



**BIOQUÍMICA CLUB**

**Núm. 5 - Juny 2019**



**BQ Club**

Núm. 5

Juny 2019

ISSN: 2565-1617

Dipòsit legal: B 18514-2017

---

#### **DIRECTOR**

Josep Maria Fernández

#### **EDITORS EN CAP**

Diego Gallego

Julia Llanes

#### **EDITORS**

Laura Baqué

Sergi Casadó

Carles Savall

#### **PANEL·L DE COL·LABORADORS**

Albert Barberà

Laia Bekius

Manel Bosch

Montse Busquets

Sílvia Busquets

Genís Calderer

Víctor Campos

Francisco Javier Casado

Joan Carles Ferrer

Èrik Filter

Josep Lluís Gelpí

Roger Gomis

Joan J. Guinovart

Xavier Hernandez

Laia Lidón

Javier Méndez

Enric Milà

Mateu Montserrat

Alicia Pérez

Ignasi Ramírez

Enric Ros

Maria Soley

Josep Tarragó

Pol Torrent

Genís Valentín

Maria Viñas

#### **AMB EL SUPORT DE**

Universitat de Barcelona

#### **REDACCIÓ**

Av. Diagonal, 643, edifici Prevosti, planta -2

08028 Barcelona

Fax: 93 - 402 15 59

E-mail: [bqclub.editors@gmail.com](mailto:bqclub.editors@gmail.com) / [jmfernandeznovell@ub.edu](mailto:jmfernandeznovell@ub.edu)

*BQ Club* no es responsabilitza de les opinions expressades en els articles signats

#### **EDICIÓ**

Kit-Book Servicios Editoriales - [www.kit-book.net](http://www.kit-book.net)

#### **CORRECCIÓ LINGÜÍSTICA**

Judith Vidal - Revisió de Panorama i *I love science*

#### **PORTADA**

"Representació de la visió, un bé molt preuat que no estem disposats a perdre els últims anys de vida.

Trobaràs més informació al respecte a l'interior del número."

Modificada de [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

#### **CONTRAPORTADA**

Modificada de [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com)

# SUMARI

<b>EDITORIAL</b> .....	4
Josep Maria Fernández	
<b>PANORAMA</b>	
¿Qué hacen después del grado los egresados del grado de Bioquímica de la Universidad de Barcelona? .....	5
Manuel Reina del Pozo, Claudia Müller-Sánchez i Begoña Campos Bonilla	
<b>I LOVE SCIENCE!</b>	
Reparar el que no es veu -o com tractar la degeneració macular amb medicina regenerativa .....	13
Sandra Petrus-Reurer	
Desatar el sistema inmune para acabar con el cáncer .....	17
Marcos Fernández	
Els telòmers, un punt en comú entre l'envelliment i el càncer .....	20
Berta Solà	
La revolució de les òmiques: perspectives de futur .....	24
Xavier Hernandez	
<b>INFORMA'T</b>	
Pregunta al <i>BQ Club</i> .....	28
Notícies .....	29
Calendari .....	30
Crida a la col·laboració .....	31
<b>ENTRETENIMENT</b> .....	32

---

# EDITORIAL

La vida passa i tot ha de continuar, això és el que succeeix en tots els àmbits, també en el científic i en la nostra revista. Aquest serà l'últim número en que tindrem d'editors el Diego, la Julia, la Laura, el Sergi i el Carles. Tots han fet una gran feina però el seu aprenentatge com a predoctors arriba al seu final, d'aquí poc marxaran a d'altres contrades a desenvolupar el seu postdoctorat o bé, a desenvolupar una tasca professional, i sempre però, per augmentar el seu bagatge bioquímic.

Ara estem tristos pels que marxen i els desitgem un bon viatge, que el Déu dels vents infli les veles dels seus vaixells i ompli de grans vivències el sarró que, segur, ben aviat ens mostraran. D'altres vindran i seran els nous editors, tot ha de continuar però, també d'aquí un temps, d'aquí uns quants números més del BQ Club aquestes noves adquisicions/col·laboradors volaran cap a d'altres laboratoris i, així, la història s'anirà repetint.

Diego, Julia, Laura, Sergi i Carles sempre estarem amb deute amb vosaltres. Recordo quan us vaig proposar participar en aquesta aventura, la resposta va ser immediatament positiva. Deixeu-me que, des d'aquesta humil editorial, us doni les gràcies de tot cor a tots cinc, us trobaré molt a faltar. Sigueu on sigueu recordeu-vos d'estar en contacte amb la revista i, sobretot, amb els companys i companyes dels ITUs i dels Bojos.

Molta sort.



JOSEP MARIA FERNÁNDEZ

# ¿QUÉ HACEN DESPUÉS DEL GRADO LOS EGRESADOS DEL GRADO DE BIOQUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA?

AUTOR:

**MANUEL REINA DEL POZO**

Profesor de Biología Celular  
Dpto. de Biología Celular, Fisiología e Inmunología  
(Universitat de Barcelona)

AUTORA:

**CLAUDIA MÜLLER-SÁNCHEZ**

Investigadora Postdoctoral de Celltec UB  
Profesora asociada  
Dpto. de Biología Celular, Fisiología e Inmunología  
(Universitat de Barcelona)

AUTORA:

**BEGOÑA CAMPOS BONILLA**

Profesora de Bioestadística  
Dpto. de Fundamentos Clínicos  
(Universitat de Barcelona)

## RESUMEN

Este artículo recoge las observaciones más relevantes de un estudio realizado entre marzo y junio de 2017 sobre el devenir de bioquímicos graduados en las promociones de 2012 a 2016 en la Universidad de Barcelona. Es el fruto del análisis de más de 2 000 correos electrónicos recibidos de los egresados en los que respondían a un gran número de preguntas sobre su actividad profesional, su formación posterior a la graduación, sus intereses, su situación contractual, su salario... Las conclusiones

obtenidas nos han sorprendido: más del 80% de los egresados dicen que se dedican a temas relacionados con el área del conocimiento en lo que se han formado, el 40% cursan un doctorado, más del 20% están fuera del país, muchos están realizando estudios o trabajos de un gran interés... Recoger esta información y analizarla no ha sido un proceso fácil ni rápido, pero pensamos que aporta una visión muy rica de lo que los egresados que salen de nuestras aulas son capaces de hacer. Aunque hay encuestas realizadas por instituciones como la Universidad de Barcelona (ver ref.:

Encuestas UB) o AQU (ver ref.: Encuestas EUC), éstas no aportan los detalles que un estudiante quisiera saber sobre lo que han hecho los que se graduaron en promociones anteriores para orientar su trayectoria profesional.

**BREVE DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO:  
POBLACIÓN DE ESTUDIO, ETAPAS, RECOGIDA DE DATOS Y ANÁLISIS**

La población objetivo la componían las primeras cinco promociones del grado de Bioquímica, de 2012 a 2016. Según las listas oficiales eran 236 egresados de las promociones de 2012 (18), 2013 (49), 2014 (59), 2015 (50) y 2016 (60). Finalmente, se consiguió información suficiente de 193 egresados, el 81,7% (Fig. 1).

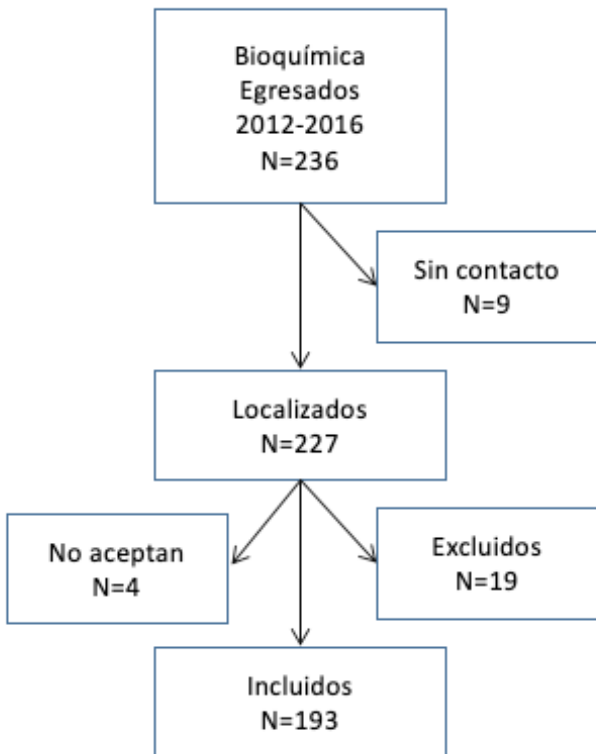
Este estudio se ha realizado en paralelo con otro idéntico, pero sobre la población de egresados del grado de Biotecnología de la UB. Los resultados del estudio de ambas poblaciones se han recogido en un artículo Reina *et al.* y 2019;

Reina, 2019, en ocasiones se comparan con las que se han obtenido de los biotecnólogos.

En este estudio se han analizado los datos siguientes:

- Las respuestas recibidas tanto por correo electrónico como las respuestas a los correos individuales que se remitieron a cada uno de los egresados.
- Los perfiles personales en redes sociales, especialmente LinkedIn y Facebook.

Para la recogida de los datos se preparó un cuestionario de preguntas. Se combinaron preguntas abiertas (¿qué piensas de...?) con preguntas cerradas (puntuación de 0 a 5 tu grado de satisfacción con...). Las preguntas abiertas buscaban que el egresado se explicara extensamente para poder entender bien su opinión. El detalle de las preguntas enviadas se puede encontrar en el anexo 1 del informe del estudio (ver Reina, 2019).



**Figura 1.** Tamaño de la población objeto del estudio, de la población excluida y de la población incluida. Una vez terminado el periodo de recogida de información se incluyeron en el estudio 193 bioquímicos (81,7%) y se excluyeron 41. Sólo se pudieron incluir en el estudio los egresados de los cuales se disponía de información suficiente para definir su perfil. Los motivos de exclusión fueron bien por la ausencia de respuesta o la negativa a participar, bien por la falta de una parte significativa de la información solicitada.

El procedimiento para contactar con el egresado, una vez localizado a través de correos electrónicos conocidos por el profesor, a través de LinkedIn o de Facebook, consistió en el envío de correos personalizados y firmados por el profesor. Se enviaron los diferentes tipos de correos siguientes:

1. Mensaje de contacto en el que se le informaba de la naturaleza del estudio y se le pedía permiso para enviarle el cuestionario. En este mensaje se hacía énfasis en la confidencialidad de la información aportada en el estudio y se explicaba el uso que se haría de la misma.
2. Mensaje donde se enviaba el cuestionario extenso.
3. Mensajes de recordatorio para conseguir que respondiera.
4. Mensajes de aclaración pidiendo detalles de aquellos aspectos que no se consideraban suficientemente aclarados.

Los mensajes de correo recibidos se almacenaron en el propio Outlook del autor de este estudio y su contenido fue copiado en un fichero Word por egresado, identificado y agrupado por el grado cursado. Esta información se consideró confidencial y fue accedida exclusivamente por MR.

En el periodo de muestreo se enviaron más de 3 500 correos y se recibieron más de 2 000. Se generaron cerca de un millar de ficheros y la información recogida ocupó 137 Mb.

Las respuestas textuales de los alumnos fueron revisadas individualmente para extraer los datos relevantes. A partir de ahí, se decidió una codificación para cada concepto y se generó un fichero de datos anonimizados en formato Excel para compartir con el resto de los autores. El análisis estadístico de los datos en Excel se realizó empleando el programa SPSS v25.0. Las

respuestas textuales de los alumnos fueron revisadas individualmente para extraer los datos relevantes.

Por otra parte, se recogieron los comentarios que hicieron cada uno de los egresados sobre aspectos tales como qué opinaba del grado cursado, de los profesores, del trabajo final de grado, de su formación de postgrado y de muchos otros aspectos. Se está evaluando la posibilidad de hacer pública esta información una vez se haya anonimizado completamente.

## RESULTADOS

En este artículo sólo se recogen algunas de las observaciones realizadas en el estudio con referencia a los bioquímicos. La totalidad del análisis para los bioquímicos y también para los biotecnólogos puede encontrarse en el informe del estudio que se ha depositado en el Depósito digital de la Universidad de Barcelona (Reina, 2019).

Los resultados se presentan en los bloques siguientes:

1. ¿Cuántos egresados se dedican a aquello en lo que se han formado? ¿Cuáles su grado de satisfacción? ¿Dónde se encuentran en la actualidad los egresados? ¿Cuáles son las salidas profesionales de los egresados?
2. ¿Cuánto tiempo han tardado en recibir su primer salario relacionado por una actividad laboral relacionada con su formación? ¿Cuál es su situación laboral/contractual y su salario?
3. ¿Cuál es la trayectoria profesional que han seguido los egresados desde su graduación? ¿Cuántos han seguido una formación de postgrado? ¿Cuántos han iniciado/terminado el doctorado? ¿Dónde? ¿Qué tipo de formación de postgrado?

**Bloque 1. ¿Cuántos egresados se dedican a aquello en lo que se han formado? ¿Cuál es su grado de satisfacción? ¿Dónde se encuentran en la actualidad los egresados? ¿Cuáles son las salidas profesionales de los egresados?**

De los 193 perfiles de bioquímicos analizados, 175 casos realizan alguna actividad relacionada con su formación. Extrapolando a toda la población de interés, esto supone que al menos el 74,1% de los bioquímicos se dedican a la bioquímica o áreas afines. Entre los egresados que se dedican a otras actividades, hay una amplia variedad de ocupaciones entre los egresados de los grados de Bioquímica y Biotecnología por Australia / sudeste asiático / Asia, danza o moda, *au pair*, chef en restaurantes internacionales, negocios propios o familiares, administrativo, dependiente en un comercio.

El grado de satisfacción con su situación personal es elevado. Expresado en una escala de 0 a 5 (siendo 5 el máximo de satisfacción), el resultado es de  $3,85 \pm 0,92$  (media  $\pm$  desviación estándar). Están más satisfechos los egresados cuya actividad profesional está relacionada con su formación ( $3,96 \pm 0,81$ ) que aquellos cuya actividad no lo está ( $3,22 \pm 1,25$ ). Aunque el número de egresados es pequeño, dos casos en EE. UU. / Canadá, éstos manifiestan una satisfacción máxima (5) por su situación actual, superior a la de los que viven en Europa ( $4,10 \pm 0,77$ ), Barcelona y su área de influencia ( $3,86 \pm 0,85$ ) o Cataluña excepto Barcelona ( $3,62 \pm 0,48$ ).

A la pregunta de dónde residen habitualmente, la respuesta es muy variada: el 75% viven en Barcelona o su área de influencia, un 1,6% en el resto de Cataluña, un 3,6% en España, un 17,1% en otro país de Europa y sólo un 1% de los bioquímicos viven fuera de Europa. A nivel de Europa los países donde viven más bioquímicos son Alemania, Francia, Reino Unido, Suiza, Austria, Suecia, Holanda y Dinamarca. La inmensa mayoría de los bioquímicos encuestados residen en el extranjero como consecuencia de las ofertas profesionales recibidas durante los periodos de movilidad internacional, fundamentalmente para hacer el trabajo final de grado dentro del programa ERASMUS. Los bioquímicos optan por

hacer movilidad internacional en el 38% de los casos (un porcentaje menor, por ejemplo, que los biotecnólogos, que optan por esta opción en el 62% de los casos). En los comentarios que hemos recibido sobre la estancia internacional, se suele mencionar el alto número de ofertas profesionales recibidas bien para continuar su formación profesional en el extranjero bien para ser contratados en empresas y centros de investigación. Otro elemento que justifica su opción de seguir la formación en el extranjero es el coste de los másteres, puesto que es mucho más reducido que en España, y la existencia de numerosas ayudas a modo de beca o salario, que les permite independizarse de la ayuda familiar.

En relación al tipo de actividad que realizan, hay que tener en cuenta que muchos de ellos se encuentran aún en proceso de formación, puesto que sólo han transcurrido cinco años como máximo desde su graduación. Por lo tanto, es lógico encontrar una elevada proporción de estudiantes de máster (21,7%) y de doctorado académico (37,1%), y no se conocen casos que estén cursando un doctorado industrial.

En el momento de cerrar la recogida de datos, ningún bioquímico había terminado el doctorado. A lo largo del periodo de elaboración de este estudio nos consta que al menos 5 bioquímicos que se han doctorado con éxito, de los cuales al menos 4 continúan su carrera profesional como postdoctorados. En resumen, el 64,6% de los bioquímicos siguen la carrera académica.

De las actividades declaradas por los egresados, también se deduce la importancia que tiene la industria como salida profesional (24%). Esto incluye cualquier actividad no académica, tanto industrias de producción como farmacéutica, laboratorios de análisis... y hospitales. En el caso de los hospitales, la mayoría de los egresados realiza tareas relacionadas con la investigación, habitualmente en trabajos de máster o de doctorado, pero existen unos pocos casos de actividades típicamente hospitalarias, como el asesoramiento genético, que, a pesar de las dificultades por conflicto de competencias con los médicos, y la gestión de ensayos clínicos,



pueden ser en un futuro salidas profesionales de calidad para estos egresados.

**Bloque 2. ¿Cuánto tiempo han tardado en recibir su primer salario por una actividad laboral relacionada con su formación? ¿Cuál es su situación laboral/contractual y su salario?**

Un parámetro relevante es la remuneración que perciben los egresados y el tipo de relación contractual que los vincula a su empleador. Aparte de los tradicionales en el mundo laboral, los recién egresados se encuentran ante toda una panoplia de prácticas no remuneradas, becas remuneradas o no, contratos temporales, de prácticas, de formación... y también becas competitivas nacionales o internacionales y contratos indefinidos o funcionariado.

La pregunta sobre el tiempo transcurrido hasta que recibieron el primer salario relacionado con su formación es importante, ya que da una medida de la empleabilidad de los grados. Los bioquímicos reciben su primer salario a los 0,98 años de graduarse de media (comparados con los 1,25 años de media de los biotecnólogos).

Se detecta una reducción en el tiempo hasta el primer salario cuando comparamos los resultados en función de los años de graduación: el tiempo se reduce a medida que avanzan las promociones, hasta un mínimo de 0,68 años de media en la promoción 2016. Esto podría ser consecuencia de la recuperación de una cierta actividad económica al dejar atrás los años más duros de la crisis económica.

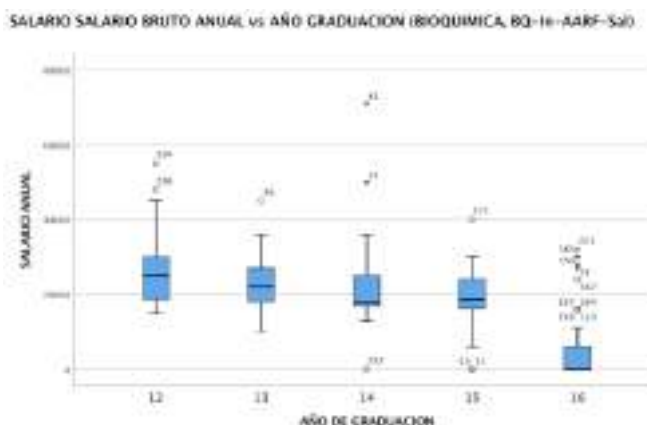
La información respecto a las condiciones laborales y salariales ha sido uno de los datos que ha generado más reticencia entre los egresados encuestados. De los 193 bioquímicos incluidos en el estudio se dispone de información salarial de 190 casos. Los valores reportados presentan una gran variabilidad, desde valores mínimos de 0 € (existen, especialmente en los egresados más recientes, numerosas situaciones contractuales de becarios sin remuneración) hasta un máximo de 71 000 €. El salario medio fue de 18 193 € ± 12 327 €, con una media de 18 000 €. Hay pocas diferencias entre los que realizan una actividad profesional relacionada con su formación (18 241 € ± 12 071 €) y los

A

SALARIO SALARIO BRUTO ANUAL vs AÑO GRADUACION (BIOQUIMICA, BQ-IN-AARF-Sal)

AÑO DE GRADUACION	N	Mediana	Media	Desv. Deiv. est	Máximo	Mínimo
12	18	25880,00	28194,44	11688,330	35000	55000
13	17	22980,00	22843,24	7527,008	30000	45000
14	16	18000,00	22067,80	11302,132	0	21000
15	40	18500,00	18187,50	8099,308	0	40000
16	41	0,00	3545,90	9644,746	0	32000
Total	174	18000,00	18241,38	12071,187	0	71000

B



**Figura 2.** Salario anual bruto para todos los bioquímicos de los que se dispone de información salarial (y con una actividad actual relacionada con su formación) por año de graduación. (A) Tabla de descriptores (existen diferencias estadísticamente significativas, ANOVA  $p=0,000$ ). (B) Diagrama de caja (BQ-IN-AARF-Sal, 174 casos).

que no (17 668,00 € ± 15 294 €). Sin embargo, sí que hay diferencias significativas con los biotecnólogos, pues su salario medio es un 21% superior. Este efecto podría deberse a la mayor internacionalización de los biotecnólogos, ya que la remuneración de becas y contratos en el extranjero es superior a la de España. Sin embargo, éste es un efecto engañoso con poco impacto probablemente en el nivel de vida, dado que, de la misma manera, el coste medio de la vida en esos países es también superior. También se aprecian diferencias significativas en el salario de los egresados en función de los años que hace que se graduaron considerados conjuntamente (Fig. 2). Y, especialmente, en función del tipo de actividad que realizan, dato según el cual los salarios son notablemente más elevados en la industria que en la academia.

No se encontró ninguna correlación significativa entre el salario y la calificación obtenida en el grado, el tipo de formación de postgrado seguido, u otro parámetro descriptor de la situación del egresado aparte de los expuestos.

**Bloque 3. ¿Cuál es la trayectoria profesional que han seguido los egresados desde su graduación? ¿Cuántos tienen experiencia internacional? ¿Cuántos han seguido una formación de postgrado? ¿Dónde y en qué? ¿Cuántos han iniciado/terminado el doctorado? ¿Dónde?**

Una de las características que define a los estudiantes actuales es su movilidad. Esta movilidad se ha favorecido notablemente desde las universidades y, especialmente, desde las instituciones europeas a través del programa ERASMUS, pero no exclusivamente. El 21,8% de los bioquímicos tiene su primera experiencia internacional con el trabajo final de grado, habitualmente gracias al programa ERASMUS, frente, por ejemplo, al 58% de los biotecnólogos. Sin embargo, entre la población de bioquímicos analizada, el 64,8% ha permanecido siempre en Barcelona y su área de influencia, frente al 37% de los biotecnólogos. Nos consta que estas diferencias entre grados se han corregido

notablemente en las últimas promociones (2017 y 2018).

Aproximadamente el 60% de los estudiantes que hacen estancias internacionales se quedan en instituciones europeas y se dedican más a la academia que los que retornan o los que nunca se han desplazado, y se dedican en menor grado a actividades relacionadas con la industria, lo que indica que permanecer en el extranjero facilita el seguimiento de la formación académica. Esta observación coincide con los numerosos comentarios recibidos en los que manifiestan las facilidades con las que se encuentran para hacer máster y doctorado. Estas oportunidades aparecen, habitualmente, después de una estancia de unos pocos meses de tipo ERASMUS para hacer el TFG, que concretan en una mayor oferta, precios más bajos de los másteres, abundancia de becas y contratos y pocas complicaciones burocráticas.

La reforma de los planes de estudio para adaptarlos al Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES), que supuso el final de las licenciaturas y el inicio de los grados, redujo el número de cursos necesarios para la obtención de un título que habilitaba para la actividad profesional de 5 a 4 años, lo que ha tenido como consecuencia, en opinión de numerosos profesores, una formación y una especialización menores. De ahí que, en muchos casos, para poder acceder a determinadas actividades profesionales sea necesario cursar una formación especializada de máster. La estructura de grados y másteres en la mayor parte de países europeos difiere de la adoptada en España. En la mayoría, es de 3 años de grado y 2 años de máster, frente a los 4 y 1, respectivamente, de España.

El 86,5% de los bioquímicos hacen estudios de postgrado, y sólo hay 25 casos que declaran no haberlo hecho ni tener intención de hacerlo. La gran mayoría de los postgrados se realizan en Barcelona y su área de influencia (80%), seguidos de Europa (13,1%).

Respecto a qué postgrado (máster) cursan los egresados, hemos podido contabilizar 82

TInstPostGrad	NombrePostGrad	Num	%	% acum	x SPG1	x STFM1	CentroPostGrad	TInstPostGrad
M TEC	MASTER GENÉTICA Y GENÓMICA - UB	17	8,37	8,37	3,4	3,8	UB-BIOLOGIA	UB
M TEC	MASTER BIO MEDICINA - UB	13	6,40	14,8	3,1	4,0	UB-MEDICINA	UB
M IND	MASTER BIO INGENIERIA - ICS	9	4,43	19,2	3,0	3,4	ICS	ICS
M TEC	MASTER INMUNOLOGIA AFANADADA - URV/UR	9	4,43	23,6	4,1	3,3	UB-BIOLOGIA-URB	INTERUMV
M TEC	MASTER NEUROLOGIA AFANADADA - URV/UR	9	4,43	28,1	3,3	4,1	UB-URV-URV/URV	INTERUMV
M TEC	MASTER BIO MEDICAL RESEARCH-UPF	7	3,40	31,5	3,5	4,3	UPF	UPF
M IND	MASTER INDUSTRIA FARMACEUTICA Y BIOTECNOLOGICA - UPF	7	3,40	35,0	3,8	3,3	UPF	UPF
M TEC	MASTER BIOTECNOLOGIA MOLECULAR - UB	5	2,46	37,4	3,4	3,8	UB-FARMACIA	UB
M NEG	MASTER CREACIÓN Y GESTIÓN DE EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA - UB	4	1,97	39,4	3,2	4,0	UB-ECONOMIA	UB
M TEC	MASTER FORMACIÓN PROFESORADO DE SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROF	4	1,97	41,4	3,3	4,0	UB-EDUCACION	UB
M TEC	MASTER MICROBIOLOGIA AVANZADA - UB	4	1,97	43,3	3,1	4,4	UB-BIOLOGIA	UB
M IND	MASTER AGRICULTURA UB-URB-UPC	3	1,48	44,8	3,7	3,7	UB-BIOLOGIA-URB-UPC	INTERUMV
M TEC	MASTER AGRICULTURA AMBIENTAL - UB	3	1,48	46,3	3,3	4,7	UB-BIOLOGIA	UB
M TEC	MASTER BIOMEDICAL SCIENCES (2 AÑOS) UNIV CRTICHELIDNMARK	3	1,48	47,8	4,5	4,5	UNIV LOKARNA-BEL	EUROPA
M IND	MASTER BIOTECNOLOGIA AFANADADA INDUSTRIAL - URB	3	1,48	49,3	4,2	4,0	URB	URB
M TEC	MASTER BIOTECNOLOGIA Y BIOLOGIA VEGETAL - UB	3	1,48	50,7	2,8	3,3	URB	URB
M TEC	MASTER FISIOLOGIA INTEGRATIVA-UB	3	1,48	52,1	4,3	4,3	UB-BIOLOGIA	UB
M TEC	MASTER MEDICINA TRANSACCIONAL - UB	3	1,48	53,7	3,5	4,0	UB-MEDICINA	UB
M TEC	MASTER NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGIA - UB	3	1,48	55,1	3,7	3,7	UB-FISICA	UB
M TEC	MASTER VIROLOGIA - CMA	3	1,48	56,7	3,7	4,2	CMA-FAC MEDICINA-SCO	UESPRO DAT
M TEC	MASTER BIOINFORMÁTICA PARA CIENCIAS DE LA SALUD - UPF	2	0,99	57,6	4,5	5,0	UPF	UPF
M IND	MASTER BIOTECNOLOGIA - U WAGENMGEN - HOI	2	0,99	58,6	3,5	3,5	UNIV WAGENMGEN	EUROPA
M NEG	MASTER BUSINESS ADMINISTRATION AND ENTREPRENEURSHIP, BUSINESS AND INNOVATION-UB	2	0,99	59,6	4,0	4,0	UNIV COPENHAGUE	EUROPA
M IND	MASTER ENFERMEDADES RENOVABLES Y SISTEMAS DE AGUA-UB	2	0,99	60,6	3,0	3,0	UB-FARMACIA	UB
M TEC	MASTER ENFERMEDADES INFECCIOSAS-UB-URV GAVIA	2	0,99	61,6	4,5	5,0	URB	URB
M IND	MASTER INGENIERIA AGRARIA - UNIV DE LISIA	2	0,99	62,6	4,0	4,5	UNIV LISIA	UESPRO DAT
M TEC	MASTER MOLECULAR BIOLOGY - UNIV GOTENBURGO	2	0,99	63,6	3,3	4,5	UNIV GOTENBURGO	EUROPA
M IND	MASTER PHARMACEUTICAL DESIGN AND ENGINEERING-UNIV COPENHAGUE	2	0,99	64,5	4,0	4,0	UNIV COPENHAGUE	EUROPA
M IND	MASTER SEGURIDAD ALIMENTARIA - UB-URV-UPF	2	0,99	65,5	4,5	4,0	UB-FARMACIA-URV-UPF	INTERUMV
M IND	MASTER ADVANCED STUDIES IN HEALTH CARE AND MANAGEMENT IN TROPICAL COUNTRIES	1	0,49	66,0	5,0	5,0	ETH ZURICH	EUROPA
M IND	MASTER AGRICULTURAL AND HORTICULTURAL PLANT BREEDING - UNIV VALENCIA	1	0,49	66,5	3,0	4,0	UN	UESPRO DAT

**Figura 3.** Másteres cursados por bioquímicos, que representan más del 65% de la población estudiada. Num: número de egresados que escogen el grado; %: porcentaje de egresados; % acum: porcentaje acumulado; x SPG1: media de satisfacción del grado; x STFM1: media de satisfacción del TFM; CentroPostGrad: centro de realización del máster; TInstPostGrad: Tipo de institución donde se cursa el máster.

titulaciones diferentes para los bioquímicos (y 110 para los biotecnólogos). En la figura 3 se recoge el listado de los másteres más demandados, que representan el 66% de los casos. Cabe destacar que el 10,1% de los bioquímicos han cursado dos o más másteres. La opinión que tienen después de cursar el máster es muy variable: desde los que consideran esencial la formación recibida hasta los que desaconsejan el máster por la poca novedad en los contenidos, la escasa organización o la calidad de la docencia o de las instalaciones.

A nivel del tipo de máster, los bioquímicos optan en su primera opción por másteres técnicos (70,8%), mayoritariamente, seguidos de los industriales (20,8%), los de negocios (3,6%) y los dedicados a la formación docente (1,6%). Cuando consideramos el segundo máster, la elección es mucho más aplicada, con un fuerte incremento de los másteres industriales (destacan *marketing* y *ventas*, *gestión de proyectos* y *de ensayos clínicos*), de *negocios* y *de formación docente*.

La última etapa de la formación académica es el doctorado. A partir de las respuestas recibidas se deduce que el doctorado es una etapa importante en la formación de los bioquímicos,

aunque muchos de ellos manifiestan que han empezado el doctorado ante el desconocimiento de la existencia de otras salidas profesionales, y por ser lo que se esperaba de ellos. De los 193 egresados incluidos en el estudio, 65 están haciendo el doctorado y 64 más tienen intención de hacerlo, lo que puede suponer hasta un 66,7% de los bioquímicos.

El doctorado se cursa mayoritariamente en Barcelona y su área de influencia, en el sistema de universidades y centros de investigación asociados (64,6%), seguida por países europeos (30,85%), con relativamente pocos estudiantes en EE. UU. / Canadá (3,1%). No constan casos de doctorado en países de Asia o Oceanía.

En el momento de recoger la información de los egresados, ninguno de ellos había terminado aún el doctorado.

## REFLEXIÓN FINAL Y CONCLUSIONES

La originalidad de este estudio es que los datos se han recogido a partir de los correos electrónicos redactados por los egresados como respuesta a una serie de preguntas planteadas de manera muy general. Algunos

egresados respondían escuetamente, con pocos párrafos, pero otros se extendían a lo largo de varias páginas de texto aportando numerosas matizaciones y detalles que se han intentado recoger. Este tipo de información, valiosa por los matices, tiene, por otra parte, la dificultad añadida de su manejo para el análisis estadístico.

Una segunda observación respecto a los datos recogidos hace referencia a la población estudiada, en la que la promoción de 2012 es la más antigua, y, por lo tanto, han transcurrido sólo 5 años desde su graduación. Considerando que se 1 año para el máster y quizás 4 para el doctorado, podríamos decir que pocos egresados de estos grados han alcanzado un estado estable profesionalmente hablando. Por el contrario, todos ellos se encuentran aún en un proceso más o menos intenso de formación. Esto coincide plenamente con la observación de que sólo 2 egresados han accedido al estatus de *postdoc*. Sería interesante hacer este mismo análisis dentro de quizás 5 o 10 años más para ver qué es lo que ha ocurrido finalmente con estos egresados.

Lo que sí que podemos decir es que la información recogida ha permitido definir una serie de trayectorias profesionales de egresados que, por ejemplo, han decidido no hacer formación de postgrado y dedicarse a actividades no relacionadas con la formación, o que lo han hecho en un ámbito, por ejemplo en el de los negocios, y que están contratados en empresas de capital riesgo, o de aquellos otros que han hecho la carrera académica y actualmente están coordinando centros internacionales de investigación. Esta diversidad de perfiles, y la información de cómo se han ido formando, puede ser de gran interés para orientar a los estudiantes actuales que están ocupando las aulas o a los que lo harán en un futuro. Y éste era, como se expuso al principio, el objetivo principal del trabajo: poder responder con algo más de precisión y riqueza a la pregunta siguiente: ¿qué puedo hacer una vez termine el grado?

Hemos de reconocer que no ha sido un proceso ni fácil ni rápido. Pero, una vez realizado el trabajo y el análisis de toda la información,

pensamos que aporta una visión muy rica de lo que los egresados que salen de nuestras aulas son capaces de hacer.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos manifestar nuestro agradecimiento a todos los egresados de los grados de Bioquímica y de Biotecnología de todas las promociones pasadas, pues han sido muy generosos con su tiempo al responder a la gran cantidad de preguntas que les hemos planteado.

## REFERENCIAS

AQU – Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. [Base de datos sobre la calidad de la formación universitaria a Catalunya]. <[http://www.aqu.cat/index\\_es.html](http://www.aqu.cat/index_es.html)>

Encuestas de satisfacción de graduados y graduadas. Barcelona: Universidad de Barcelona, Gabinete Técnico del Rectorado. <[http://www.ub.edu/gtr/enquestes\\_graduats.html](http://www.ub.edu/gtr/enquestes_graduats.html)>

EUC Dades – Dades del Sistema Universitari Català. <<http://estudis.aqu.cat/dades/Web/QueEs>>

Inserción laboral de grados 2017. Barcelona: AQU – Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya. [Estudios de inserción laboral de graduados y graduadas de las universidades catalanas]. <[http://www.aqu.cat/estudis/graus/index\\_es.html#.WjkiFSdW](http://www.aqu.cat/estudis/graus/index_es.html#.WjkiFSdW)>

Reina del Pozo, Manuel (2019). *Estudio de las trayectorias profesionales de los alumnos egresados en biotecnología y bioquímica de la Universitat de Barcelona* [informe en línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, Depósito Digital [<http://diposit.ub.edu/dspace/>]. <<http://hdl.handle.net/2445/132268>>

REINA, Manuel; MÜLLER-SÁNCHEZ, Claudia; CAMPOS, Begoña (2018). *¿Qué hacen después del grado los egresados de los Grados de Bioquímica y de Biotecnología de la Universitat de Barcelona?* [presentación en línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, Depósito Digital <<http://hdl.handle.net/2445/132267>>.

# REPARAR EL QUE NO ES VEU —O COM TRACTAR LA DEGENERACIÓ MACULAR AMB MEDICINA REGENERATIVA



AUTORA:

**SANDRA PETRUS-REURER**

Postdoctorant al *Department of Clinical Science,  
Intervention and Technology (CLINTEC)*  
Karolinska Institutet, Estocolm

*Imagina que estàs arribant a la seixantena i d'un dia a l'altre et sents molest per una petita taca negra just allà, al mig de tot allò que la teva vista abasta. No vols preocupar-te... però, sí, et preocupa, perquè la taca no marxa. A més a més, dia rere dia no para de fer-se gran (fig. 1). Et diagnostiquen una malaltia degenerativa de la retina que amenaça la teva visió fins al punt de no poder veure-hi més, i et diuen que aquest serà el final més plausible: no ser capaç de llegir, de travessar el carrer sense angoixar-te, d'apreciar amb claredat la intensitat i els colors vívids d'aquell quadre de Miró, ni de contemplar l'entusiasme amb què la teva neta juga amb els tobogans i gronxadors del parc. Hi pot fer alguna cosa la medicina regenerativa d'avui en dia? La resposta és el que descriuré en aquestes línies que segueixen.*

Visió sana



Visió amb DMAE



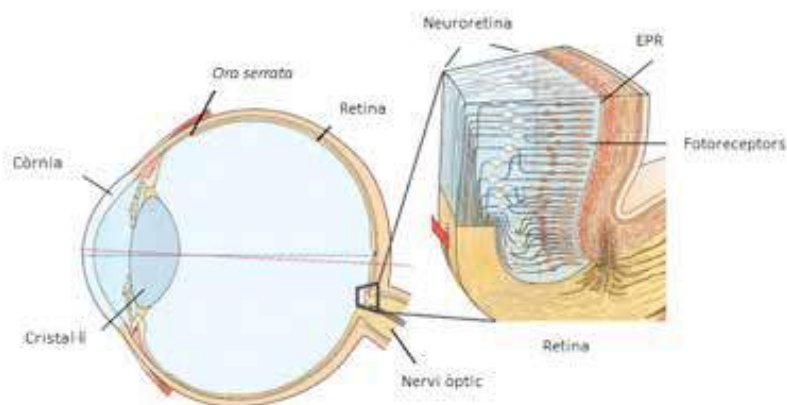
**Figura 1:** Representació de la mateixa imatge en un ull sa i en un altre de malalt per una degeneració macular associada a l'edat (DMAE).

La malaltia que t'han diagnosticat s'anomena *degeneració macular associada a l'edat* (DMAE), que, tal com indica el seu nom, és força comú quan ens fem grans i toquem els seixanta. La malaltia afecta la màcula, que és on té lloc la visió central, la qual et permet veure imatges en color, clares i precises. Vegem-ho amb una mica més de detall. La màcula és la part central de la retina i està majoritàriament formada per un tipus de cèl·lules amb una estructura similar a la d'un arbre. Les cèl·lules que fan de tronc de l'arbre se les coneix com a *fotoreceptors* i són les encarregades de capturar els raigs de llum i de transformar-los en impulsos elèctrics que les neurones del voltant (o la copa de l'arbre) poden processar (fig. 2). I les que fan de arrel són les que es coneixen com a *cèl·lules de l'epiteli pigmentari de la retina* (EPR), i, sí, aquestes EPRs són ben negres!, un color que protegeix tota la retina de que es pugui cremar amb la llum que hi penetra. Però bé, com es perd la visió, llavors? Doncs, quan una persona està sana, les EPRs nodreixen i mantenen un ambient ideal perquè els fotoreceptors facin la millor de les feines. Però, des del moment en què el cos envelleix, les EPRs comencen a deixar de funcionar com haurien i degeneren. En conseqüència, els fotoreceptors manquen els seus millors compatriotes i també

acaben per deteriorar-se. Així, l'arbre acaba morint, des de l'arrel fins a la copa. I si la llum no és captada en aquell indret de la màcula, el que la persona veu no és més que una taca negra.

El problema comença a ser considerable donada la quantitat de gent al món que està afectada per aquesta malaltia. I és que hi ha fins a vuit milions (sí, milions!) de persones arreu del món que la pateixen en països desenvolupats, on apareix com la causa més comuna de ceguera sense que avui en dia hi hagi una possible cura. Així doncs, potser aquelles cèl·lules pigmentades mereixen una mica més d'atenció!

La idea d'un tractament regeneratiu és l'ús de cèl·lules que serveixin per regenerar d'altres que han mort, que s'estan morint o que no funcionen. En aquest cas, l'enfocament del grup de recerca del que en sóc part és el de generar un tipus cel·lular amb el *superpoder* de convertir-se en qualsevol cèl·lula del cos. En altres paraules, reproduir *in vitro* aquella primera unitat de vida de la qual cadascun de nosaltres prové, una cèl·lula mare humana embrionària. Després, es tracta de convèncer aquestes cèl·lules mare perquè es transformin en milions d'aquelles de l'epiteli pigmentari que moren durant la malaltia. Per tal de provar que la teràpia és funcional prèviament a un assaig clínic amb pacients,



**Figura 2.** Tall transversal de l'ull humà i ampliació de l'estructura de la retina.

cal passar per certa experimentació animal en què s'injectin les EPRs derivades al laboratori en models animals de malaltia que tinguin les EPRs deteriorades. Un cop injectades, la nostra recerca ha demostrat que les cèl·lules originals pigmentades que degeneren són substituïdes per les noves, derivades de cèl·lules mare, i que aquestes tenen la capacitat de mantenir l'estructura i la funció dels fotoreceptors [1][2]. Donant, així, una alenada d'aire fresc a una retina envellida i gairebé cega.

Aquest tractament regeneratiu pot sonar quelcom màgic, i en certa manera ho és si considerem que una cèl·lula amb *superpotència* és capaç de convertir-se en una cèl·lula de l'ull i fins i tot pot mantenir i arribar a restablir la funció d'un òrgan. És com si alguna deïtat s'hagués *cel·lulificat*! Ara bé, a pesar de l'esperança que aporten aquestes teràpies cel·lulars, també hi ha certs obstacles dels quals els que treballem en aquest camp n'estem ben al cas. Entre ells, la possibilitat de rebuig de les cèl·lules injectades degut a l'origen diferent de les cèl·lules del donant i les del pacient, com de bé les cèl·lules del donant sobreviuran a llarg termini, si són capaces de trobar un lloc que els sigui prou afí com per quedar-s'hi el màxim de temps possible, o la possibilitat que, en el procés de transformació de cèl·lules mare a cèl·lules de la retina, també se'n derivin d'altres de malignes amb capacitat de crear tumor.

Tots aquests aspectes estan sobre la taula de molts laboratoris avui en dia amb l'objectiu comú d'entendre'ls i/o esquivar-los per tal que les teràpies cel·lulars siguin, més d'hora que tard, una utopia feta realitat.

*[...]Et diagnostiquen una malaltia degenerativa de la retina que amenaça la teva visió fins al punt de no poder veure-hi més. I et diuen que avui en dia el tractament més plausible és que t'injectin cèl·lules noves que restabliran les que moren en el teu ull, i que podràs seguir gaudint d'aquells colors de la pintura de Miró i de la felicitat que enlluerna la teva neta mentre assaboreix un bon gelat de xocolata.*

## REFERÈNCIES

[1] PETRUS-REURER, Sandra [et al.] (2017). «Integration of Subretinal Suspension Transplants of Human Embryonic Stem Cell-Derived Retinal Pigment Epithelial Cells in a Large-Eyed Model of Geographic Atrophy». *Investigative Ophthalmology & Visual Science* [Rockville: Association for Research in Vision and Ophthalmology], vol. 58, núm. 2 (febrer), p. 1314-1322. <<http://doi.org/10.1167/iovs.16-20738>>

[2] PLAZA REYES, Alvaro [et al.] (2016). «Xeno-Free and Defined Human Embryonic Stem Cell-Derived Retinal Pigment Epithelial Cells Functionally Integrate in a Large-Eyed Preclinical Model». *Stem Cell Reports* [Illinois: International Society for Stem Cell Research], vol. 6, núm. 1 (12 gener), p. 9-17. <<https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2015.11.008>>



DDBIOLAB ESTÁ FORMADA POR UN EQUIPO HUMANO CON GRAN PREPARACIÓN Y AMPLIA EXPERIENCIA AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN EN LABORATORIOS E INDUSTRIA, EN LAS ÁREAS DE:

- ▶ INVESTIGACIÓN FARMACÉUTICA,
- ▶ INVESTIGACIÓN MÉDICA,
- ▶ LIFE SCIENCE,
- ▶ BIOQUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA,
- ▶ MEDIO AMBIENTE,
- ▶ INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN PÚBLICOS Y PRIVADOS,
- ▶ INDUSTRIA QUÍMICA,
- ▶ CLÍNICA Y HOSPITALARIA,
- ▶ UNIVERSIDADES,
- ▶ EDUCACIÓN Y FORMACIÓN EN GENERAL,
- ▶ SEGURIDAD,
- ▶ INDUSTRIA EN GENERAL.



¡DESCUBRA NUESTRAS PROMOCIONES DEL MOMENTO!



VENTA FLASH



Y NUESTRAS  
¡MARCAS EXCLUSIVAS PARA ESPAÑA!



Regístrese ahora en su espacio personal  
de nuestra página web

[www.ddbiolab.com](http://www.ddbiolab.com)



[DDBIOLAB@DDBIOLAB.COM](mailto:DDBIOLAB@DDBIOLAB.COM)  
+34 902 333 310



# DESATAR AL SISTEMA INMUNE PARA ACABAR CON EL CÁNCER



AUTOR:

**MARCOS FERNÁNDEZ**

Estudiante de doctorado  
en el IRB de Barcelona

*El premio Nobel de Medicina o Fisiología de 2018 ha sido otorgado a James P. Allison y Tosuku Honjo por "su descubrimiento de una nueva terapia contra el cáncer a través de la inhibición de la regulación negativa del sistema inmune". Los investigadores, estadounidense y japonés, descubrieron los mecanismos que utilizan las células tumorales para evadir al sistema inmune y desarrollaron terapias para interferir en este proceso.*

El sistema inmune está preparado para protegernos del ataque de agentes infecciosos, como virus o bacterias. Las células inmunes, en concreto, los denominados linfocitos T, patrullan por el cuerpo en búsqueda de elementos moleculares (antígenos proteicos) pertenecientes a patógenos para reconocerlos y eliminarlos del organismo. Durante su desarrollo, los linfocitos se especializan en distinguir lo propio de lo ajeno, de modo que evitan atacar a nuestras propias células. Para ello, los linfocitos T deben adquirir tolerancia frente a todos los antígenos propios, a la vez que ser capaces de reaccionar frente a antígenos extraños. Así que, cuando un linfocito reconozca

una bacteria o un virus, se activará e iniciará toda una serie de cascadas moleculares que llevarán a la eliminación del patógeno, mientras que al encontrarse una célula propia, seguirá su camino.

Es fácil imaginar este proceso en contextos infecciosos, pero, ¿y en el cáncer, donde la enfermedad son nuestras propias células? En teoría, los linfocitos deberían haber sido entrenados para no atacar a nuestro organismo... Pero la realidad es diferente. Durante el proceso de tumorigenesis, las células tumorales van adquiriendo mutaciones en su ADN que alteran la secuencia de los antígenos que serán presentados a los linfocitos. Dicho de otro modo, las mutaciones acumuladas en las células tumorales dan lugar a **neoantígenos** que los linfocitos T no han visto nunca y, por lo tanto, que reconocen como extraños. De esa manera, los linfocitos son capaces de identificar a las células tumorales y eliminarlas.

¿Cómo es posible, pues, que se desarrolle el cáncer? Porque, además de las alteraciones intrínsecas de las células tumorales (proliferación

descontrolada, inestabilidad genómica, etc.), estas son capaces de **evadir** al sistema inmune e **inactivar** a los linfocitos. En nuestro organismo existen de manera fisiológica puntos de control (**checkpoints**, en inglés) que frenan la respuesta inmunológica para evitar enfermedades autoinmunes. En el cáncer, las células tumorales se aprovechan de estos *checkpoints* a fin de eludir las defensas naturales del cuerpo. Sin embargo, el descubrimiento de que los tumores necesitan accionar los frenos del sistema inmune para sobrevivir abrió una ventana terapéutica que ha llevado a James P. Allison y Tasuku Honjo a ganar el premio Nobel de Fisiología o Medicina de 2018.

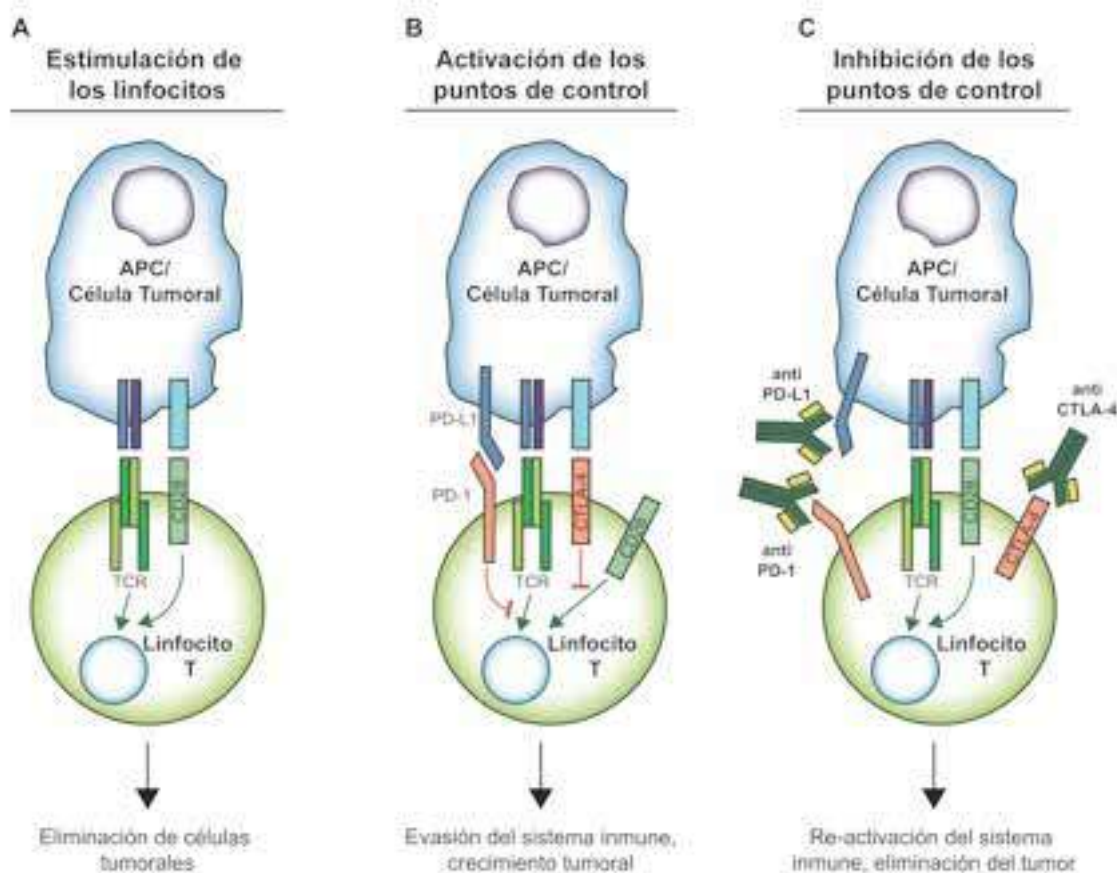
La hipótesis que desarrollaron los investigadores es la siguiente. El sistema inmune escapa de reconocer y eliminar células tumorales, pero los tumores consiguen bloquearlo. Entonces, si identificamos e inactivamos las moléculas encargadas de dicho bloqueo, conseguiremos reactivar a los linfocitos para que vuelvan a atacar al tumor. Este es el fundamento de los **checkpoint inhibitors**, fármacos que quitan los frenos al sistema inmune. Es decir, inhibir a los inhibidores. James P. Allison y Tasuku Honjo descubrieron, respectivamente, los receptores **CTLA-4** y **PD-1**, dos de los frenos más importantes del sistema inmune y diseñaron una terapia para inactivarlos.

CTLA-4 fue descubierto en 1984 como un regulador negativo de la activación de los linfocitos T.<sup>1</sup> Para activarse, los linfocitos deben recibir dos señales: la primera, a través del receptor que reconoce antígenos (TCR, por sus siglas en inglés); la segunda señal coestimuladora, vía el receptor CD28. CTLA-4 interfiere con CD28, privando a los linfocitos de la segunda señal y minimizando su activación. En 1996, James P. Allison y su equipo postularon que inhibiendo CTLA-4 se conseguiría disparar al sistema inmune y eliminar el tumor.<sup>2</sup> Para ello, desarrollaron un **anticuerpo bloqueante** de CTLA-4 (que impide a CTLA-4 competir con CD28) y se lo administraron a ratones inoculados con células tumorales. Los resultados fueron espectaculares: tras la inyección del anticuerpo, los tumores dejaban de crecer y desaparecían de los ratones. Años más tarde, en 2000, los

primeros ensayos clínicos con pacientes fueron dando resultados positivos y, finalmente, el anticuerpo (denominado comercialmente **Ipilimumab**) fue licenciado en 2011 para su uso con pacientes de melanoma.<sup>3</sup>

Por otra parte, el papel de PD-1 como freno de los linfocitos T se descubrió al ver que los ratones carentes de esta proteína presentaban síntomas de autoinmunidad.<sup>4</sup> PD-1 se encuentra en linfocitos previamente activados y actúa inhibiendo la señalización del TCR. Sin embargo, para llevar a cabo su función, debe reconocer a su ligando, **PD-L1** en la célula tumoral. Al detectar la presencia de linfocitos T activados, las células tumorales son capaces de **incrementar** los niveles de PD-L1, que se une a PD-1 para inhibir a las células inmunes. De la misma manera que con CTLA-4, el equipo de Tasuku Honjo desarrolló anticuerpos bloqueantes contra PD-L1 que, al ser empleados en modelos preclínicos y, posteriormente, en ensayos clínicos, demostraron una alta eficacia para reducir los tumores.<sup>5</sup> Actualmente, hay varios anticuerpos comerciales actuando tanto sobre PD-1 como PD-L1 y están indicados para múltiples tipos de cáncer.<sup>3</sup>

Los descubrimientos del Dr. Allison y Dr. Honjo supusieron un cambio de paradigma en el tratamiento del cáncer, puesto que pusieron el foco en las células inmunes en vez de sobre las células tumorales. Los impresionantes resultados obtenidos con inmunoterapia en ciertos tipos de cáncer como el melanoma han abierto la ventana a la búsqueda de tratamientos que consigan remitir el cáncer de manera duradera y sin recaídas. En definitiva, curar a los pacientes. A pesar de todo, estas terapias no han conseguido ser efectivas en diversos subtipos de cáncer, especialmente en aquellos que presentan un bajo grado de mutaciones y, en consecuencia, neoantígenos. Por ello, gran parte de la investigación actual va dirigida a la búsqueda de nuevas maneras de estimular el sistema inmune y encontrar combinaciones de fármacos (convencionales o inmunofármacos) que consigan hacer accesible la inmunoterapia a todo tipo de pacientes.



**Figura 1.** Esquema del funcionamiento de los puntos de control inmunes. Los puntos de control frenan la activación de los linfocitos T, por lo tanto si se bloquean se puede re-activar el sistema inmune y eliminar el tumor.

Puedes encontrar los discursos de aceptación del premio de [James P. Allison](#) y [Tasuku Honjo](#) pinchando en sus nombres (contenido sólo en inglés).

1. BRUNET, Jean-François [et al.] (1987). «A new member of the immunoglobulin superfamily—CTLA-4». *Nature* [en línea] [S. Il.: Springer Nature Publishing AG], vol. 328, núm. 6127 (16 juliol), p. 267-270. <<https://doi.org/10.1038/328267a0>>.
2. LEACH, Danna R.; KRUMMEL, Matthew F.; ALLISON, James P. (1996). «Enhancement of antitumor immunity by CTLA-4 blockade». *Science* [en línea] [Washington: American Association for the Advancement of Science], vol. 271, núm. 5256 (22 març), p. 1734-1746. <<https://doi.org/10.1126/science.271.5256.1734>>.
3. Hoos, Axel (2016). «Development of immunoncology drugs— from CTLA<sub>4</sub> to PD1 to the next generations». *Nature Reviews Drug Discovery*

[en línea] [S. Il.: Springer Nature Publishing AG], vol. 15, núm. 4 (11 març), p. 235-247. <<https://doi.org/10.1038/nrd.2015.35>>.

4. NISHIMURA, Hiroyuki [et al.] (2001). «Autoimmune Dilated Cardiomyopathy in PD-1 Receptor-Deficient Mice». *Science* [en línea] [Washington: American Association for the Advancement of Science], vol. 291, núm. 5502 (12 gener), p. 319-322. <<https://doi.org/10.1126/science.291.5502.319>>.
5. Iwai, Yoshiko [et al.] (2002). «Involvement of PD-L1 on tumor cells in the escape from host immune system and tumor immunotherapy by PD-L1 blockade». *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* [en línea] [Washington: The National Academy of Sciences], vol. 99, núm. 19 (17 setembre), p. 12293-12297. <<https://doi.org/10.1073/pnas.192461099>>.

# ELS TELÒMERS, UN PUNT EN COMÚ ENTRE L'ENVELLIMENT I EL CÀNCER



AUTORA:

**BERTA SOLÀ FUSTAGUERAS**

Estudiant del Grau de Biotecnologia,  
(Universitat Autònoma de Barcelona)

## 1. INTRODUCCIÓ

Actualment, *càncer* és una de les paraules que més escoltem en els mitjans de comunicació, sense deixar de banda les malalties neurodegeneratives, com ara l'Alzheimer, que també estan a l'ordre del dia.

Si anem enrere i revisem els avanços en el camp de la medicina durant l'últim segle, ens podem adonar que en el moment en què es comencen a utilitzar els antibiòtics i les vacunes és quan l'esperança de vida de les poblacions augmenta de manera més significativa. Actualment, l'esperança de vida a Espanya se situa en 85 anys en el cas de les dones i en 80 anys en el dels homes, una de les més altes del planeta [1].

Un dels reptes que se'ns presenta de cara al futur, pel que fa a la recerca biomèdica, és trobar les cures, o si més no, tractaments pal·liatius per a patologies com el càncer i per a malalties associades a l'envelliment. Així doncs, l'objectiu no és augmentar els anys de vida, sinó millorar-ne la qualitat durant l'últim tram.

No obstant això, què tenen a veure el càncer i l'envelliment? La resposta la trobem en els extrems dels nostres cromosomes: els telòmers.

En aquest article parlarem de què són, del paper que juguen en el càncer i en el procés d'envelliment, i de les patologies associades.

## 2. EL PROBLEMA DE LA REPLICACIÓ DELS EXTREMS DEL ADN

La replicació cel·lular és un mecanisme bàsic i essencial per al bon funcionament de l'organisme: és necessària tant per a l'embriogènesi com per al manteniment de l'homeòstasi i el recanvi tissular en l'etapa adulta. El procés de duplicació cel·lular (mitosi) implica fer una còpia de l'ADN, el material genètic, per tal que les dues cèl·lules filles en rebin una.

A diferència de l'ADN bacterià, que sovint es troba en forma d'ADN circular, l'ADN de les cèl·lules eucariotes es troba en forma de cromosomes lineals i això fa que presentin extrems. Quan es va començar a estudiar la duplicació cel·lular, els científics es van adonar que els extrems suposen un problema per a la replicació de l'ADN: les polimerases (enzims encarregats de duplicar l'ADN) no poden realitzar aquesta duplicació fins a la punta del cromosoma [2] i, per aquest motiu, a cada replicació els cromosomes esdevenen una mica més curts.

De bon principi, la comunitat científica va adonar-se de les implicacions que tenia aquest fenomen: si el que s'havia descobert era cert, volia dir que les cèl·lules anaven perdent ADN en cada divisió! Per tant, les cèl·lules havien de tenir per força algun mecanisme per evitar-ho o, almenys, contrarestar-ho.

La resposta al problema de la replicació dels extrems va arribar el 1978, quan Elizabeth Blackburn, una citogenetista distingida, va descobrir que els extrems cromosòmics de la *Tetrahymena thermophila* contenien la seqüència de sis bases TTGGGG repetida entre 20 i 70 vegades. A aquestes repeticions les va anomenar **telòmers**. [3]

### 2.1. Què són els telòmers?

Els telòmers són unes seqüències d'ADN repetitives i no codificants (sense informació genètica) que es troben als extrems dels cromosomes dels organismes eucariotes i que s'escurcen amb cada divisió cel·lular. La seva seqüència permet proporcionar un extrem replegat al final dels cromosomes i protegir-los davant la pèrdua d'informació genètica essencial per a la cèl·lula durant la replicació cel·lular. En humans, la seva seqüència és TTAGGG i es troba repetida 2.500 vegades (fig. 1). Si busquéssim una analogia en la vida quotidiana, ens podríem imaginar els telòmers com els extrems dels cordons de les sabates, que fan que els cordons no es desfilin.

Uns telòmers excessivament curts tenen el potencial de desplegar la seva estructura replegada i provocar mutacions a l'ADN. Perquè això no passi, el mecanisme evolutiu que han desenvolupat les cèl·lules és limitar el seu creixement: quan els telòmers d'una cèl·lula arriben a una longitud crítica, la cèl·lula o bé mor per apoptosi o bé deixa de dividir-se i entra en una fase de senescència cel·lular [6]. Aquesta regulació és imprescindible per evitar l'aparició de cèl·lules aberrants i perilloses per a l'organisme.

Degut a aquest fenomen, la capacitat proliferativa de les cèl·lules és limitada. El límit



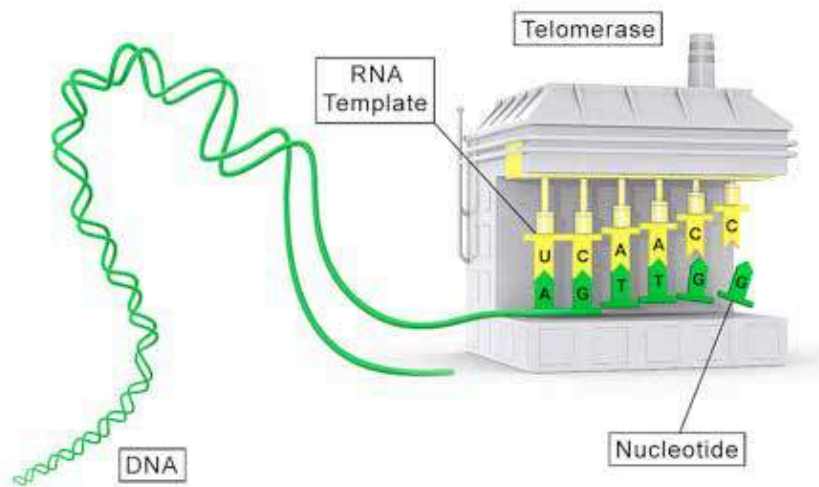
**Figura 1.** Els telòmers tenen la seqüència repetitiva TTAGGG. En els humans la llargada mitjana d'un telòmer és de 11 kB al naixement i de menys de 4 kB a la vellesa [4]. Figura extreta de [5].

màxim de divisions possibles es coneix com **el límit de Hayflick** [7]. Tot i això, no totes les cèl·lules d'un organisme presenten aquest límit de divisions. En alguns casos molt concrets, com en les cèl·lules embrionàries i en les cèl·lules mare, els telòmers es poden allargar gràcies a un enzim anomenat **telomerasa**, descobrint pel qual Blackburn, juntament amb Carol Greider i Jack Szostak, van rebre el Premi Nobel en Fisiologia o Medicina l'any 2009.

### 2.2. Què és la telomerasa i com actua?

La telomerasa és una polimerasa de ADN especialitzada a replicar els extrems terminals de les molècules de ADN lineal, que està constituïda per una subunitat proteica (hTERT) i una cadena motlle de ARN (hTR) (fig. 2). La seva funció és mantenir la llargada telomèrica mitjançant l'addició de la repetició TTAGGG als extrems dels cromosomes. Té activitat retrotranscriptasa, és a dir, que sintetitza una cadena de ADN a partir d'un motlle de ARN.

La telomerasa pot alentir, impedir o, fins i tot, revertir l'escurçament dels telòmers que es produeix a causa de la divisió cel·lular. Tot i això, la telomerasa no es troba en la majoria de cèl·lules somàtiques, sinó que es limita a les cèl·lules germinals i a les cèl·lules mare. La hiperactivació de la telomerasa és també una característica comuna de les cèl·lules cancerígenes.



**Figura 2.** Esquema del funcionament de la telomerasa. La seqüència de nucleòtids de color groc fa referència a la cadena motlle de ARN (hTR) i la figura gris a la subunitat proteica. El fragment verd correspon l'ADN amb els nucleòtids respectius que s'hi van afegint. Figura extreta de [8].

### 3. TELÒMERS I ENVELLIMENT

Els primers signes d'envelliment es comencen a produir a mesura que l'organisme perd la capacitat de fer front als danys cel·lulars, i l'equilibri entre el dany i la reparació s'altera. El fet que algunes de les cèl·lules (les senescentes) deixin de dividir-se fa que siguin incapaces de reparar els danys, cosa que provoca el mal funcionament d'òrgans i teixits. Això dona lloc al desenvolupament de malalties associades amb l'edat (cardiopaties, malalties neurodegeneratives, càncer...). Aquest és un procés que té lloc en tots els organismes durant l'etapa final de la vida.

El dany té múltiples orígens (estrès oxidatiu, desequilibri hormonal...), però s'ha demostrat que un dels més importants és l'escurçament dels telòmers: a mesura que les cèl·lules es divideixen, els telòmers es van erosionant fins arribar a un punt en què ja no són funcionals. És llavors quan les cèl·lules entren en senescència cel·lular, van acumulant danys i, finalment, moren. Així doncs, els telòmers són una de les causes moleculars per les quals envellim.

S'ha trobat una correlació significativa entre edat i longitud telomèrica, que es fa servir com a marcador d'envelliment i de salut d'un individu. Si s'observa que una longitud telomèrica baixa

respecte de la mitjana en el teu grup d'edat, es pot predir un risc més alt de desenvolupar malalties. Per demostrar si l'allargament dels telòmers pot ajudar a frenar l'envelliment, el grup de recerca del CNIO, dirigit per Maria Blasco, va fer un estudi el 2012 en què es va transduir el gen de la telomerasa a ratolins mitjançant un procediment d'enginyeria gènica [9] i es va veure que l'esperança de vida dels ratolins augmentava un 40%. A més, a part de viure més temps també estaven més sans, perquè les malalties tardaven més a aparèixer: el temps de vida que estaven malalts disminuïa.

### 4. I QUÈ PASSA AMB EL CÀNCER?

Encara que sembli estrany, el càncer té en comú amb l'envelliment més del que ens sembla. Un dels motius pels quals es desenvolupen els càncers és que les cèl·lules que presenten telòmers curts tenen inestabilitat genòmica, la qual afavoreix l'aparició de mutacions. Aquestes mutacions són determinants per a l'aparició del càncer. Quan les cèl·lules ja són tumorals, sigui o bé per un oncogen o bé perquè s'ha inhibit un gen supressor de tumors, solen tornar-se immortals i se sobreactiva el gen de la telomerasa (passa en un 90% dels càncers [10]) amb altres mutacions o canvis epigenètics.

Degut a aquesta regulació positiva de la telomerasa, les cèl·lules malignes aconsegueixen evitar l'apoptosi i això els permet continuar dividint-se descontroladament, com es defineix el concepte de la biologia del càncer.

Se sol pensar que la repressió de la telomerasa i l'escurçament dels telòmers en humans pot haver evolucionat, en part, com un mecanisme de protecció anticancerígena. Podríem dir que l'envelliment és el preu que s'ha de pagar per no desenvolupar càncer.

Tot i que encara cal entendre i descobrir moltes coses sobre la regulació de la telomerasa, podria arribar a ser una diana molt atractiva per al tractament del càncer.

## 5. CONCLUSIONS

Els telòmers juguen un paper clau en l'envelliment i les malalties relacionades amb l'edat. De fet, el seu escurçament és el principal factor de risc per desenvolupar aquestes malalties, inclòs el càncer.

Fins ara, les malalties associades a l'edat, com l'Alzheimer, el Parkinson, les cardiopaties o el càncer, s'han estudiat i s'han tractat de manera separada. Es creu que un estudi dels telòmers podria donar solucions a totes aquestes malalties al mateix temps. L'objectiu de la comunitat científica no és allargar la vida de les persones fins als 140 anys, sinó que els anys que visquin ho facin amb més qualitat de vida, lliures de malalties cròniques. Haver arribat a entendre els telòmers ja és tot un èxit científic, però només ha sigut el primer pas. Amb els anys veurem l'aplicació d'aquesta recerca bàsica!

## REFERÈNCIES

1. *Idescat. Indicadors anuals. Esperança de vida a diferents edats* [en línia]. Institut d'Estadística de Catalunya. Generalitat de Catalunya. <<https://www.idescat.cat/indicadors/?id=anual&n=10380&lang=es>> [consulta: 21 març 2019].
2. WELLINGER, Raymund J. (2014). «In the end, what's the problem?». *Molecular cell* [en línia] [Amsterdam: Elsevier], vol. 53, núm. 6 (20 març), p. 855-856. <<https://doi.org/10.1016/j.molcel.2014.03.008>>.
3. BLACKBURN, Elizabeth H.; GREIDER, Carol W.; SZOSTAK, Jack W. (2006). «Telomeres and telomerase: the path from maize, *Tetrahymena* and yeast to human cancer and aging». *Nature Medicine* [en línia] [S. ll.: Springer Nature Publishing AG], vol. 12 (1 octubre), p. 1133-1138. <<https://doi.org/10.1038/nm1006-1133>>.
4. «Telomerase: Scientific Rationale». A: *R & D. Telomerase* [en línia]. Califòrnia: Geron Corporation. <<https://www.geron.com/r-d/telomerase/>> [consulta: 21 febrer 2019].
5. WIKIMEDIA COMMONS. File: Telomere.png (21 agost 2016). <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Telomere.png>> [consulta: 27 març 2019].
6. SABAPATHY, Kanaga; LANE, David P. (2019). «Understanding p53 functions through p53 antibodies». *Journal of Molecular Cell Biology* [en línia] [Oxford: Oxford University Press], mjz010 (14 febrer), p. 1-13. <<https://doi.org/10.1093/jmcb/mjz010>>.
7. SHAY, Jerry W.; WRIGHT, Woodring E. (2000). «Hayflick, his limit, and cellular ageing». *Nature Reviews Molecular Cell Biology* [en línia] [S. ll.: Springer Nature Publishing AG], vol. 1, núm. 1 (1 octubre), p. 72-76. <<https://doi.org/10.1038/35036093>>.
8. VIQUIPÈDIA. Fitxer: Telomerase illustration.jpg (5 octubre 2009). <[https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Telomerase\\_illustration.jpg](https://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Telomerase_illustration.jpg)> [consulta: 24 febrer 2019].
9. DE JESUS, Bruno Bernardes [et al.] (2012). «Telomerase gene therapy in adult and old mice delays aging and increases longevity without increasing cancer». *EMBO Molecular Medicine* [en línia] [Heidelberg: EMBO Press], vol. 4, núm. 8 (15 maig), p. 691-704. <<https://doi.org/10.1002/emmm.201200245>>.
10. SHAY, Jerry W. (2016). «Role of telomeres and telomerase in aging and cancer». *Cancer discovery* [en línia] [S. ll.: American Association for Cancer Research], vol. 6, núm. 6 (30 març), p. 584-593. <<https://doi.org/10.1158/2159-8290.CD-16-0062>>.

# LA REVOLUCIÓ DE LES ÒMIQUES: PERSPECTIVES DE FUTUR



AUTOR:

**XAVIER HERNANDEZ**

Estudiant de PhD en Biologia de Sistemes al Centre de Regulació Genòmica (CRG), Barcelona

## EL PARADIGMA CLÀSSIC DE LA BIOLOGIA MOLECULAR

Un dels últims objectius de la biologia és arribar a entendre com funcionen els éssers vius, és a dir, la manera com un determinat genotip és capaç de produir un cert fenotip. En aquest sentit, durant el segle XX, els estudis genètics en *Drosophila* i els experiments de Beadle i Tatum (box 1), entre d'altres, van desembocar en el dogma central de la biologia, que estableix que cada gen és transcrit a mRNA i traduït per produir una proteïna que desenvoluparà una funció determinada. Aquest paradigma, que ha dominat bona part del pensament científic durant generacions, es basa en dues grans assumpcions. Primer, genotip i fenotip estan directament relacionats, de manera que n'hi ha prou de conèixer tots els gens i els seus productes per entendre el funcionament d'un organisme. Segon, les proteïnes estan organitzades de manera lineal, en què les funcions *downstream* venen determinades pels elements *upstream*, però no a l'inrevés.

El desenvolupament de les anomenades òmiques a finals del segle XX va permetre determinar el contingut complet de gens,

transcrits, proteïnes i metabòlits de diferents organismes. La riquesa d'aquesta informació va generar tantes expectatives entre la comunitat científica que, amb la publicació del primer esborrany del genoma humà l'any 2000, el govern dels EUA afirmava que els científics podrien diagnosticar les malalties de forma precisa, així com assegurar la utilització del tractament més afectiu. Malauradament, això no ha ocorregut. Aleshores, divuit anys després, si el dogma central és cert, com s'explica que no puguem entendre el fenotip complet d'un organisme si en coneixem la totalitat dels seus gens? Doncs bé, més enllà de les dificultats tècniques, el paradigma de via unidireccional de la biologia molecular resulta sovint insuficient.

## QUÈ ÉS LA BIOLOGIA DE SISTEMES?

La biologia de sistemes parteix d'un canvi del paradigma, ja que passa a considerar la relació genotip-fenotip com una xarxa complexa d'interaccions que inclou mecanismes d'intercomunicació i retroalimentació entre vies, que eren implícitament ignorats en el dogma anterior. En altres paraules, en una xarxa formada per nodes (molècules) i arestes



### Box 1: GENÈTICA AL SEGLE XX

El 1910, Thomas Morgan va començar a utilitzar la mosca de la fruita (*Drosophila melanogaster*) com a organisme model per estudiar els principis de l'herència. En els seus estudis, Morgan va observar que certs fenotips de la mosca, com ara el color dels ulls, estaven determinats per la presència de certs al·lels en el genoma.

Uns anys més tard, el 1941, George Beadle i Edward Tatum van utilitzar el fong *Neurospora crassa* per demostrar que la síntesi d'enzims que regulen els processos metabòlics estava determinada genèticament. Quan el fong era irradiat, es generaven mutants incapaçs de sobreviure en medi mínim, mentre que sí que ho feien en medi complet. No obstant això, amb l'addició de l'aminoàcid essencial arginina al medi mínim els mutants recuperaven el creixement. És més, els mutants eren capaços de créixer amb l'addició de precursors de l'arginina situats en la via metabòlica *downstream* de l'enzim mutat, però no en la *upstream*. Així doncs, amb aquest sistema eren capaços d'identificar l'enzim exacte que havia estat mutat, i determinar-ne la posició en la via metabòlica.

(interaccions), la biologia de sistemes estableix el seu focus d'atenció sobre les segones, a diferència del paradigma clàssic. Per tant, l'esquema "1 gen-1 proteïna-1 funció" és substituït per xarxes dinàmiques modulades per perturbacions internes (ex.: alteracions genètiques) i externes (ex.: ambientals) que globalment acaben determinant el fenotip. De fet, etimològicament, es tracta de considerar el nostre objecte d'estudi (generalment, la cèl·lula o un subconjunt) com un tot que anomenem sistema (enfocament holístic, per oposició al reduccionista, box 2).

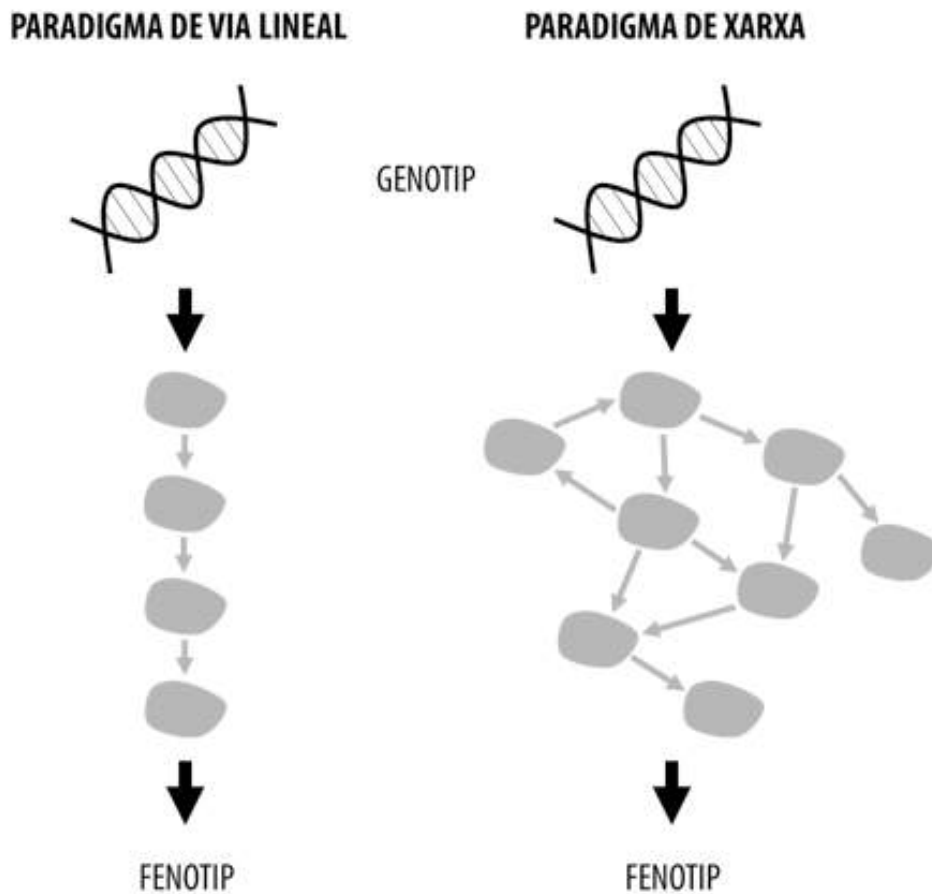
### Box 2: REDUCCIONISME VS HOLISME

El reduccionisme estableix que el **tot no és més que la suma de les parts**, de manera que qualsevol coneixement complex necessita que prèviament es redueixi a les parts més fonamentals. Així doncs, per arribar a conèixer el funcionament de la cèl·lula n'hi hauria prou d'estudiar-ne la composició molecular.

Per contra, l'holisme considera que el **tot és més que la suma de les parts**. En conseqüència, cal mantenir una mirada global dels sistemes per entendre'n el funcionament, mentre que les parts per separat no tenen cap significat. Aquesta constitueix la base de la biologia de sistemes.

Aprofundim-hi amb un exemple quotidià. Tenim una bicicleta, amb el manillar, el seient, els pedals, les rodes, la cadena, etc. Cadascun d'aquests elements per separat no té cap utilitat. En canvi, si som capaços d'entendre com interaccionen entre ells, és a dir, com és el muntatge de la bicicleta, podrem entendre com funciona, a quina velocitat va si pedalem, si és estable, què passarà si es trenca alguna peça, etc. De la mateixa manera, si aconseguim descriure els elements i les interaccions que formen una xarxa gènica, podrem ser capaços de respondre les mateixes preguntes.

De fet, més enllà de constituir un camp més de la biologia, n'engloba molts i els interrelaciona amb un enfocament radicalment diferent, i es pot posar en pràctica tant en una neurona, un bacteri, una cèl·lula tumoral com en un cloroplast. És més, donada la necessitat de crear models matemàtics que expliquin el comportament del sistema, es tracta d'un camp totalment interdisciplinari que inclou biòlegs, bioquímics, informàtics, matemàtics, físics, etc.



*Figura 1. Diferència entre el paradigma tradicional d'1 gen-1 proteïna-1 funció i el nou paradigma de xarxa.*

### UNA MIRADA AL FUTUR

Segons dades de l'Organització Mundial de la Salut, les causes principals de mort de l'any 2015 van ser malalties cardiovasculars, infeccions de les vies respiratòries, càncer o diabetis, entre d'altres. Totes aquestes malalties comparteixen un factor: no en coneixem el mecanisme d'acció o bé ens falten les eines per aturar-lo. De fet, la gran majoria constitueixen el que anomenem *malalties complexes*, causades per la interacció de diversos gens i de factors ambientals. Així doncs, mitjançant la biologia de sistemes comencem a tenir eines per crear models que integrin tots

aquests factors per tal d'aconseguir diagnòstics i tractaments millors, els quals constitueixen la base de la medicina personalitzada.

En resum, la biologia de sistemes ens obre la porta a un món de nous descobriments que encara no s'ha explorat. No us deixeu atemorir pels ordinadors i la programació, i que la bioinformàtica us acompanyi sempre. Recordeu: **el cantó fosc de la força és el camí cap a moltes habilitats que alguns consideren antinaturals.**



# VWR: su socio global de confianza

Innovamos, desarrollamos y suministramos productos, servicios y soluciones fiables y personalizadas para el desarrollo científico

---

Innovadora cartera de productos para laboratorio y producción

---

Servicios y soluciones a medida de alta calidad

---

Red de distribución global y fiable

---

Compromiso con las entregas seguras y a tiempo

---

Capacidades de investigación y desarrollo

---

Conocimiento de la tecnología y normativas vigentes

---

Socio colaborador para el desarrollo científico

Visite [es.vwr.com](http://es.vwr.com) y descubra todo lo que podemos hacer por usted

# PREGUNTA AL *BQ CLUB*

## EM PODRÍEU DONAR ALGUN CONSELL DE COM PODER TROBAR FEINA?

Primer de tot, no us poseu nerviosos, tothom ha hagut de fer aquest pas i hem sobreviscut tots. Depèn de en quin nivell d'estudis us trobeu, encara us queda lluny, però cal fer una aproximació progressiva perquè no us vingui tot de sobte. Segon, cal que "existiu". Per tant us recomano crear un compte a [LinkedIn](#) i, si el vostre interès és la recerca, també a [Research Gate](#). Aquestes webs són xarxes socials estrictament professionals, de forma que el més important és emplenar bé tots els teus estudis, experiència professional (incloent pràctiques), idiomes, publicacions, etc. A part, com tota xarxa social també està per "xafardejar" o, millor dit, investigar l'entorn laboral que t'interessi: tant empreses com persones que podrien ser els vostres futurs companys, competidors, caps. Finalment, aquestes mateixes plataformes també serveixen per buscar feina en l'àmbit empresarial o acadèmic. Evidentment, altres plataformes més amplies que es destinen únicament a cercar feina són [Infojobs](#) o altres.

Si esteu més interessats en un doctorat o en esdevenir algun tipus de professional de la recerca us recomano l'[Euraxess](#), el [Research Gate](#), la pàgina web [Find a PhD](#), la pàgina web de [EMBL](#) i, en casos només d'ofertes nacionals, el [Centro de investigación biomédica en red](#) (Ciber). En totes aquestes pàgines tant institucions privades com públiques pengem els anuncis dels llocs de treball ofertats, tant si són individuals com programes on contracten força gent alhora (programes de doctorat). En tot cas us proveiran amb tota la informació necessària: país i institució on es realitza, requisits i procés de selecció, funcionament de l'aplicatiu online i quins documents cal presentar. Si preferiu també es pot entrar a cada pàgina web de les entitats investigadores privades o públiques per cercar en elles les ofertes de treball. En aquest

cas, normalment, es troba un portal de feina específic de cada entitat on també et porta a un aplicatiu online per sol·licitar el lloc de treball. Alguns centres d'investigació nacionals que puntualitzem "sense ànim de publicitar ni donar més o menys importància" són, per exemple, l'[Idibaps](#), el [Parc de Recerca Biomèdica de Barcelona](#), l'[Institut de Biotecnologia i Biomedicina](#), o bé alguns hospitals que tenen investigació faríem constar com a exemples la [Vall d'Hebron](#), el [Clínic](#) o bé [Can Ruti](#). Finalment, alguns centres internacionals rellevants en la investigació biomèdica són el [Karolinska Institutet](#) (Estocolm, Suècia), la [Universitat de Heidelberg](#) (Heidelberg, Alemanya), el [Biocenter de Vienna](#) (Vienna, Àustria), la [Universitat d'Oxford](#) (Oxford, UK), entre altres.

Si et preguntes com d'important és la nota del grau per al teu futur professional, la realitat és que només és crítica si vols fer el doctorat a Espanya. Tant si la teva opció és fer-lo a l'estranger, com si prefereixes treballar per una empresa, la nota passa a un segon pla, esdevenint les soft skills el més important (capacitat de comunicació, treball en equip, detecció d'errors i resolució de problemes, etc).

En la majoria d'aquests casos us trobareu que la posició ofertada acostuma a venir acompanyada de finançament propi. Malgrat això, en ambients acadèmics és possible que us demanin que sol·liciteu algun tipus de beca per a realitzar la tesis en aquest grup (com en el cas de la FPI, una beca atorgada al grup d'investigació però que cada alumne ha de sol·licitar individualment). És possible, per altra banda, trobar beques públiques (FPU) o privades que es concedeixen directament al candidat i a un projecte associat a un grup. En aquest cas, el prestigi d'aquest grup (que ja haurà d'haver acceptat contractar-te si et concedeixen una beca) pot ser crucial a l'hora d'aconseguir-la.

# NOTÍCIES

## PÍNDOLES DE CIÈNCIA

### [Humans genèticament modificats: una realitat?](#)

Un grup d'investigació xinès defensa que han aconseguit la generació de dues bessones, Lulu i Nana, modificats genèticament per ser resistents a la infecció del virus de la sida. Els detalls del procés no s'han verificat degut a que la notícia s'ha donat a conèixer a través de les xarxes socials i no en un article científic.

### [S'amplia l'abecedari del codi genètic!](#)

Tota la vida està basada en quatre lletres que corresponen a les quatre bases nitrogenades del DNA: A, T, C i G. Ara els científics han aconseguit que el bacteri *E. coli* no només contingui dues noves bases al seu DNA: X i Y; sinó que aquestes incorporacions siguin funcionals.

### [Comença el primer assaig clínic amb CRISPR a Europa](#)

Els desordres genètics són a l'ordre del dia i milers de pacients esperen poder ser curats algun dia. Aquells que pateixen  $\beta$ -talassèmia, una malaltia de la sang, podrien no haver d'esperar tant. A Europa i, pròximament als Estats Units, s'ha iniciat un assaig clínic per intentar curar aquestes malalties utilitzant una aproximació de teràpia gènica amb la revolucionària eina d'edició genòmica CRISPR.

### [Científics xinesos aconsegueixen fer germinar plantes a la Lluna](#)

La colonització de nous planetes i, en aquest cas concret, de la Lluna, passa per poder crear ambients autosostenibles a la seva superfície. És per això que, tot i la seva mort degut a les temperatures extremes, demostrar que les llavors poden germinar a la superfície lunar és un primer pas que ens apropa a aquest objectiu.

### [Una nova tècnica no invasiva per eliminar el virus del papil·loma humà \(VPH\)](#)



La teràpia fotodinàmica ha demostrat ser efectiva en l'eliminació del VPH en pacients portadores del mateix, fins i tot en el cas de presentar lesions. Tot i això, és important recordar que més val prevenir que curar, i l'existència d'una cura no pot substituir les campanyes de vacunació.

### [Retirats vuit treballs de Carlos Lopez Otín](#)

Després de detectar irregularitats en vuit dels treballs del notable investigador, la revista *Journal of Biological Chemistry* ha decidit retirar-los. Malgrat això, no es qüestiona la validesa dels resultats, àmpliament validats, sinó la manipulació dels mateixos a l'hora de presentar-los a la comunitat científica.

# CALENDARI

Aquí teniu una selecció de futures activitats científiques que us poden resultar d'interès.

-  Tots els públics
-  ESO i batxillerat
-  Carrera
-  Màster
-  Doctorat



# CRIDA A LA COL·LABORACIÓ

Els editors de *BQ Club* som gent amb una gran motivació per divulgar ciència i amb ganes d'interaccionar amb vosaltres! Tens dubtes sobre la universitat o la teva formació? T'interessa algun tema científic en particular? Vols publicar a *BQ Club* algun dels teus treballs o vinyetes?

Si vols posar el teu gra de sorra en alguna de les seccions següents, envia'ns un correu a [bqclub.editors@gmail.com](mailto:bqclub.editors@gmail.com) i [jmfernandeznovell@ub.edu](mailto:jmfernandeznovell@ub.edu) i et respondrem tan aviat com puguem!

- A la secció "I Love Science" es publiquen articles de temàtica científica: des d'articles d'opinió fins a temes d'interès general o d'actualitat. Si tens alguna proposta interessant escriu-nos i et farem arribar les bases per publicar.
- La secció "Pregunta al *BQ Club*" espera rebre els vostres dubtes i curiositats.
- La secció "Entreteniment" està a disposició de vinyetes, acudits i material de passatemps de caire científic. Si tens sentit de l'humor i el saps aplicar a la ciència, també tenim un espai per a tu.
- Per a qualsevol altra idea o suggeriment, no dubtis a contactar amb nosaltres. Els teus comentaris seran més que benvinguts.

# ENTRETENIMENT

AUTORS:  
EQUIP EDITORIAL

La ciència ficció acostuma a presentar-nos un futur distòpic, és difícil trobar ficció optimista i això és perquè és més fàcil imaginar desgràcies que no pas alegries. La humanitat és pessimista en la nostra era però el constant progrés de la ciència demostra que hi ha gent que creu en el futur.

Equip de redacció

**PROBLEMES DE LA CIÈNCIA**

Carrera de publicacions: La desvirtualització de la investigació, que cerca notorietat en revistes científiques en comptes de fer recerca pel coneixement de la humanitat. Aquesta carrera ha omplert de brossa les revistes científiques amb informacions incompletes, faltes de suport en dades, competició entre grups i enfrontaments degut a hipòtesis contràries.

**THE EVOLUTION OF ACADEMIA**

Errors i errates: La publicació precipitada de resultats, molts cops no contrastats, o amb errors, ha afectat greument a la ciència, fent aparèixer fins i tot llegendes urbanes com que els espinacs tenen molt ferro (errata en la publicació original, on es va afegir un zero de més al valor), o la existència de llops "alfa" (investigacions posteriors van mostrar que era una estructura d'obediència familiar).

**CANCIÓN DE CUNA PARA PEQUEÑOS ASTRONAUTAS**

*Está claro que en el autismo hay una predisposición genética pero no se sabe en qué grado.*

Su madre lo acuna  
lo mece entre sus brazos  
le susurra una nana sobre la luna.

Él levanta la cabeza  
y pierde sus ojitos de color del cielo  
en algún otro lugar de la galaxia:  
allí donde nadie puede mirarle,  
allí donde hay tantas cosas que mirar  
que siempre parecerá que no mire nada.  
De mayor será astronauta.

Un poco más arriba  
a un ojo del mismo azul se le escapa una lágrima  
que su hijo puede que nunca llegue a entender.  
La lágrima que todas las madres de astronautas,  
temerosas de que su niño se quede a vivir en el espacio,  
tienen siempre a punto de salir.

El niño se duerme.  
La madre le dibuja una constelación a besos  
y se pregunta  
se pregunta qué hubiese cambiado  
si fuesen distintos los genes que le ha dado.

Autora: Clara Vizuete



### Sopa de lletres

Busca les assignatures de bioquímica de la UB que s'han perdut! El procés és més o menys el mateix que quan et matricules.

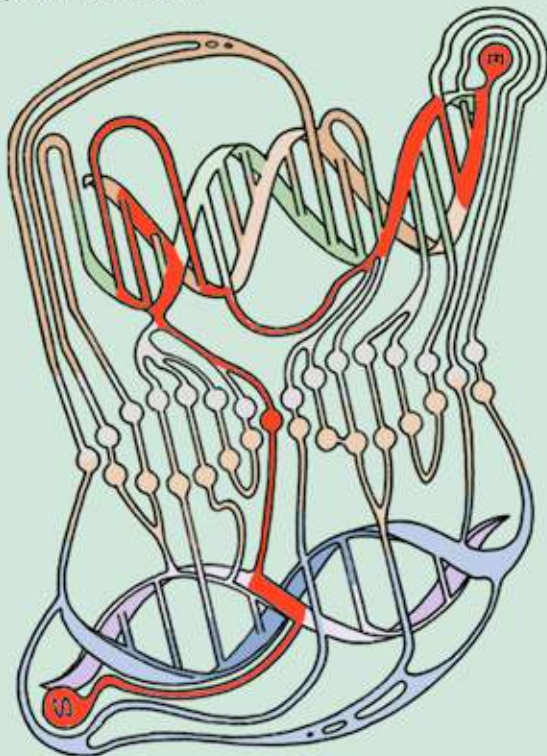
Microbiologia	Metabolisme	Immunologia
Bioinformatica	AnalisiGenetic	Laboratori1
Fisiologia	Cultius	Estadística
Analisi de dades	Endocrinologia	Regulació
		QuímicaOrganica

```

E A I G O L O I B O R C I M B
N C N I M L C C E R M C O I O
D I A A M H G G U I R N O F E
C T R E L M R E S T C I B I S
C N S E A I U O Z D N A S S T
R E I O G C S N R F A C M I A
I G R M S U R I O U U N E O D
N I L N A L L R D L S U E L I
O S A O L L M A T E O R N O S
L I N O O A N I C O D G C G T
O L L R T U U E L I I A I I I
G A D I R S L A A S O I D A C
I N C M E T A B O L I S M E A
A A N L A B O R A T O R I I S
Q U I M I C A O R G A N I C A
    
```

### Laberints

Aquí es pot observar la resolució (en vermell) del laberint publicat al BQ Club 4 i al pòster presentat al congrés Hands on Science (en negre). Vas trobar el camí?



### Horòscop

	<b>Àries.</b> Quan arribi la futura invasió de flamencs intel·ligents i comenci la Guerra Mundial F, has de tenir llest el virus amb el que eliminar aquesta raça maligna.
	<b>Taure.</b> Si et poses al sol, faràs la fotosíntesis.
	<b>Bessons.</b> Seràs molt vulnerable a qualsevol patogen, rodeja't de filtres HEPA!
	<b>Cranc.</b> Podràs modificar als teus companys amb CRISPR impunement.
	<b>Lleó.</b> Passaràs molta gana i estaràs tot el mes consumint cossos cetònics del teu greix.
	<b>Verge.</b> Guanyaràs entrades per anar al Silurian Park, Cambrian Park i Edicarian Park.
	<b>Balança.</b> Noooo, altre cop problemes metabòlics, endocrins o fisiològics no! Et preguntaràs, perquè tinc el mateix horòscop que a BQ Club 1?
	<b>Escorpió.</b> El biodièsel és el futur, has de lluitar contra la amenaça dels cotxes elèctrics, tothom sap que adquiriran intel·ligència i es revelaran contra nosaltres.
	<b>Sagitari.</b> La genètica forense és lo teu, procura obtenir cadàvers frescos.
	<b>Capricorn.</b> Deixa d'afegir aigua a la homeopatia, no millora els seus efectes.
	<b>Aquari.</b> Perdràs el mòbil, però obtindràs telepatia. No és un mal canvi. Però et compraràs un mòbil nou per si de cas.
	<b>Peixos.</b> Descobriràs que aquest horòscop prediu el futur de debò! I que totes les entrades anteriors s'apliquen a tu simultàniament!

El creador d'aquest horòscop és incrèdul respecte a la seva efectivitat real, i recalca que els horòscops i demés creences i pseudociències funcionen només si una persona creu en elles per autosuggestió, no per fets reals. El present horòscop no segueix les lleis naturals (ni tampoc les dels horòscops), de manera que és, en realitat, un simple conjunt d'acudits i probabilitats rutinàries.

