas aproximaciones experimentales para abordar los problemas que están sin resolver, aunque lleven muchos años con nosotros. Este tipo de ámbitos de investigación, así como la denominada investigación básica siempre se deben financiar y no se pueden eliminar de las áreas de investiga- >>>



>>> ción de interés. De hecho, estas áreas se verán reforzadas como consecuencia del reciente incremento en la financiación de los proyectos y del previsto para los próximos años.

En relación con esto, creo que la pandemia también ha puesto sobre la mesa la edad de los IPs, ¿qué medidas tomara la agencia para dar oportunidades a los investigadores más jóvenes?

El Sistema de I+D+I necesita la actividad, la energía y el empuje de sus jóvenes investigadores. Todos sabíamos ya antes de la pandemia que la edad media de los IPs es muy alta y que esto es un problema. Este es precisamente uno de los problemas que queremos atajar con la nueva carrera científica. Este es precisamente uno de los problemas que queremos atajar con la nueva carrera científica, basada en el modelo del *tenure track*, actualmente en estudio. En los OPIs, la mayoría de los futuros científicos empieza su carrera con un contrato de Formación de Personal Investigador (FPI) predoctoral y una media de edad de 27 años. La tesis doctoral tiene una duración aproximada de 4 años, de manera que estos científicos jóvenes salen al mercado laboral a los 31 años. La edad media de los científicos que se incorporan a una plaza de Científico Titular en los OPIs, ha ido subiendo a lo largo de los últimos años y actualmente está por encima de los 43 años. Por lo tanto, tenemos -en

El Sistema de I+D+I necesita la actividad, la energía y el empuje de sus jóvenes investigadores.

promediouna brecha temporal de más de 12 años entre la obtención del título de Doctor y el inicio de una carrera científica estable. Es demasiado tiempo. Si nos fijamos por ejemplo en las ayudas del ERC, sabemos que el límite para pedir un *Starting Grant* es de siete años después de haber obtenido el título de doctor, y de 12 años para solicitar un *Consolidator*.

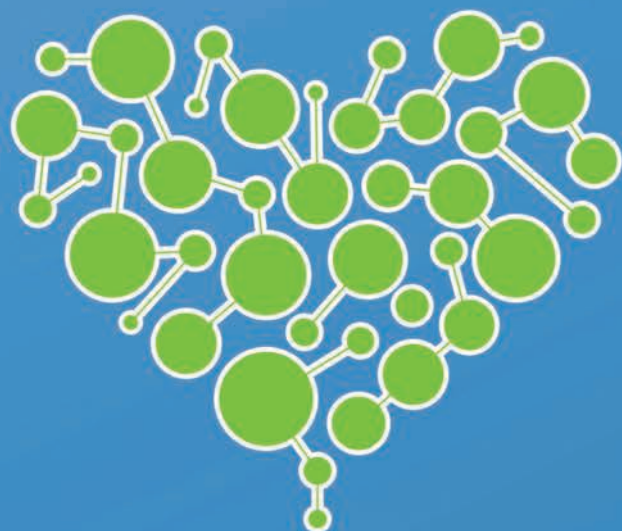
Eso quiere decir que una parte muy significativa de los científicos titulares que inician su carrera profesional en un OPI ya no pueden solicitar ninguna de estas ayudas por superar los límites de edad. Con el *tenure track*, nos proponemos definir una trayectoria profesional en la que los investigadores podrían optar a un contrato fijo tras haber completado su formación profesional con una estancia posdoctoral de entre 3 y 5 años. La obtención de estos contratos seguiría un proceso de selección comparable con el actual Programa 'Ramón y Cajal', e incorporaría una evaluación externa en el cuarto año del contrato dirigida a examinar la actividad realizada y dar continuidad al contrato. Con esta medida, podríamos adelantar la edad de incorporación estable al sistema en al menos 5 años, y disponer de una carrera profesional definida y atractiva para nuestros mejores investigadores

También ha puesto sobre la mesa que hay sectores estratégicos que no se deberían quedar sin financiación, o esta no debería basarse en los criterios habituales. ¿Han replanteado este tema internamente?

Creo que la actual pandemia ha demostrado que las instituciones, con el respaldo del Gobierno y de los respectivos departamentos ministeriales, no sólo son conscientes de este problema, sino que están poniendo los medios necesarios para movilizar y enfocar sus capacidades a resolver un problema tan esencial como es la lucha contra el coronavirus. Los OPIs son un buen ejemplo de ello. Tanto el CSIC como el ISCIII han puesto en marcha plataformas de I+D+I para hacer llegar, de manera rápida y ágil, una financiación extraordinaria a todos aquellos grupos con capacidad de contribuir a combatir las causas y consecuencias de la pandemia, desde el desarrollo de vacunas, la búsqueda de compuestos antivirales, la desinfección de ambientes contaminados y la creación de modelos matemáticos para gestionar la expansión del virus. El Gobierno ha adaptado muchas normativas a las necesidades de los centros de investigación esenciales en este ámbito y, en un sentido mucho más amplio que implica a todo el sistema de I+D+I, ha implementado un paquete de medidas que otorgan a la I+D+I en general, y a los ámbitos esenciales en particular, un protagonismo esencial en este país.

Por ultimo, y en relación con Europa, se están tomando medidas muy respaldadas por sectores animalistas contra el uso de animales en experimentación que chocan con el desarrollo de la investigación en Europa, ¿qué hace la agencia para contraactuar a nivel político?

Tanto este Ministerio como los anteriores han respaldado la posición de la comunidad científica en relación con la necesidad de trabajar con animales de experimentación siempre que se cumpla con las garantías necesarias, tanto jurídicas como éticas. Es difícil eliminar esta necesidad, al menos a corto o medio plazo. Por ello, tenemos una legislación precisa, y alineada con Europa, que impone y regula la existencia y actuación, a nivel nacional y autonómico, de Comités de Bioética. Todos los proyectos en los que se utilizan animales de experimentación, y que se financian con dinero público, tienen que pasar por estos Comités y ser revisados por los expertos que evalúan la necesidad de este tipo de experimentación y la falta de alternativas viables al trabajo con animales. Igualmente, se exige reducir al mínimo tanto el número de animales utilizados, como su exposición a condiciones dañinas. Todas las instituciones relevantes cuya investigación implica este tipo de experimentos se ha adherido al acuerdo paneuropeo de transparencia sobre el uso de animales en experimentación científica. El contexto actual de pandemia y la necesidad de combatirla, ha puesto de manifiesto la importancia de utilizar modelos animales en los ensayos que conducen a la producción de vacunas. ■



FEBS 2021

THE 45TH FEBS CONGRESS
3-8 JULY 2021
LJUBLJANA • SLOVENIA

SCIENTIFIC INFORMATION

Plenary Lecturers

Sir Richard Roberts
Emmanuelle Charpentier
Sir David Baulcombe
Guido Kroemer
Nenad Ban
Elly Tanaka
Hermona Soreq
Bruce Alberts
Roman Jerala
Rafael Radi

Congress Topics

Molecular Genetics
Protein Turnover
Signals and Membranes
Structural Biology and Imaging
Synthetic Biology and Molecular
Biotechnology
From Systems to Precision Medicine
Organisms - Molecules - Interactions
Molecular Medicine
Glycans and Lipids
Molecular Bioscience Education

Molecules of Life: Towards New Horizons



2021.febscongress.org

La COVID-19 entra de lleno en la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación

8 de septiembre de 2020. España se levanta con la resaca de 8.964 nuevos casos de la COVID-19. La ministra Portavoz del Gobierno arranca la tradicional rueda de prensa posterior al Consejo de Ministros haciendo balance de la pandemia. Acto seguido, comparece Pedro Duque, ministro de Ciencia e Innovación para anunciar la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021-2027).

Ismael Gaona Pérez

No será una estrategia deslucida para la I+D+i española, pero, en cualquier caso, sí atenderá otros imprevistos diferentes, casi inimaginables hace años. Podemos decir que el peso de la pandemia provocada por la COVID-19 ha obligado al Ministerio de Ciencia e Innovación a introducir nuevas prioridades en su Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación (en adelante EECTI) hasta 2027, como así ha quedado claro en numerosas referencias posteriores (como los PGE).

Y es que más que nunca, la ciencia, el emprendimiento, la innovación, el sector privado y público claman por mayores esfuerzos presupuestarios y dotación de recursos humanos y captación de talento para desarrollar un tejido formativo y empresarial robusto y, con ello, dejar de depender de sectores (servicios, turismo, etc.) que han sido santo y seña de la economía de nuestro país durante décadas. La convivencia no es una condena, sino una necesidad.

Entre las conclusiones que se pueden extraer de la EECTI es que o se redoblan esfuerzos, se incrementa la colaboración público-privada o se consolida el talento, entre otras muchas prioridades, o no dejamos salir de esta perversa rueda del hámster.

La EECTI se ha mostrado al mundo como la guía encaminada a generar un tejido productivo basado en las fortalezas actuales, que las hay, más innovador y dinámico, que

permita incrementar la competitividad, el empleo de calidad y la sostenibilidad del sistema social (socioeconómico) español. Y todo pasa, según sus mentores, por fomentar la inversión privada en I+D y, de este modo, duplicar la suma de inversiones pública y privada en I+D+I, hasta alcanzar el 2,12% del PIB en 2027. Es el santo grial, ya que servirá de referencia para elaborar los Planes Estatales de Investigación Científica, Técnica y de Innovación, que incluyen las ayudas concretas para el desarrollo y la consecución de la Estrategia, y los Planes Regionales de I+D+I.

SEGÚN PODEMOS OBSERVAR, SE PUEDEN CONJUGAR LA POLÍTICA NACIONAL DE I+D+I CON LAS POLÍTICAS DE LA UNIÓN EUROPEA, ESPECIALMENTE CON EL PROGRAMA MARCO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Entre las novedades más interesantes es que se modifica el marco temporal de actuación pasando de ocho a siete años. Así, según podemos observar, se pueden conjugar la política nacional de I+D+I con las políticas de la Unión Europea, especialmente con el programa marco de investigación e innovación, Horizonte Europa (2021-2027). La intención es aprovechar de la mejor forma las sinergias de

estos dos programas. Asimismo, la Estrategia tendrá en consideración las recomendaciones del Consejo Europeo sobre el Programa de Estabilidad 2019 y 2020 de España, que coincide con la toma de medidas (en los años 2020 y 2021) para mejorar la eficacia de las políticas de apoyo a la I+D+I, centrar la política económica de inversión en el fomento de la innovación y de la transición ecológica y digital, así como, de forma general, impulsar la investigación y la innovación a través de sus instrumentos de planificación.



Otro de los aspectos importantes es que la EECTI servirá de referencia para elaborar los Planes Estatales de Investigación Científica, Técnica y de Innovación, que incluyen las ayudas concretas para el desarrollo y la consecución de la Estrategia, y los Planes Regionales de I+D+I.

ESPAÑA NECESITA MEJORAR

Tal y como ha recordado el Gobierno, la EECTI parte de un análisis DAFO de nuestro sistema de ciencia, tecnología e innovación, y con ello intenta, en cierto modo, ha tomado como referencia sus debilidades para mejorar, entre otros aspectos, la reputación y posición de nuestro país en índices internacionales, como el *European Innovation Scoreboard* (EIS), que sitúa a España entre los países considerados moderadamente innovadores (España se sitúa en el puesto 14 de 27 en 2020, tras subir cinco puestos respecto a 2019). Según este ránking, España se mantiene dentro del tercer escalón europeo, entre los países considerados “moderados” por su nivel de innovación, pero no consigue arrancar y ascender a la siguiente categoría, la de “innovador fuerte” como, por ejemplo, sí ha hecho Portugal.

Lamentablemente, la posición de España no se corresponde tampoco con el potencial económico del país, como así demuestra el EIS : hay tres países con menor renta per cápita (Estonia, Portugal y Chipre) que obtienen una mayor puntuación en el ránking por su esfuerzo en innovación. Pero entrando en harina, el documento ha incluido acciones que vienen, sobre el papel, a solventar en el futuro problemas endémicos de nuestro sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación que se han visto agravados por la pandemia. Evidentemente, la crisis del >>>

MAXIMIZAR LA COORDINACIÓN

La Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación está diseñada para maximizar la coordinación entre la planificación y programación Estatal y Autonómica y para facilitar la articulación de nuestra política de I+D+I con el programa marco de ciencia e innovación de la UE, Horizonte Europa (2021-2027). A pesar de ser la quinta economía europea, España se sitúa en la posición 18 de los 28 estados miembros de la UE en el 2019 en inversión en I+D respecto al PIB. Es así como este país ha ido descendiendo en la clasificación hasta quedar a la cola del bloque mediterráneo. Se encuentra a distancia de Rumanía, última de toda la Unión, pero superada por Grecia y Polonia. Por su parte, Eslovenia, Estonia, Grecia, Hungría, Polonia, Portugal y la República Checa, con menor renta por habitante que España, realizan un mayor esfuerzo inversor en este ámbito. Cada vez es mayor la distancia con las principales economías del Viejo Continente, que ven un gasto-inversión en su I+D superior al 2%, incluso el 3%.

Países como Alemania o Francia lo cumplen, sin embargo, el máximo histórico español está en el 1,25% del PIB según el INE. Estuvo en el 1,35% en el 2008. Esperaba llegar al 2% este año y al 2,12% en el 2007 según se señala en la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación, pero no ha ocurrido.



»» COVID-19 ha hecho aflorar la insuficiencia del sistema de ciencia e innovación en sectores estratégicos determinantes y la necesidad de desarrollar un modelo de investigación paneuropeo abierto y sólido.

Así, la EECTI muestra especial sensibilidad énfasis en el área de salud en los dos primeros años de ejecución del plan e incluye actividades específicamente dirigidas a solventar los problemas causados por el coronavirus, y a consolidar y potenciar la ciencia y la innovación como una herramienta para la reconstrucción social, económica e industrial del país. “Es momento de actuar de forma decidida para fortalecer el sistema científico biomédico en España, no como un elemento aislado, sino como parte integral de la transformación del sistema sanitario. Es necesario continuar orientando los recursos científico-técnicos del país para ofrecer respuestas a las necesidades más urgentes vinculadas a la pandemia, pero es también inexcusable construir un marco estratégico sólido que nos permita transformar nuestro sistema sanitario y científico, y orientarlo a objetivos ambiciosos a medio y largo plazo de forma conjunta”, ha subrayado Raquel Yotti, Directora del Instituto de Salud Carlos III, en un artículo publicado en *Gaceta Médica*.

DOS FASES EN EL CALENDARIO

Para el desarrollo de la EECTI, el Gobierno ha previsto su ejecución en dos fases bien diferenciadas. Una primera, que transcurre desde este mismo año hasta 2023, y cuyo objetivo es ampliar y consolidar los apoyos a la I+D+I en el ámbito sanitario, principalmente; sin olvidar aspectos como la transición ecológica y digitalización, partiendo de la ciencia de excelencia, mediante programas específicos, acciones estratégicas en los sectores prioritarios, y grandes proyectos tractores.

La segunda fase (2024-2027) busca situar a la I+D+I entre los pilares fundamentales del Estado y consolidar su valor como herramienta para el desarrollo de una economía basada en el conocimiento.

Según se desvela del documento presentado por Duque, las principales novedades de la EECTI son el desarrollo de una carrera investigadora basada en estándares internacionales (tenure-track), programas estructurados en misiones, reforzamiento de los ecosistemas de innovación, aumento de proyectos tractores de los Objetivos

de Desarrollo Sostenible (ODS), o asegurar incentivos fiscales adecuados a la I+D+I adaptados a las empresas del sistema de ciencia e innovación.

Entre los sectores estratégicos, la Inteligencia Artificial toma peso siendo uno de los ámbitos clave en el sector del mundo digital, la industria, el espacio y la defensa. Como se ha comentado, las Ciencias de la Salud -nuevas terapias, diagnóstico preciso, cáncer y envejecimiento, y especial énfasis en enfermedades infecciosas-; Cultura, Creatividad y Sociedad Inclusiva: génesis del ser humano, cognición y lenguaje; Seguridad para la Sociedad: desigualdad y migraciones; el mercado y sus tensiones; la protección de la sociedad y ciberseguridad; Mundo digital, Industria, Espacio y Defensa: IA, internet de la próxima generación, robótica, física, matemática, redes de comunicación; Clima, energía y movilidad: lucha contra el cambio climático, descarbonización, movilidad y sostenibilidad; y Alimentación, Bioeconomía, Recursos Naturales y Medio Ambiente: de la biodiversidad a la cadena agroalimentaria inteligente y sostenible y al estudio de agua y océanos.

QUÉ NOS PROPONE LA EECTI

Según la propia Estrategia, España tiene ante sí la oportunidad de llegar a 2027 cumpliendo cuatro objetivos básicos. El primero de ellos tiene que ver con la generación de conocimiento y el liderazgo científico. Para lograrlo, se mejorará la posición del personal investigador y

de las instituciones, así como la calidad de sus infraestructuras y equipamiento.

El segundo de los objetivos persigue aumentar la capacidad de España para atraer, recuperar y retener talento, para lo que se facilitará el progreso profesional y la movilidad del personal investigador en el sector público y privado, y su capacidad para influir en la toma de decisiones. Potenciar una colaboración público-privada que permita favorecer la transferencia de conocimiento y desarrollar vínculos bidireccionales entre ciencia y empresas, a través de la comprensión mutua de necesidades y objetivos, en especial en el caso de las pequeñas y medianas empresas, es el tercero de los objetivos de la EECTI.

Y, por último, flexibilizar la gestión y avanzar en la aplicación del principio de igualdad real entre mujeres y hombres en la I+D+I. ■



EL METABOLISMO QUE NOS TRASTORNA

En 1902 y más extensamente en 1908, en sus *Croonian Lectures*, Sir Archibald Garrod creó el concepto de *error congénito del metabolismo*, enfermedad esencialmente bioquímica de origen genético a la que hoy se abrevia en español como *metabolopatía*. Aludía ya entonces a dos partículas hereditarias (el término gen aún no existía) derivadas de padre y madre que explicaban, de acuerdo con las recién descubiertas leyes de Mendel, la orina normal y la oscura rica en ácido homogentísico de la alcaptonuria. Anticipó la idea de un *gen-un enzima* que acuñarían casi 40 años después Beadle y Tatum, pues indicó que, en la alcaptonuria, la partícula hereditaria para la orina oscura podría producir un *fermento* (término usado entonces para enzima) anormal para el catabolismo de la tirosina. Así pues, las metabolopatías, desde el principio, han sido paradigmas de enfermedades bioquímicas que abren nuevos campos a nuestra investigación al explotar verdaderos *knockouts* humanos.

Por eso creo del mayor interés para SEBBM el libro *Entendiendo las metabolopatías. Una guía sencilla con ejemplos*. Su autor, Isidro Vitoria, pediatra metabólico notable y también químico de tronío (particularmente en el ámbito analítico), tiene gran conocimiento de y experiencia en metabolopatías, liderando la Unidad de Nutrición y Metabolopatías del Hospital Universitario La Fe de Valencia (Unidad de Referencia para esas enfermedades en la Comunidad Valenciana y en toda España) y siendo destacado miembro de AECOM, la Asociación Española para el Estudio de los Errores Congénitos del Metabolismo (<http://ae3com.eu/>). Seguramente la SEBBM debería haber intentado integrar a la AECOM, pues esa asociación reúne a las mejores cabezas metabólicas médicas de nuestro país, poseedoras de la excepcional cualidad de conservar frescos, vivos e interconectados en sus cerebros los diversos ciclos y rutas metabólicas del ser humano y de discutir con la mayor pasión sobre ellos y sobre las consecuencias esperadas de sus errores congénitos.

Junto a sus capacidades médicas y científicas, el Dr. Vitoria reúne la de saber narrar. Conocedor no solo de la clínica de esas enfermedades sino también buen entendedor de sus bases biológicas y genéticas, que son moleculares y por tanto bioquímicas, hace muy fácil entender lo que quiere contar, comunicándolo con fluidez, proximidad y eficacia. El libro tiene un planteamiento atractivo y original. No es exhaustivo, sino que, tras un capítulo general sobre qué son los errores congénitos del metabolismo, ilustra catorce ejemplos de enfermedades de los diferentes grupos existentes dentro del campo metabólico: fenilcetonuria,



errores del metabolismo de la tirosina, enfermedad del jarabe de arce, aciduria glutárica, enfermedades del ciclo de la urea, galactosemia, fructosemia, trastornos de la beta-oxidación de ácidos grasos de cadena media y de cadena larga, adrenoleucodistrofia ligada al X, mucopolisacaridosis, enfermedad de Gaucher, de Fabry y trimetilaminuria. Usa su extraordinaria experiencia clínica para presentar con cada ejemplo una historia clínica construida por él para cada enfermedad, a veces contada en primera persona, otras como un familiar o como narrador omnisciente. En su descripción de la historia clínica no usa tecnicismos, de modo que se entiende fácilmente cómo se manifiesta la enfermedad. Además, aprovecha para contar aspectos de la historia de la enfermedad, de su descubrimiento y/o de su terapia, muchas veces datos curiosos que ayudan a fijarla en la mente de sus lectores/as, posiblemente estudiantes pre o postgraduat@s de bioquímica, o profesores/as de nues-

tras disciplinas en busca de ejemplos con que atraer al metabolismo a sus estudiantes. Por supuesto, se ocupa de la base genética y molecular de cada enfermedad, y, sin faltar al rigor, las describe con palabras normales e inteligibles. Un punto clave del libro es la aproximación racional a los diagnósticos de laboratorio y a los tratamientos, para lo que parte de la comprensión molecular de la enfermedad, dejando su base racional a la vista, facilitando así el recuerdo fundado en un andamiaje de razonamientos concatenados que se enraízan en el conocimiento científico. Además, es interesante cómo en lugar de dar nociones genéricas, se ocupa, particularmente cuando se trata de medidas nutricionales o de estilo de vida (tan importantes en el manejo de las metabolopatías) de dar detalles muy útiles, a veces difíciles de encontrar para quienes no están dentro del campo, facilitando a bioquímico, nutricionista, paciente, familia y entorno sanitario diseñar la terapéutica nutricional adecuada y adaptarla al ambiente geográfico y social específico de cada paciente.

En resumen, un libro único en su campo, ameno y cercano, que se lee con placer, formativo a través de ejemplos ilustrativos, que ayudará a entender e ilustrar las vertientes sanitarias de nuestra profesión y que hará ameno e interesante el metabolismo a estudiantes del mismo. No puedo olvidar que el libro también es de gran valor para profesionales sanitarios, estudiantes de medicina y enfermería e incluso para pacientes y familias. ¡Disfrutad de su lectura!

VICENTE RUBIO

Instituto de Biomedicina de Valencia (IBV-CSIC)

LA COMUNICACIÓN ASTROCITOS-NEURONAS REGULA LA CONDUCTA

El grupo dirigido por Gertrudis Perea, del Instituto Cajal, estudia los mecanismos moleculares involucrados en la comunicación entre neuronas y astrocitos, las células gliales más abundantes del sistema nervioso. Los astrocitos desempeñan papeles relevantes en la transmisión y plasticidad sináptica a corto y largo plazo, mediante cambios estructurales y funcionales en las sinapsis circundantes y pueden detectar neurotransmisores como el GABA, liberados en las sinapsis, a través de receptores específicos. Su impacto está empezando a comprenderse gracias a artículos como este, publicado en *Nature Neuroscience*, donde analizan si los astrocitos participan activamente en el procesamiento de la información

que gobierna la conducta y la toma de decisiones. Para ello, generaron un ratón transgénico con delección de los receptores GABA_B en los astrocitos de la corteza prefrontal medial. Mediante técnicas de electrofisiología, de imagen de calcio



intracelular (para monitorizar la actividad de astrocitos y neuronas), de optogenética (estimulación con luz) y farmacogenética (estimulación química) demuestran que estos ratones presentan alteraciones en las oscilaciones de frecuencia gamma

baja y en la activación de las neuronas corticales, lo que conduce a deficiencias en el comportamiento dirigido a objetivos. Sorprendentemente, la estimulación optogenética de los astrocitos con melanopsina restaura los déficits de memoria que también presentan estos ratones. Además, en ratones salvajes, esta estimulación mejora la velocidad de activación de las neuronas corticales y las oscilaciones gamma, así como la cognición. En conjunto, los datos amplían el conocimiento actual de la señalización de astrocitos GABAérgicos y sugieren que constituye una refinada unidad de comunicación en las redes corticales que subyacen a la codificación de información que regula la toma de decisiones. ■

Mederos S, Sánchez-Puelles C, Esparza J, Valero M, Ponomarenko A, Perea G. GABAergic signaling to astrocytes in the prefrontal cortex sustains goal-directed behaviors *Nature Neurosci* (2021) 24: 82-92. DOI: 10.1038/s41593-020-00752-x

FAAH: NUEVA DIANA TERAPÉUTICA EN ESFINGOLIPIDOSIS

La dinámica de membranas es clave para la transmisión de información. El sistema endocannabinoide (eCB) consiste en una familia de moduladores lipídicos junto con sus receptores y enzimas metabólicas, que regula muchos aspectos del desarrollo y la función neuronal e influye en la comunicación sináptica. El equipo de investigación liderado por María Dolores Ledesma del CBMSO-UAM, en colaboración con investigadores de otros centros ha estudiado la deficiencia de esfingomielinasa ácida (ASMD), una enfermedad de depósito lisosomal que conlleva acumulación de esfingomielina (SM), neurodegeneración, problemas cognitivos y psiquiátricos

y muerte prematura. Su hipótesis es que el aumento de la actividad del sistema eCB en el cerebro y los órganos periféricos podría tener un beneficio terapéutico en pacientes de ASMD. Demuestran la dismi-

El tratamiento con un inhibidor de la enzima amido hidrolasa de ácidos grasos (FAAH), previene la acumulación de SM

nución del sistema eCB en neuronas de ratones ASM-KO y en un paciente de ASMD. El aumento de SM conduce a una menor expresión de CB1 (el principal receptor eCB) y su acúmulo en el lisosoma. El tratamiento oral de ratones ASM-KO con un inhibidor de la enzima amido hidrolasa de ácidos

grasos (FAAH), que degrada eCB, previene con seguridad y eficacia, la acumulación de SM, reduce la inflamación, la neurodegeneración y las alteraciones del comportamiento, además de aumentar la supervivencia. Finalmente, amplían el concepto a otra patología de almacenamiento de esfingolípidos, la enfermedad de Niemann-Pick tipo C (NPC). En un modelo de ratón y células derivadas de un paciente, demuestran la reducción del receptor CB1 y que la inhibición de FAAH restringe los niveles de SM y colesterol. Estos hallazgos revelan una interconexión entre la SM neuronal y el sistema eCB y ofrecen un nuevo tratamiento para ASMD y otras esfingolipidoses. ■

Bartoll A, Toledano-Zaragoza A, Casas J, Guzmán M, Schuchman EH, Ledesma MD. Inhibition of fatty acid amide hydrolase prevents pathology in neurovisceral acid sphingomyelinase deficiency by rescuing defective endocannabinoid signaling. *EMBO Mol Med* (2020) 12: e11776. DOI 10.15252/emmm.201911776

EL MEDIADOR DE LA AUTOFAGIA ATG16L1 PARTICIPA EN LA SEÑALIZACIÓN POR CITOQUINAS

La autofagia es un proceso esencial para la homeostasis celular. La proteína ATG16L1 es un factor central en este proceso al encargarse de reclutar la maquinaria enzimática para la lipidación de LC3 en la vía canónica de la autofagia. Mientras que la mitad N-terminal de ATG16L1 es necesaria en dicho reclutamiento, esta proteína posee un dominio WDD en su región C-terminal cuya función no estaba caracterizada hasta el momento, aun existiendo evidencias preliminares de su capacidad de interacción con proteínas blanco y de participar en procesos diferentes a la autofagia convencional. A partir de aquí, el estudio (realizado en buena medida por investigadores del Centro de Investigación del Cán-

cer de Salamanca bajo la dirección de Felipe Pimentel-Muñoz) desarrolla en primer lugar una estrategia *in vitro* con microordenamientos peptídicos para caracterizar moléculas interactuantes con péptidos degenerados de WDD. Se detectan así dos recepto-

demuestran que la interacción de la interleuquina IL-10 con su receptor promueve a su vez la interacción de éste con ATG16L1 a través del dominio WDD, la lipidación de LC3 y la consiguiente formación de endosomas con el cargo IL-10/IL-10RB, como un proceso esencial en la señalización por IL-10 que implica tráfico intracelular de vesículas. En consonancia, macrófagos derivados de médula ósea de ratones transgénicos sin el dominio WDD de ATG16L1 exhiben alteraciones en la respuesta antiinflamatoria promovida por IL-10. Los autores abren la posibilidad a que este dominio WDD desempeñe papeles similares en la señalización promovida por otras citoquinas. ■

La interacción de la interleuquina IL-10 con su receptor promueve a su vez la interacción de éste con ATG16L1 a través del dominio WDD

res de interleuquinas, IL-10RB e IL-2Rg, como interactores de ATG16L1 a través del dominio WDD, observación que es validada mediante coinmunoprecipitación a partir de líneas celulares. Sucesivos experimentos con líneas celulares y ratones, centrados especialmente en IL-10RB,

Inmaculada Serramito-Gómez, Emilio Boada-Romero, Raquel Villamueva, Álvaro Fernández-Cabrera, José Luis Cedillo, Ángela Martín-Regalado, Simon Carding, Uli Mayer, Penny P Powell, Thomas Wileman, Irene García-Higuera, Felipe X Pimentel-Muñoz. 2020. Regulation of cytokine signaling through direct interaction between cytokine receptors and the ATG16L1 WD40 domain. *Nature Communications*. 11: 5919. doi: 10.1038/s41467-020-19670-4.

EL CONTACTO MITOCONDRIA-LISOSOMA EN LA FISIOPATOLOGÍA DE LAS NEUROPATÍAS PERIFÉRICAS

La enfermedad de Charcot-Marie-Tooth (CMT) es una neuropatía sensitivo-motora de origen genético causada por mutaciones en más de 80 genes, y una prevalencia de 1 cada 2.500 personas. Las mutaciones en *GDAP1* causan la forma axonal más frecuente. GDAP1 es una glutatión S-transferasa atípica localizada en la membrana mitocondrial externa y en los contactos entre la mitocondria y el retículo endoplásmico (MAM). Sus funciones mejor descritas son la fisión mitocondrial y el manejo del calcio celular. La revista *Human Molecular Genetics* ha publicado una nueva función de GDAP1 y sus implicaciones en CMT. El trabajo ha sido realizado en el Institut de Recerca

Sant Joan de Déu y CIBERER por el grupo de Francesc Palau y Janet Hoenicka. En este estudio se demuestra que GDAP1 participa en la autofagia basal y que su déficit

contactos mitocondria—lisosoma, siendo GDAP1—LAMP-1 el primer “tether pair” de estos contactos. En modelos neurales deficientes en GDAP1 se reducen estos contactos en el soma y axones. Además, la falta de GDAP1 reduce los niveles de glutatión. El suplemento con este antioxidante rescata el fenotipo lisosomal y la red mitocondrial, no así los contactos mitocondria—lisosoma ni los eventos autofágicos tempranos. Por tanto, GDAP1 permite la función de los contactos de membrana mitocondrial en vías degradativas y no degradativas. Estos contactos constituyen una diana terapéutica para la CMT, pero también para otros trastornos donde intervienen las mitocondrias y los lisosomas. ■

GDAP1—LAMP-1 es el primer tether descrito entre mitocondrias y lisosomas, y participa en la axonopatía de la enfermedad de Charcot-Marie-Tooth.

afecta la biogénesis de los autofagosomas desde las MAM. GDAP1 contribuye a la maduración del lisosoma interaccionando con el regulador lisosomal PYKfyve. El déficit de GDAP1 causa lisosomas gigantes con actividad hidrolítica. La relación de GDAP1 con las membranas lisosomales implica, además, los

Lara Cantarero, Elena Juárez-Escoto, Azahara Civera-Tregón, María Rodríguez-Sanz, Mónica Roldán, Raúl Benítez, Janet Hoenicka, Francesc Palau, Mitochondria-lysosome membrane contacts are defective in GDAP1-related Charcot-Marie-Tooth disease, 2020. *Human Molecular Genetics*, 29:3589–3605, doi.org/10.1093/hmg/ddaa243

FOXO MANTIENE LA HETEROGENEIDAD Y FUNCIONALIDAD DE LAS CÉLULAS MADRE MUSCULARES HASTA LA EDAD GERIÁTRICA

Las células madre del músculo esquelético (células satélite) permanecen en estado de quiescencia la mayor parte de la vida de un organismo. En respuesta a un daño muscular, las células satélite quiescentes se activan, proliferan y adquieren distintos destinos: algunas se diferencian y forman nuevas fibras musculares y otras se renuevan para reconstituir la reserva homeostática de células madre. El estado de quiescencia de las células satélite, a pesar de ser clave para preservar la capacidad regenerativa del músculo, está poco caracterizado a nivel molecular y funcional, aunque se sabe que decae progresivamente con el enve-

jecimiento. El estudio publicado en la revista *Nature Cell Biology* por el grupo liderado por Pura Muñoz (UPF/CNIC), demuestra que las células satélite quiescentes no conforman una población homogénea. Este hallazgo se basa

El factor de transcripción FoxO mantiene el estado de mayor autorenovación de las células satélite quiescentes

en la identificación, aislamiento y caracterización molecular y funcional de distintos estados de células satélite quiescentes a través de la expresión diferencial del marcador de superficie CD34. Las células con alto nivel de CD34 tienen mayor poder de autorenovación, y aquellas

con menor nivel de CD34 son más proclives a la diferenciación miogénica. Mecanísticamente, los autores demuestran que la señalización del factor de transcripción FoxO específica y mantiene el estado de mayor autorenovación. Además, este estado se conserva hasta la vejez, sufriendo un fuerte declive funcional solo a edad muy avanzada (edad geriátrica), coincidiendo con la pérdida de señalización de FoxO.

Estos resultados demuestran que el envejecimiento no es un período uniforme de deterioro funcional y que la pérdida de heterogeneidad, especialización y capacidad de reparación de las células madre ocurre a edad muy avanzada. ■

Laura García-Prat, Eusebio Perdiguero, Sonia Alonso-Martín, Stefania Dell'Orso, Srikanth Ravichandran, Stephen R Brooks, Aster H Juan, Silvia Campanario, Kan Jiang, Xiaotong Hong, Laura Ortet, Vanessa Ruiz-Bonilla, Marta Flández, Victoria Moiseeva, Elena Rebollo, Mercè Jardí, Hong-Wei Sun, Antonio Musarò, Marco Sandri, Antonio Del Sol, Vittorio Sartorelli, Pura Muñoz-Cánoves. 2020. FoxO maintains a genuine muscle stem-cell quiescent state until geriatric age. *Nat Cell Biol.* 22(11):1307-1318; doi:10.1038/s41556-020-00593-7.

MODULACIÓN DE LA APOPTOSIS POR PROTEÍNAS VÍRICAS DE LA FAMILIA BCL2

La apoptosis celular está regulada por proteínas de la familia Bcl2, algunas de las cuales tienen un papel antiapoptótico (como la propia Bcl2) mientras que otras son proapoptóticas (como Bax o Bak). Diversos virus también codifican proteínas de dicha familia (vBcl2s) que, al interactuar con las Bcl2 celulares (cBcl2c), modulan la actividad de éstas e inhiben la apoptosis de las células infectadas, asegurando así la proliferación vírica. La homología entre las vBcl2s y las cBcl2s no es tanto de secuencia como estructural y funcional, y ambos grupos poseen un dominio transmembrana (TMD) en la región C-terminal importante para las interacciones proteína-proteína. Este trabajo,

realizado por investigadores de la Universidad de Valencia y del CNB bajo la coordinación de Luis Martínez-Gil, demuestra cómo las vBcl2s de varios Herpesvirus y Poxvirus interactúan con las cBcl2s y afectan la actividad de éstas. Utilizando téc-

Las interacciones intramembrana entre los dominios TMD de vBcl2s y cBcl2cs son capaces de inhibir la muerte celular frente a estímulos apoptóticos

nicas como la complementación bimolecular de fluorescencia (BiFC) el estudio evidencia primero que los TMDs de las vBcl2s son necesarios para la inserción de éstas en las membranas del retículo endoplásmico y mitocondrias y la formación de homodímeros, para luego

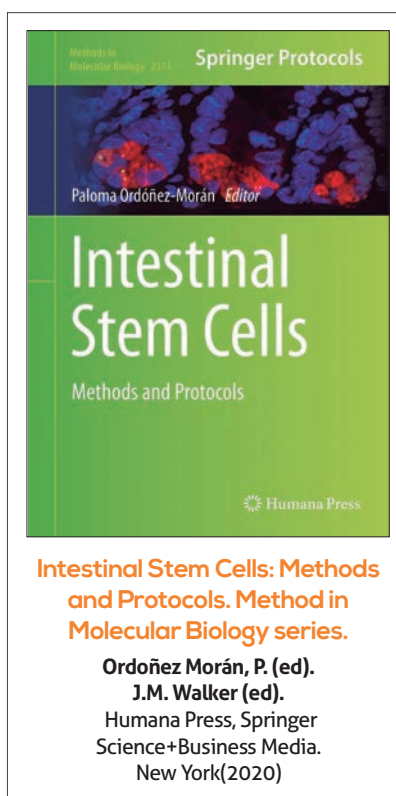
demostrar también la formación de heterodímeros intramembranales con las cBcl2s. Analizando diversas combinaciones vBcl2-cBcl2 se observa que no todos los pares analizados son igual de eficientes en la heterodimerización, y que otras regiones fuera de los TMDs desempeñan un papel en esta especificidad diferencial entre las Bcl2s del virus y de la célula. En cualquier caso, las interacciones intramembrana entre los dominios TMD de vBcl2s y cBcl2cs son capaces de inhibir la muerte celular frente a estímulos apoptóticos. El trabajo abre la vía a estrategias que, al inhibir las interacciones vBcl2-cBcl2, favorecerían la apoptosis celular y la inhibición de la multiplicación vírica. ■

Maria Jesús García-Murria, Gerard Duart, Brayan Grau, Elisabet Diaz-Beneitez, Dolores Rodríguez, Ismael Mingarro, Luis Martínez-Gil. 2020. Viral Bcl2s' transmembrane domain interact with host Bcl2 proteins to control cellular apoptosis. *Nat Commun.* 11: 6056. doi: 10.1038/s41467-020-19881-9.

INTESTINAL STEM CELLS

El epitelio intestinal es uno de los tejidos del cuerpo que más rápidamente se renueva; son las células madre intestinales las que se encargan de gobernar dicha renovación, requiriéndose un preciso equilibrio entre la auto-renovación tisular y la diferenciación de las células madre para mantener la homeostasis. La pérdida de este equilibrio tiende a provocar un crecimiento celular descontrolado o una maduración celular prematura y, como consecuencia, pueden producirse tumores, cánceres o defectos en los tejidos. En los últimos años, muchos investigadores han realizado grandes esfuerzos para descifrar cómo el intestino se reemplaza y repara asimismo a través de la caracterización de diferentes poblaciones de células madre intestinales y definir su papel en la renovación continua del manto epitelial.

El objetivo del presente libro es englobar los métodos actuales más frecuentemente utilizados en el campo de las células madre intestinales. La obra proporciona unas pautas simples y detalladas de una variedad de técnicas para estudiar las propiedades de estas células. Se pretende proporcionar protocolos completos y de fácil aplicación para que puedan ser de utilidad tanto para los investigadores experimentados como los recién llegados a esta temática. Los protocolos incluidos en este volumen se dividen en cuatro bloques diferentes. El bloque I (Capítulos 1 a 7) describe técnicas *in vitro* para el estudio de diferentes aspectos de las funciones de las células madre intestinales mediante ensayos funcionales y de microscopía. Se ha hecho especial énfasis en las distintas opciones disponibles para estudiar el metabolismo y el nicho de las células madre intestinales. El bloque II (Capítulos 8 y 9) se refiere al método del innovativo método de “*Single-cell sequencing*”. En los últimos años, el conocimiento de la heterogeneidad de las



células madre intestinales ha avanzado rápidamente gracias al desarrollo de esta tecnología emergente. El bloque III (Capítulos 10 a 17) presenta protocolos para el aislamiento de criptas intestinales destinadas a generar y establecer organoides tridimensionales con el objetivo de estudiar las células madre y progenitores. El análisis funcional de las células madre y su entorno puede realizarse actualmente mediante el uso de esta innovadora tecnología 3D *in vitro*, lo que permite cultivos celulares activos duraderos manteniendo la fisiología básica de las criptas. Este método permite también un nivel de accesibilidad y manipulación que es imposible lograr *in vivo* y reduce significativamente la experimentación con animales. Finalmente, el bloque IV

(Capítulos 18 a 23) describe diferentes modelos animales de cáncer gastrointestinal y se ofrecen ejemplos de la aplicación de métodos de última generación *in vivo* para estudiar células iniciadoras de tumores intestinales o células madre cancerígenas.

Los autores de los diferentes capítulos son científicos especialistas en el tema, adscritos a Universidades e Institutos de diversas partes del mundo. Entre ellos se encuentran el Prof. Clevers (*Hubrecht Institute*, Holanda) y Prof. Sato (Universidad de Tokio, Japón). También científicos españoles, específicamente, C. Capdevila y R.I. Calderón (*Columbia University Irving Medical Center*, EEUU), Dr. J. Agudo (*Dana Farber Cancer Institute*, EEUU), I. Chicote, J.A. Cámara y Dr. H.G. Palmer (*Vall d'Hebron Institute of Oncology*, Barcelona), Dr. A. Santamaría-Martínez (*University of Fribourg*, Suiza) y la firmante de este escrito, editora del libro.

PALOMA ORDÓÑEZ MORÁN
Division of Cancer and Stem Cells.
Centre for Cancer Sciences.
Nottingham University. UK

Redes Sociales. La visualización efectiva de las actividades de la SEBBM

María Mayón

INIBIC. Vocal Junta Directiva SEBBM. Cónsules, redes sociales y web.

Las redes sociales han pasado a ser uno de los principales medios de comunicación con nuestros socios. Durante estos últimos meses, se han actualizado las cuentas de *Facebook*, *Instagram*, *Twitter*, *LinkedIn* y el canal de *YouTube* de la SEBBM.

A través de las redes contribuimos a comunicar y divulgar los últimos avances científicos y dar difusión a las actividades y artículos de investigación publicados por nuestros socios. Os animamos a participar en la “Pinacoteca de la Ciencia” y en las diferentes secciones de nuestra página web.

La campaña en redes sociales “acércate a nuestros científicos” ha sido un éxito. Cada día sumamos más seguidores, especialmente en *Twitter* (@SEBBM.es), donde pronto llegaremos a los 6.000. Entre los seminarios web o *webinars* destaca la buena acogida del ciclo de charlas organizadas por los grupos científicos de la SEBBM, *webinars* sobre COVID-19, sobre los últimos avances

WEBINAR
15 DE ENERO A LAS 11:00 H



Understanding early vertebrate development: a CRISPR-Cas13d view

SPEAKER: Miguel A. Moreno-Mateos
 Ramón y Cajal Researcher-Junior PI
 Centro Andaluz de Biología del Desarrollo
 CSIC/Universidad Pablo de Olavide
 Sevilla
<https://youtu.be/gpc1RAyucmE>



Grupo Biología del desarrollo y modificación genómica
 Coordinador: Javier López-Ríos

SEBBM Elevator Pitch

Virtual - on line





Ismael Mingarro



Ana Domingo-Muelas



Inma Conejos-Sánchez



Joan Márquez-Molins



Carlos Palanca



Susana Rodríguez-Navarro

Si queréis enviar preguntas y/o comentarios para los ponentes a través de Twitter, no olvidéis usar el hashtag #SEBBM-EP

Viernes, 29 de enero de 2021 a las 12.00 CET a través del canal de YouTube de la SEBBM: <https://bit.ly/3skLRll>

en la técnica CRISPR y la serie “Elevator Pitch”, donde se dan cita investigadores junior y senior en una sesión de charlas cortas seguidas de una entrevista final para conocer mejor la trayectoria e inquietudes de nuestros científicos.

Hemos publicado breves entrevistas a varios socios jóvenes, los nuevos “Cónsules Junior” de la SEBBM. A raíz



del 11 de febrero (11F), proclamado en el año 2015 “Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia” por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU), hemos tenido la oportunidad de conocer mejor a Aurora, la ganadora de *MasterChef Junior*, que ha manifestado su deseo de ser bioquímica de mayor. El encuentro, así como los distintos webinars, lo podéis ver en el Canal de *YouTube* de la SEBBM.



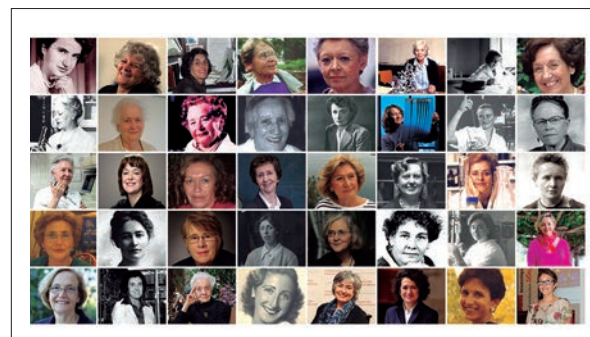
Emmanuelle Charpentier



Jennifer Doudna

Lluís Montoliu añadió a la lista de “Retratos de Mujeres en Bioquímica” las biografías de Emmanuelle

Charpentier y Jennifer Doudna, dos trayectorias distintas, dos personalidades diferentes y una coincidencia y colaboración que las ha llevado a ganar el Premio Nobel de Química en el año 2020.



Para celebrar la semana del 11F hemos elaborado un mural con algunas fotografías de socias de la SEBBM de toda España que han querido colaborar con esta iniciativa. También hemos preparado una campaña de repercusión en redes sociales con un mural y varias imágenes, destacando las aportaciones de científicas referentes y pioneras que a lo largo de la historia han contribuido al desarrollo de la Bioquímica. Os animamos a seguir la nueva sección de divulgación científica “Entrevistas Mujer y Ciencia” en la página web de la SEBBM. Las dos primeras entrevistas a Isabel Varela y a María Ángeles Serrano ya han alcanzado más de 1.000 visitas en nuestra web.

El Grupo de Redes Sociales lo formamos varios miembros de la Junta Directiva, entre ellos Lluís Montoliu, Enrique Viguera, Sara García y nuestra presidenta, Isabel Varela. Juntos intentamos dar la máxima difusión al trabajo de todos nuestros socios y visibilizar las actividades de la SEBBM. Os animamos a seguir nuestras cuentas en las diferentes redes sociales, especialmente a través del Canal de *YouTube*.

Evangelina Palacios

UNA TRAYECTORIA COMPARTIDA

Prof. Jesús de la Osada García. Prof. Emérito de Universidad de Zaragoza

Escribir en este momento sobre ti, querida Eva, me sumerge en un ambiguo mar de sensaciones. De un lado una melancolía infinita al pensar que nunca más volveré a escuchar tus consejos, temores o alegrías. De otra parte, la inmensa suerte de haberte conocido y, al evocar muchos de los momentos compartidos, me invade esa paz interior que tu sabías inculcar y que me transporta a una rara felicidad donde se mezclan dolor y alegría. Han sido cuarenta y dos años de una trayectoria compartida tanto científica como humana que conforman una parte de mí.

Sirvan estos trazos para elaborar una perspectiva científica, docente y humana. Caí en tus manos por puro azar, aunque habías sido mi profesora de Bioquímica en la Facultad de Farmacia en el curso 1977-1978 junto con la profesora Ana María Galarza. Con esta última había solicitado una beca colaboración y cuando fui a comunicarle la concesión, me encontré que se había trasladado. Aún recuerdo la sensación de pobre estudiante huérfano preguntándome: “Y ahora ¿qué hago?”. Por no sé qué razón me quedé bloqueado a la puerta de tu despacho, y en ese instante apareciste

y te comenté mi problema. ¡Qué bien escuchabas! *Ipsa facto* me condujiste a tu laboratorio y me presentaste a tus colaboradores. Con el tono de autoridad que transmitía tu verbo, estableciste los términos del contrato con estas palabras para mí “empezarás a ayudarles en lo que te encarguen” y para los colaboradores, “es un estudiante y debe estudiar”. Perfectamente puedo rememorar la emoción del momento. A partir de entonces, el poder

ir al laboratorio en los huecos que me dejaban las clases era todo un goce. Llegó el momento de realizar la tesina y me invitaste a efectuarla. Tu magisterio científico tenía unos rasgos peculiares. Si algo no salía como se esperaba, tu comentario era “¿es eso así?”. Esa duda bastaba para forzar la confirmación y cuando se confirmaba, apostillabas: “¿Has revisado bien la bibliografía?, no estemos descubriendo la rueda”. Además, había que convencerte y superar tus múltiples interpretaciones intelectuales encaminadas a crear brechas en mi ingenuo entusiasmo juvenil y todo ello me moldeaba en la discusión científica. Las incógnitas no resueltas de la tesina, el entusiasmo por los resultados de los fosfolípidos en las hepatopatías y tu ilusión potenciada por la Dra. María Cascales que era nuestro modulador alostérico hacia lo positivo y más allá, fueron la trampa perfecta para embarcarse en la Tesis Doctoral. Sería tu primer doctor y ese magisterio sin

imposiciones en búsqueda del conocimiento honesto y sólido es mi esencia.

En docencia, tu saber estar y responsabilidad para con los estudiantes han sido otra fuente de inspiración. Aún recuerdo cuando entrabas en el aula, cerrabas las puertas y permanecías en silencio. Ese tiempo de concentración inicial, en el que en palabras de un compañero “hasta las moscas dejaban de batir las alas porque estaba Dña. Eva”, era tu código secreto para centrarnos. Preparabas las clases con meticulosidad, con la

documentación actualizada y acertadamente nos aconsejabas “no ir a clase sin repasarla antes, ya que se divaga y eso distrae al estudiante”. Y por último destacaré tu disponibilidad para recibir a cualquier estudiante, escucharles y tu predisposición para ayudarles, incluso con pruebas extraordinarias, mientras nos reprochabas a tus doctorandos la desconfianza que mostrábamos al escuchar sus excusas, en ocasiones francamente peregrinas. Años más tarde, he sabido que para algunos farmacéuticos esa

mano tendida tuya fue crucial.

En el plano personal cómo no aprender de ti. Tu perseverancia para vencer mi renuencia a la hora de ensayar las exposiciones de los congresos fue notoria. Con una ingenua duda formulada, “esta es la última vez ya que quiero comprobar este u otro aspecto” se efectuaban los ensayos. Nunca olvidaré cómo lograste que la rebeldía adolescente contra mis padres se esfumase. Una vez más, una sencilla y precisa afirmación “son tus padres y te han permitido que estés hoy aquí”. Tan certera frase supuso un punto de inflexión para ampliar las cortas miras de veinteañero.

Fuiste siempre una Maestra sin pretenderlo. Por ello, no hubo distancia física, ni temporal, aunque cambiase de ciudad o de país. Siempre supimos que estábamos ahí y eso trascenderá también en este momento. ■



Evangelina Palacios

EL TRASCENDENTE VÍNCULO DE LA BIOQUÍMICA

Dra. María Cascales Angosto. Socia de Honor de SEBBM

Nació Evangelina Palacios Alaíz en Saldaña, en el corazón de la vieja Castilla. La sencillez de los campos castellanos favoreció que surgieran en su personalidad unas cualidades de prudencia y señorío que le han permitido situarse en el horizonte profesional y humano que le ha tocado vivir. Ha sido proverbial su natural alegre y bondadoso unido a la firmeza y seguridad de su carácter que siempre hemos apreciado los que la hemos conocido. Amante de la naturaleza necesitaba a menudo acudir a su rincón natal para hacer acopio de energía en la tierra que la vio nacer. Las tierras palentinas, entre el Cea y el Pisuerga, llanas y hospitalarias le han ofrecido, a lo largo de su vida, la combinación de perfección y serenidad.

Hemos sido muy amigas, principalmente porque eran muchas las cosas que nos unían. Las dos éramos doctoras en Farmacia y dedicábamos nuestra vida a la Bioquímica. También nos unía trabajar en el mismo tema de investigación en el Departamento-Instituto de Bioquímica (Centro Mixto CSIC-UCM), creado y dirigido por Ángel Santos Ruiz. Ella pertenecía a la Facultad de Farmacia de Universidad Complutense de Madrid, yo al Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Nos unía también su carácter participativo, siempre dispuesta a colaborar con entusiasmo y dedicación en cualquier proyecto.

Mecanismos de hepatotoxicidad fue un tema de investigación con gran proyección farmacológica, iniciado allá por los setenta por iniciativa de Ángel Santos Ruiz. El objetivo del proyecto era provocar en animales de experimentación diferentes grados de enfermedad hepática y sobre ellos valorar el efecto protector de fármacos.

Fue una línea, entonces novedosa, a la que Evangelina se incorporó con grupo propio, y que le permitió conseguir numerosos proyectos de investigación en convocatorias nacionales y extranjeras, publicar en revistas internacionales de elevado impacto, y que muchos de los estudiantes eligieran estas investigaciones para realizar sus Tesis Doctorales, todas con sobresaliente *cum laude*.

No voy a extenderme en las facetas docente e investigadoras de Evangelina, porque en estos momentos me parece más oportuno reflejar aspectos de su personalidad y el por qué de nuestra profunda y sincera amistad. Sin embargo, una de las actividades que voy a comentar es la relativa a los Cursos de Verano de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) en Plasencia (Cáceres), organizados por la Profesora Consuelo Boticario, en los que Evangelina participó durante más de

diez años. Sin hacer comentarios sobre las conferencias que figuran en las actividades del centro, quiero a continuación comentar el aspecto festivo de tales viajes.

En estos viajes a Plasencia, algunas veces, nos solía acompañar mi hermana Pilar porque le gustaba conducir y porque le interesaba escuchar nuestras conferencias uniéndose con entusiasmo a los aplausos finales. En estos viajes científico-turísticos, una vez cumplimentadas

nuestras respectivas conferencias, disfrutábamos visitando los numerosos monumentos que enriquecen la ciudad y también del mercadillo en la Plaza principal, donde hacíamos acopio de las cerezas del jerte, quesos y jamones tan famosos en esta región. Así que Eva, Pilar y yo regresábamos a Madrid con el coche a rebosar de los extraordinarios productos de aquella tierra extremeña. Ellas congeniaron tanto que Eva a veces, en plan confidencial, me decía “me hubiera gustado tener una hermana como Pilar”.

Otra persona que jugó un papel importantísimo en la vida profesional y afectiva de Evangelina, ha sido Adoración Urrea, bibliotecaria del CSIC. Ante el encargo de una conferencia o un manuscrito, sus conocimientos en informática y su ayuda incondicional resultaban críticos.

La verdadera amistad comprende un conjunto de deberes muy gratos de cumplir cuando se ha mantenido a lo largo del tiempo y se siente de manera entrañable.

Evangelina ha destacado por una exquisita sencillez, por un afán de compartir y por una admirable calidad humana. Generosa, desprendida, leal y auténtica. Su muerte nos ha sorprendido a todos. Aunque estaba delicada de salud, no nos hacíamos a la idea de perderla. El 15 de enero cuando España se debatía entre la COVID y una tormenta de nieve que nos tenía retenidos en casa, Evangelina nos dejaba. ■



DR. FRANCISCO PONZ

M. Pilar Lostao

Vicerrectora de Relaciones Internacionales. Catedrática de Fisiología. Universidad de Navarra

El pasado 21 de diciembre fallecía en Pamplona, en el Edificio Central de la Universidad de Navarra, el Profesor Francisco Ponz, a los 101 años de edad.

Francisco Ponz Piedrafito nació en Huesca el 3 de octubre de 1919, donde completó su bachillerato. Uno de sus profesores fue José María Albareda, quien sembró el germen de su interés por la investigación científica. En Madrid estudió Ciencias Naturales, que concluyó en 1941. Entró a trabajar en el Instituto Cajal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), doctorándose en 1942 por la Universidad Complutense. Disfrutó de una beca del CSIC para realizar estudios de postdoctorado en Suiza, primero en el Politécnico de Zürich con el Profesor Crasemann, y luego en la Facultad de Medicina de Friburgo, con el Profesor Lastz, donde comenzó a interesarse por el metabolismo y los procesos de absorción intestinal, línea de trabajo que ya no abandonaría.

En 1944 obtuvo la Cátedra de Organografía y Fisiología Animal de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona, en la que permaneció hasta 1966. Allí dirigió la tesis doctoral del Prof. Alberto Sols con quien desarrolló la “Técnica de absorciones sucesivas de Sols y Ponz” (Revista española de Fisiología 1946, 3,4; 283-384). Al desdoblarse la Licenciatura en

Ciencias Naturales en las ramas de Ciencias Biológicas y Ciencias Geológicas, su asignatura pasó a llamarse Fisiología Animal. A partir del curso 1954-1955, enseñó Fisiología General, nombre de lo que luego fue la Bioquímica General. Desde 1948 hasta 1966 impartió además Enzimología en el programa de doctorado. En ese periodo fue nombrado consejero del CSIC (1962) e ingresó como académico de número en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona (1964).

Ya desde los comienzos de su actividad académica, el Prof. Ponz mostró gran interés por el desarrollo de la ciencia en España y por fomentar un adecuado modo de comunicación entre investigadores españoles y de otros países. Así, en 1945, junto con el Prof. Jiménez Vargas, Catedrático de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona, fundó la Revista española de Fisiología, actual *Journal of Physiology and Biochemistry* (<https://www.springer.com/journal/13105>), de la que fue Editor-in-Chief desde su inicio hasta 2009.

El siguiente paso en su carrera le llevó en 1966 a la Uni-

versidad de Navarra como Rector y Profesor Ordinario de Fisiología de la joven Facultad de Ciencias. Fue así su tercer Rector, estando trece años a la cabeza de la institución universitaria (1966-1979) y después otros trece más como Vicerrector de Investigación (1979-1992). Lo que había vivido y experimentado, y su pasión por la ciencia y por la tarea universitaria, fueron un impulso para la Universidad de Navarra y contribuyeron significativamente a poner las bases de una institución con vocación internacional e investigadora. Compaginó, además, su actividad rectoral con la docencia y la investigación y con diversos puestos en instituciones científicas.

Su extensa tarea científica ha dado lugar a la publicación de 170 trabajos de investigación y varios libros de Fisiología, así como artículos y libros sobre temas universitarios. Una treintena de doctores han contado con su dirección para elaborar su tesis doctoral, de los que más de la mitad han sido luego catedráticos o titulares en distintas universidades. Fue miembro de la Real Sociedad Española de Historia Natural, de la Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas, de la Sociedad Española de

Bioquímica y Biología Molecular y del *European Intestinal Transport Group*.

Entre sus reconocimientos destacan la Gran Cruz de Alfonso X el Sabio y la Medalla de Oro de la Universidad de Navarra (1991), concedida por su entrega y servicio al centro académico.

El Prof. Ponz fue un hombre de frontera, un universitario enamorado de la Universidad que nunca dejó de aprender ni de hacerse nuevas preguntas. Un auténtico científico que amaba y respetaba la ciencia, siempre orientada a la búsqueda de la verdad. Era una persona comedida, parco en palabras, pero amable, respetuosa, cercana y siempre dispuesta a ayudar. Su actitud de servicio a la sociedad y su empeño en el trabajo bien hecho han caracterizado su larga y fructífera vida.

Se fue como vivió, discretamente, siendo hasta el final un universitario que mantenía su mente activa con el estudio y la escritura. Un hombre con proyecto y esperanza, que nunca hablaba de “sus tiempos” porque sus tiempos eran estos.



RICARDO FLORES, PEDAUYÉ (1947-2020)

Vicente Conejero Tomás

Prof. Emérito de Bioquímica y Biología Molecular. Depto. de Biotecnología de la UPV

Este diciembre se fue para siempre Ricardo Flores, excepcional científico, viroideólogo y virólogo, maestro de científicos, excelente persona, compañero de toda una vida de investigación y entrañable amigo. Los viroides también habrán sentido un gran vacío, pues nadie los trató con tanta sabiduría y cariño. Fue miembro de la SEBBM, a la que hizo un último regalo en su Congreso de Valencia (2015), participando centralmente en el simposio "The RNA World", en el que yo lo presenté.

Nacido en Almoradí, con adolescencia en Játiva y bachillerato en los jesuitas de Alicante, estudió Agrónomos y Químicas en Valencia. Lo conocí el curso 1967-68, en Agrónomos: Ricardo fue el alumno más brillante que he tenido nunca.

Acabadas sus dos carreras, se incorporó a nuestro grupo de Bioquímica Agrícola en el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA) del CSIC de Valencia, dirigido por Eduardo Primo Yúfera, también catedrático de Bioquímica y Química Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIIV). Ricardo hizo la tesis doctoral sobre el virus de la "tristeza de los cítricos", de efectos devastadores, entonces, para nuestra citricultura. En ese período se forjó nuestra amistad y comenzó una relación profesional y personal que duraría hasta su fallecimiento.

En 1971, la virología experimentó un tsunami: el descubrimiento, por Th.O. Diener, de que la enfermedad del "ahusamiento de la patata" no la causaba un virus, sino unas moléculas muy pequeñas de RNA desnudo, que más tarde se sabría que son circulares, a las que llamó viroides. Eran (y siguen siendo) los patógenos conocidos de menor contenido informacional y complejidad estructural. Hasta el momento, solo se han encontrado en plantas, en las que producen trastornos graves del desarrollo e, incluso, la muerte. Un año después, J.S. Semancik y L.G. Wheathers, en Riverside (California), aislaron un segundo viroide: el de la "exocortis de los cítricos", enfermedad que, por estar presente de un modo latente en nuestras plantaciones, nos metió de pronto en el centro de la vorágine. Tanto, que hicimos sendas estancias en el laboratorio de Semancik (yo, en 1975-76 y Ricardo, en 1977-78).

Allí obtuvimos evidencias a favor de la idea de que el RNA viroidal no codifica proteínas, pero activaba una respuesta proteica de la planta que, posteriormente en Valencia, demostré que era componente de un mecanismo general de respuesta.

Ricardo, a su vuelta al IATA decidió estudiar la estructura y el mecanismo de replicación y patogenicidad de los viroides, campos en los que ha hecho aportaciones importantísimas que le sitúan en un lugar de honor.

También descubrió nuevos viroides causantes de enfermedades en cinco frutales, en el lúpulo y en el crisantemo. Fue pionero en descubrir que dos de estos viroides eran ribozimas de cabeza de martillo. Estudió el mecanismo

del autocorte de estas ribozimas, anticipando sus potencialidades biotecnológicas y ahondando en el significado de los viroides en el contexto del origen y evolución de la vida.

En 1992, se embarcó con su grupo en la creación y puesta en marcha del Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas "Eduardo Primo Yúfera" (IBMCP) de Valencia, Instituto Universitario Mixto CSIC-UPV. Ricardo era el alma y líder de uno de los laboratorios de viroides mejores del mundo, lo que contribuyó al prestigio internacional del IBMCP.

Fue un gran científico y humanista, con enorme inquietud intelectual y vastos conocimientos. Su pensamiento era creativo, elaborado y de gran finura, como su humor.

Excelente conversador y tertuliano, gran animador de discusiones en seminarios y conferencias, fue un verdadero referente para todos.

Querido Ricardo, nunca olvidaré la sabiduría, entereza y discreción de tu despedida por teléfono, que también hiciste con otros compañeros y amigos, unos días antes de tu partida. Hablamos de todo, incluso nos reímos recordando... Pero no había remedio, lo tuyo por estos lares había terminado. Lo único que nos consuela y enorgullece es todo el legado que dejas y la seguridad de que, cuando llegaste al cielo el otro día, San Pedro debió flipar, al ver lo que habías hecho con tus talentos, aquí en la tierra.

Hasta siempre, amigo



Foro específico en la SEBBM para todas las empresas del sector ¡TE ESPERAMOS!

Como todos sabéis, la SEBBM ha mantenido y mantiene una larga tradición de apoyo al desarrollo de la Ciencia en España con mayúsculas. Esto es porque siempre ha tenido en su mira que la ciencia es como los caminos, que se hacen al andar. Por ello, en nuestro devenir, nos encontramos nuevas formas, instrumentos y necesidades que nos pueden ayudar a crecer cada día.

Siempre hemos sabido que la ciencia no debe ser para quedarse en los cajones. Todos y cada uno de los científicos de este país trabaja con la ilusión y la esperanza de aportar algo realmente útil a la sociedad, aunque todavía son pocos los que se atreven a dar el salto y convertirse en emprendedores. Y es que muchas veces falta el conocimiento de los instrumentos, la forma, el dinero, pero sobre todo falta el impulso de nuestros propios compañeros, que nos digan, "¡Sí, ¡es una buena idea!". Pues bien, en la SEBBM, estamos para ayudarte, queremos ser tus oídos, queremos ser tu apoyo, tu foro.

Las empresas de base tecnológica en nuestro país, muchas de ellas son o fueron en sus inicios Spin-Off ó Start-Ups salidas del laboratorio de investigación son un pequeño milagro al que cuidar, que salen adelante con un milagroso éxito si tenemos en cuenta las dificultades para encontrar inversores y las trabas burocráticas. Son, todos los de la SEBBM lo sabemos, la piedra angular de nuestro futuro, que se alimenta al amor de la ciencia. Por ello desde hace varios años colaboramos con ASEBIO e invitamos a todas las Empresas asociadas a participar en las actividades de la SEBBM. Sin embargo, en este mundo rápidamente cambiante, en el que el periodismo científico de calidad es cada vez más raro, el apoyo que pueda prestar la SEBBM a nuestras empresas se convierte en esencial y debe por tanto abrirse nuevos caminos. Y es que queremos que las empresas sean un socio más y que ser parte de la SEBBM les aporte a ellas, en la misma medida que a todos los demás socios. Y esto es importante para todos. Queremos que nuestras empresas nos expliquen la ciencia que hay por detrás y por delante de sus productos, para que podamos encontrar nuevas vías de colaboración básico-privada, para aprender a generar nuestro propio modelo de negocio, para acceder los primeros a una nueva tecnología, en fin, para ayudarnos a crecer científica y empresarialmente..

Pero no solo queremos reforzar nuestros lazos con las pequeñas empresas, aquí cabemos todos, porque toda la ciencia nos importa, ¡faltaría más! Las grandes empresas generan todos los días novedades que alimentan nuestro progreso científico, los distribuidores, las editoriales, nos permiten alimentarnos de esa ciencia, la de otros que tanto necesitamos para seguir avanzando, aunque venga desde la otra punta del planeta. Y si ellos tanto nos ayudan, ¿no podríamos nosotros también ayudarles?, integrarles de forma más completa en nuestra sociedad, mas allá de los anuncios publicitarios, queremos hablar de ciencia, queremos darles nuestra ciencia y que ellos nos den la suya, por que la SEBBM es grande y podemos hablar con mayúsculas.

Para hacer de esto una realidad necesitamos instrumentos, y aunque ya tenemos algunos, nos damos cuenta de que tenemos aún un largo camino que recorrer en este sentido. Novedades relativamente recientes incluyen la inclusión de charlas científicas promovidas por nuestras empresas colaboradoras en el congreso, apoyo en la difusión de webinars científico-técnicos, patrocinio de dossieres en la revista de la SEBBM etcétera.

Ahora queremos dar un paso más en la revista, creando un foro específico, una sección dedicada a las empresas dentro de la SEBBM, pero con una estructura equivalente a la que utilizamos para dar cabida a noticias de ciencia, porque nos damos cuenta de que somos iguales, pero diferentes, queremos ser diversos.

Esta nueva sección, que intenta dar cabida a todos, se estructurará en dos secciones, la primera dedicada a novedades, noticias y ofertas tecnológicas, más dirigida a las empresas ya establecidas y la segunda al emprendimiento, desde la idea, al producto. En cada una

de estas secciones se incluirá un breve resumen de 3-4 temas seleccionados y un artículo científico técnico de 1-2 páginas de extensión.

Ni que decir tiene que os invitamos a todos a participar, simplemente tenéis que contactarnos y enviarnos un breve resumen de vuestra idea ó noticia. Los responsables de la revista y desde la vocalía de empresas os ayudaremos para darle la mejor forma posible.

Queremos empezar ya, así que no esperéis, el próximo número está ya preparándose, escribenos lo antes posible a sebbm@sebbm.es y pon en el asunto SEBBM - EM-PRENDE.





Dr. Antonio Ferrer y Dr. Manuel Serrano.

Premios relevantes a miembros SEBBM

PREMIO ALBERTO SOLS (EDICIÓN 2020)

Antonio Ferrer Montiel, director del Instituto de Investigación, Desarrollo e Innovación en Biotecnología Sanitaria de Elche (IDiBE, Alicante) y editor jefe de la revista *SEBBM* ha sido galardonado con el premio Alberto Sols a la mejor labor investigadora junto con Miguel Ángel Sanz Alonso, del Área Clínica de Oncohematología del Hospital Universitari i Politècnic La Fe (Valencia). Este premio fue creado en 1986 en honor a Alberto Sols (fallecido en 1989), eminente enzímólogo, fundador y primer presidente de la Sociedad Española de Bioquímica.

Antonio Ferrer ya fue galardonado con el premio Alberto Sols en la edición del año 2002, en la categoría *Mejor artículo científico*.

PREMIO LEOPOLD GRIFFUEL (48 EDICIÓN)

Manuel Serrano, jefe del laboratorio de Plasticidad Celular y Senescencia del IRB Barcelona, y organizador del 43 congreso SEBBM en Barcelona (2021), ha sido reconocido con el premio Leopold Griffuel por su excepcional trabajo e importantes contribuciones en el campo de la biología celular y, en particular, en la comprensión de los mecanismos de la oncogénesis y la plasticidad celular. El premio Leopold Griffuel destaca la importancia de la investigación fundamental, así como de la investigación clínica, en la lucha contra el cáncer.

Enhorabuena al Dr. Antonio Ferrer, al Dr. Manuel Serrano y a la SEBBM.

L'Oréal-UNESCO "For Women In Science" premia cinco proyectos españoles realizados por mujeres

Desarrollados por investigadoras menores de 40 años, cada premio cuenta con una dotación de 15.000 euros que se destinarán a seguir financiando sus avances.

El programa L'Oréal-UNESCO "For Women In Science", coincidiendo con la celebración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, que se celebró el 11 de febrero, ha otorgado premios a cinco proyectos españoles desarrollados por investigadoras menores de 40 años, cada uno con una dotación de 15.000 euros que se destinarán a seguir financiando sus avances.



Estos estudios van desde el desarrollo de nuevos métodos de obtención y acumulación de energías renovables, como el hidrógeno verde, hasta la detección temprana de enfermedades oculares, pasando por el estudio de las propiedades de los neutrinos, que permitirían ampliar el conocimiento del universo y el desarrollo de nuevas tecnologías, y la aplicación de las matemáticas en geofísica para comprender mejor el funcionamiento del planeta.

"For Women In Science" lleva presente en España 21 años, desde que se otorgó el primer premio internacional a Margarita Salas. Desde entonces, ha reconocido en España a 72 investigadoras y ha concedido ayudas por un valor total de 1,2 millones de euros.

Como novedad este año, el programa lanza la campaña *#QueremosCiencia* para visibilizar en el entorno digital la necesidad de las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

La SEBBM convoca el Premio “Margarita Salas” a la Mejor Tesis Doctoral en Bioquímica y Biología Molecular

La SEBBM convoca la I Edición del Premio “Margarita Salas” a la mejor Tesis Doctoral en Bioquímica y Biología Molecular en reconocimiento a trabajos de iniciación a la carrera investigadora que destaquen por su calidad científica.

Esta convocatoria está dirigida a socios de la SEBBM que hayan defendido su Tesis Doctoral entre el 1 de septiembre de 2020 y el 1 de julio de 2021, y consiste en un Primer premio de 800 € y dos accésits de 250 €. Los candidatos deberán enviar al correo de la secretaría técnica (sebbm@sebbm.es) la documentación que se detalla en las bases del premio, publicadas en la web de la SEBBM (Ver QR adjunto):



<https://www.sebbm.es/web/es/congresos/premios-investigacion-sebbm/4377-premio-margarita-salas-a-la-mejor-tesis-doctoral-en-bioquimica-y-biologia-molecular>



Las tesis doctorales que opten a los premios deberán tratar temáticas vinculadas con el área de la Bioquímica y la Biología Molecular, siendo en cualquier caso el jurado quien determine el cumplimiento de este requisito. El plazo máximo para la recepción de candidaturas finalizará el 31 de julio de 2021.

El jurado, formado por los miembros de la Comisión de Admisiones de la SEBBM, comunicará los premios a los ganadores el 1 de noviembre de 2021, y la entrega de los mismos se efectuará el 30 de noviembre, coincidiendo con el aniversario del nacimiento de Margarita Salas. Para más información, os invitamos a que visitéis la web de la SEBBM, donde encontraréis publicado el texto completo de las bases del premio.

Premio Fronteras del Conocimiento, Biología y Biomedicina de la Fundación BBVA

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Biología y Biomedicina ha sido concedido en su decimotercera edición a David Julius, de la Universidad de California en San Francisco, y Ardem Patapoutian, del Instituto Scripps, en La Jolla (Estados Unidos), por “identificar los receptores que nos permiten percibir la temperatura, el dolor y la presión”, señala el acta del jurado.

El estadounidense David Julius descubrió el receptor de la comida picante y el calor sobre la piel, así como el del frescor de la menta y el frío, y el armenio Ardem Patapoutian otros relacionados con la presión mecánica y el dolor.



Los hallazgos de los dos investigadores ayudan a comprender la complejidad del tacto, quizás el menos estudiado de los cinco sentidos humanos. “Julius y Patapoutian”, dice el jurado, “han desvelado las bases moleculares y neuronales para las sensaciones térmicas y mecánicas del cuerpo humano”. El trabajo de los dos premiados abre, además, nuevas

posibilidades para el desarrollo de terapias y tratamientos que reduzcan el dolor agudo y crónico generado por traumas y otras enfermedades, por ejemplo, el dolor asociado a procesos inflamatorios como la artritis.

Los catedráticos de la UAM Francisco Sánchez Madrid y Luis Ibáñez, galardonados en los Premios Nacionales de Investigación 2020

Francisco Sánchez Madrid ha sido reconocido en el área de Biología por su contribución a la investigación biomédica. Por su parte, Luis Ibáñez ha recibido el premio en el área de Ciencias Físicas, de los Materiales y de la Tierra por su labor investigadora en el ámbito de las Teorías de la Supersimetría, Teoría de las Cuerdas y de la Supergravedad. Para el rector Rafael Garesse, "que dos de los diez galardonados sean docentes e investigadores de la UAM es un dato que pone de relieve la excelencia investigadora de nuestra universidad".

Los investigadores Francisco Sánchez Madrid, catedrático de Inmunología de la Universidad Autónoma de Madrid y director del Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital de La Princesa, y Luis Ibáñez Santiago, catedrático de Física de esta universidad y director del Instituto de Física Teórica, centro mixto UAM-CSIC, han sido reconocidos por el Ministerio de Ciencia e Innovación con sendos Premios Nacionales de Investigación 2020.

PREMIO NACIONAL "SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL" EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA

El catedrático Francisco Sánchez Madrid ha recibido el Premio Nacional 'Santiago Ramón y Cajal' en el área de Biología por su contribución a la investigación biomédica en el ámbito de los procesos de comunicación intercelular, adhesión, migración y activación de los leucocitos y por el impacto que ésta ha tenido en el estudio de las enfermedades inflamatorias crónicas. "Dichos méritos, junto con la repercusión internacional de su trayectoria científica, la relevancia de su labor de formación y tutela a jóvenes científicos españoles y las aplicaciones biotecnológicas de sus descubrimientos, le hacen merecedor de esta distinción", según ha señalado el Ministerio.

El profesor Sánchez Madrid ha sido gestor del Plan Nacional de Biomedicina (2001-2005), presidente de la Comisión de Inmunología y Enfermedades Infecciosas del FIS (1998-2000) y miembro del panel de evaluación del ERC para jóvenes investigadores europeos (2007-2010). Doctor *honoris causa* por la Universidad de Córdoba, la labor investigadora de Sánchez Madrid queda reflejada en más de 420 publicaciones científicas internacionales y ha sido reconocida con diversos galardones como el Premio de Investigación Miguel Catalán a la carrera investigadora en Ciencias otorgado por la Comunidad de Madrid (2009).



Luis Ibáñez y Francisco Sánchez Madrid

PREMIO NACIONAL "BLAS CABRERA", EN EL ÁREA DE CIENCIAS FÍSICAS, DE LOS MATERIALES Y DE LA TIERRA

El catedrático Luis Ibáñez Santiago ha sido galardonado con el Premio Nacional 'Blas Cabrera' en el área de Ciencias Físicas, de los Materiales y de la Tierra por su labor investigadora en el ámbito de las Teorías de la Supersimetría, Teoría de las Cuerdas y de la Supergravedad, "campos a los que ha contribuido a través de investigaciones pioneras en trabajos de referencia para la concepción actual de la Física de Partículas". Según el Ministerio Ciencia e Innovación, "dicha trayectoria científica ha supuesto, a su vez, una relevante aportación al posicionamiento de la Física española a nivel internacional".

Este galardón se suma a otros recibidos por el profesor Ibáñez, entre los que figuran el Premio Rey don Juan Carlos I a la Investigación Científico-Técnica (1985), el Premio Iberdrola de Ciencia y Tecnología (1997) y el Premio Miguel Catalán a la carrera científica de la Comunidad de Madrid (2017). En 2012 recibió un Advance Grant del European Research Council (ERC). Ibáñez ha pertenecido a diversos comités científicos internacionales, como el External Advisory Committee of CERN's Theory Division y el European Physical Society HEP Board. Además, es editor de *Journal of High Energy Physics*.



<https://www.uam.es/UAM/premio-nacional-investigacion-2020/1446810721247.htm?language=es&pid=1242649910548>



<https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/ciencia-e-innovacion/paginas/2020/131120-premios.aspx>



Relación entre la Real Academia Nacional de Farmacia (RANF) y la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM)

La relación entre la Real Academia Nacional de Farmacia y la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular ha sido, desde la fundación de la Sociedad, un claro exponente del compromiso mantenido entre un número elevado de personas al pertenecer simultáneamente a ambas, en algunos casos además desempeñando cargos de relevancia y responsabilidad. Como muestra se citan algunas de las personas más representativas.

La relación entre ambas instituciones se ha visto recientemente reforzada y consolidada con la firma el 17 de noviembre de 2020 de un Convenio de Colaboración entre ambas. Este hecho debe estimular a investigadoras e investigadores jóvenes y de gran valía —ya miembros de las dos instituciones— a intervenir en las actividades promovidas por ambas. Estrechar lazos en iniciativas e

intereses comunes será sin duda enormemente beneficioso para las dos instituciones.

La relación entre la RANF y la SEBBM ha sido, desde la fundación de la Sociedad, un claro exponente del compromiso mantenido entre un número elevado de personas al pertenecer simultáneamente a ambas. En algunos casos además desempeñando cargos de relevancia y responsabilidad.

Fuente: *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* – Autora: Carmen Aragón Rueda. Catedrática de Bioquímica y Biología Molecular. Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (UAM-CSIC). Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia y socia de la SEBBM.

La SEBBM colabora con la Universidad Complutense de Madrid en unas Jornadas sobre la Carrera Investigadora

La SEBBM en colaboración con la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense (UCM) de Madrid, así como con otras Facultades de la UCM con similitud en sus programas de doctorado (Facultad de CC. Biológicas, Facultad de CC. Químicas, Facultad de Medicina y Facultad de Farmacia), organizan un ciclo de Jornadas sobre la Carrera Investigadora, enmarcadas dentro de las actividades formativas de la Escuela de Doctorado de la UCM y dirigidas principalmente a estudiantes de doctorado, pero también a Investigadores en distintas etapas de su carrera investigadora, en el área de las Ciencias de la Salud y Experimentales, principalmente.

Están programadas un total de 14 sesiones los jueves a las 13:00 h, desde el pasado 14 de enero hasta el 29 de abril de 2021, y serán retransmitidas *online* a través de la plataforma *bigmaker* de la Fundación General de la UCM. Las sesiones se han organizado en formato de mesa redonda y reunirán a más 60 expertos de reconocido prestigio en los distintos temas a tratar que se articulan en torno a cuatro módulos: I. La carrera investigadora; II. Publicaciones científicas y comunicación de la ciencia; III. Ética e integridad en la investigación en Ciencias Experimentales y Biomédicas; y IV. Política científica y financiación.

Se requiere de inscripción previa gratuita, los interesados podéis inscribiros a través de la página web de las Jornadas en: <https://veterinaria.ucm.es/jornadas-sobre-la-carrera-investigadora>, donde también se irán colgando los enlaces a todos los webinaros. Los participantes inscritos podrán, además, solicitar un certificado de participación que será expedido por la UCM.

JORNADAS SOBRE LA CARRERA INVESTIGADORA

De Enero a Abril de 2021

Organizadas por
Facultad de Veterinaria y la **SEBBM**

y
los Programas de Doctorado de:

Facultad de Ciencias Biológicas **Facultad de Ciencias Químicas**
Facultad de Farmacia **Facultad de Medicina**

Colaboran

ESCUOLA DE DOCTORADO
Fundación General Universidad Complutense de Madrid
hr

CITAS YA CELEBRADAS Y PRÓXIMAS:

- 4 de marzo. *Aspectos éticos e integridad en la investigación: importancia de los comités de ética.*
- 11 de marzo. *Investigación con animales: ética, bienestar animal y las tres Erres.*
- 18 de marzo. *Buenas prácticas en investigación de la UCM.*
- 9 de abril. *Impacto social y transferencia de la investigación. Importancia de la ciencia en la sociedad del conocimiento, como motor económico y para un futuro sostenible.*
- 15 de abril. *Fuentes de financiación y convocatorias. Investigación interdisciplinar en la UCM.*

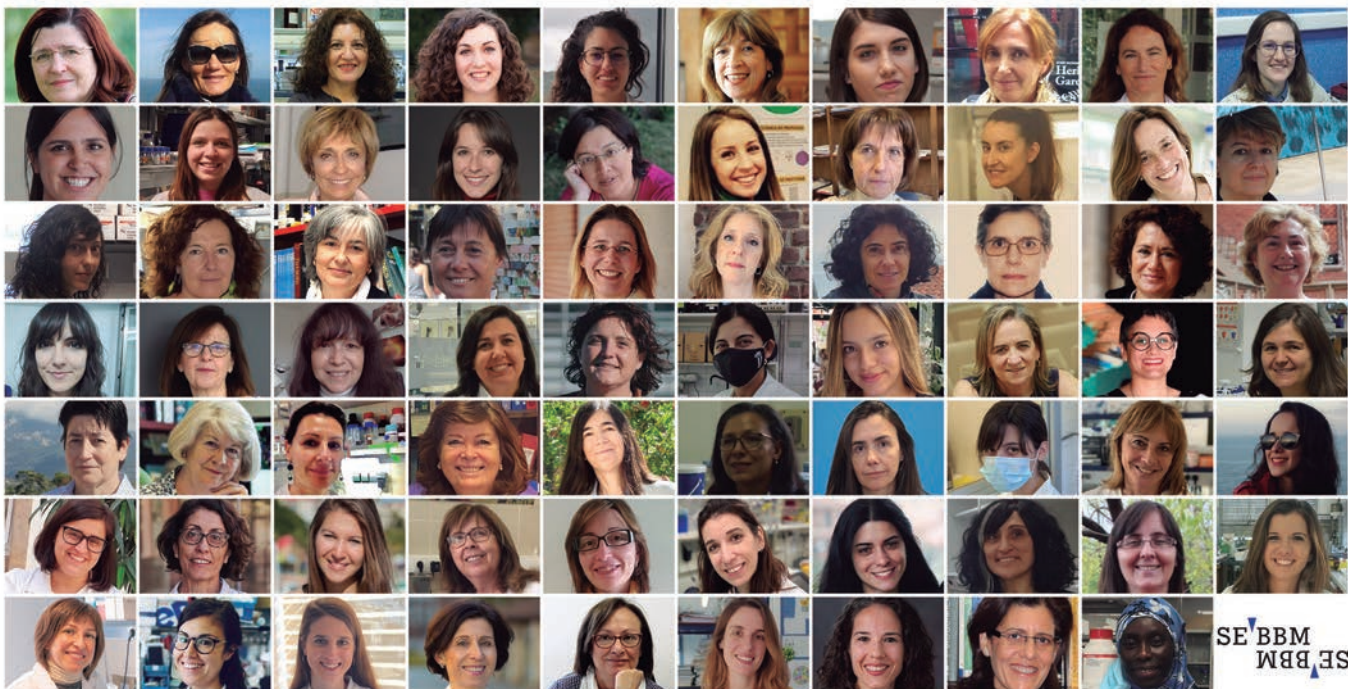
El programa completo de las Jornadas sobre la Carrera Investigadora puede consultarse y descargarse en formato pdf desde la página web de las Jornadas.

Premio COSCE a la difusión de la Ciencia 2020

El pasado 2 de diciembre se entregó el Premio COSCE a la Difusión de la Ciencia 2020 a Gabriel Pinto Cañón, catedrático de la universidad Politécnica de Madrid. Participante habitual en los certámenes de Ciencia en Acción y en alguno de *Science on Stage*, este premio reconoce por parte de la COSCE (Confederación de Sociedades Científicas de España) su “extensa, continuada y efectiva labor que desarrolla en el ámbito de la difusión y promoción de la ciencia y la tecnología”.



La SEBBM quiso visibilizar a sus socias en el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia



Como parte de las acciones de la SEBBM para celebrar el 11 de febrero, Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, y con el objetivo de visibilizar a nuestras investigadoras, se elaboró un mural con 69 fotografías de algunas de las socias SEBBM de toda España que han contribuido al desarrollo de la Bioquímica y la Biología Molecular, y que han querido colaborar en esta iniciativa. Podrás encontrar sus biografías y entrevistas en

la sección “Mujeres y Ciencia” de la web de la SEBBM.



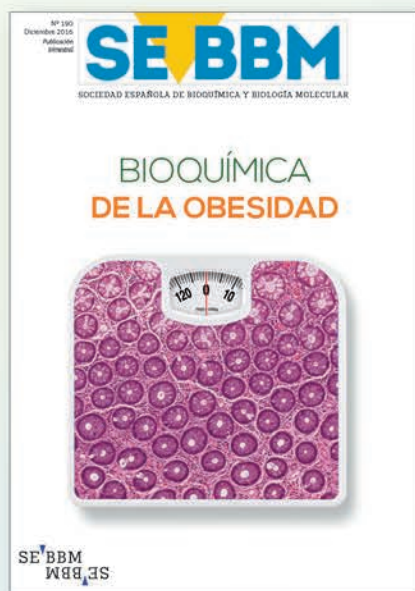
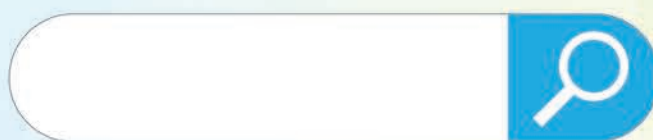
<https://www.sebbm.es/web/es/noticias-en-portada>

CATABOLITOS



TAMBIÉN DISPONIBLE EN:

<http://www.sebbm.es/revista/>



La **SEBBM** contribuye al progreso de la Ciencia

Con un crecimiento continuado neto de 50 socios al año, que se traduce en más de 3.500 socios actuales, 20 grupos científicos y 1.000 inscritos a cada uno de nuestros congresos, promovemos la sociedad basada en el conocimiento

Pero no estamos solos...

LOS SOCIOS PROTECTORES CONTRIBUYEN AL PROGRESO DE LA **SEBBM**

asebio

BIO-RAD

CONTROLTECNICA

eppendorf

 **Fisher Scientific**
Part of Thermo Fisher Scientific



M
MERCK MILLIPORE


Promega


Roche

VIAJES
El Corte Inglés

WALDNER

*Porque son de los nuestros**

* "Serán socios protectores aquellas entidades que quieran contribuir al sostenimiento y desarrollo de la SEBBM y sean aceptadas como tales. Tendrán categoría de socios, podrán participar y votar en las asambleas generales y recibir la misma información y publicaciones que los socios ordinarios (...)"

Más información sobre la figura de socio protector en:
sebbm@sebbm.es o llamando al 91 561 33 81

SEBBM
SEBBM

Sociedad Española
de Bioquímica
y Biología Molecular