REVBIGO

Revista da Facultade de Bioloxía. Universidade de Vigo

Volume X | Ano 2018

GERTRUDE B. ELION

*biochemist and pharmachologist*

# REVBIGO

Revista da Facultade de Bioloxía. Universidade de Vigo

Facultade de Bioloxía
Universidade de Vigo

Esta publicación foi financiada con fondos procedentes da Facultade de Bioloxía da Universidade de Vigo. Todos os dereitos quedan reservados o equipo editor. Calquera reproducción total ou parcial sen permiso será considerado plaxio.

http://bioloxia.uvigo.es

## Consello Editorial


| | | |
|---|---|---|
| *Marisa Castro Cerceda* | Profesora Titular de Botánica | Dpto. de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo |
| *Emilio Gil Martín* | Profesor Titular de Bioquímica | Dpto. de Bioquímica, Xenética e Inmunoloxía |
| *Fuencisla Mariño Callejo* | Profesora Titular de Zooloxía | Dpto. de Ecoloxía e Bioloxía Animal |
| *Manuel Megías Pacheco* | Profesor Titular de Bioloxía Celular | Dpto. de Bioloxía Funcional e Ciencias da Saúde |
| *Pilar Molist García* | Profesora Titular de Bioloxía Celular | Dpto. de Bioloxía Funcional e Ciencias da Saúde |
| *Manuel Ángel Pombal Diego* | Profesor Titular de Bioloxía Celular | Dpto. de Bioloxía Funcional e Ciencias da Saúde |
| *Jonatan Reboredo Durán* | Alumno egresado do Grao en Bioloxía | Dpto. de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo |


## Colaboradores


| | | |
|---|---|---|
| *Mª Jesús Iglesias Briones* | Catedrática de Zooloxía | Dpto. de Ecoloxía e Bioloxía Animal |
| *Aida García Molares* | Profesora Titular de Botánica | Dpto. de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo |
| *Mª Fuencisla Mariño Callejo* | Profesora Titular de Zooloxía | Dpto. de Ecoloxía e Bioloxía Animal |
| *Josefina Garrido González* | Profesora Titular de Zooloxía | Dpto. de Ecoloxía e Bioloxía Animal |
| *Antonio Carvajal Rodríguez* | Profesor Titular de Xenética | Dpto. de Bioquímica, Xenética e Inmunoloxía |
| *Mª Luisa Castro Cerceda* | Profesora Titular de Botánica | Dpto. de Bioloxía Vexetal e Ciencias do Solo |


## Edita: Decanato da Facultade de Bioloxía


| | |
|---|---|
| *Jesús M. Míguez Miramontes* | Decano |
| *Mercedes Gallardo Medina* | Vicedecana |
| *Manuel Ángel Pombal Diego* | Vicedecano |
| *Fuencisla Mariño Callejo* | Vicedecana |
| *Aida García Molares* | Secretaria |


ISSN: 2386-8929

# Indice

## Anuario

Tempo de títulos 07

La excelencia sin estridencia de Gertrude Belle Elion 09

Achegamento da Facultade de Bioloxía ao público en xeral 13

V Exposición Micolóxica da Facultade de Bioloxía 15

La biología es nuestra vida y también nuestro futuro 17

Conferencia de San Alberte 2017: CSI *made in Galicia* 21

Incendios forestais: a «marea negra» dos montes galegos 23

Redacción y ejecución de proyectos: una experiencia colaborativa en 4º curso de Biología 25

Acto de Graduación 22 de junio de 2018. Discurso de la Madrina 27

Acto de Graduación 22 de junio de 2018. Discurso del Padrino 29

Acto de Graduación 22 de junio de 2018. Discurso de los alumnos 31

## Traballos académicos

*Chrysomallon squamiferum*: un titán desconocido 34
*Alonso Carballo, D.; Fernández Troncoso, E.; González Campos, C. y Pérez Lago, J. M.*

La «revolución sexual» de los reptiles 37
*Almuíña Domínguez, I.; Armesto Luaces, M.; Blanco Vaqueiro, M.; Bouzada Díaz, R.; Fernández Gutiérrez, J.; Fernández Varela, J.; González Abalde, C.; González Campos, C.; Lagoa Núñez, A.; Marra Fernández, J.; Martínez Barreiro, I.; Martínez Vaquero, C.; Melón Raña, A.; Ramos Gallego, E.; Rodríguez Addesso, B.; Seoane Liberata, C. y Vázquez Limia, C.*

Micorrizas 42
*Fonseca Silva, P.; González Abalde, C.; Silva Bea, S.; Touza Soage, P. y Trigo Viéitez, A.*

Setas tóxicas 48
*Panebianco Barreiro, A.; Rafael Vidal, C.*

Avaliación do efecto causado na fauna de macroinvertebrados por unha minicentral hidroeléctrica no río Fragoso (Ourense) 55
*Polina González, A.*

Estudio del sesgo mutacional en contenido G+C en posiciones variables (SNPs) de las poblaciones humanas africana, asiática y centroeuropea 61
*Pérez Rodríguez, D.*

Estudio temporal de la biodiversidad de macroinvertebrados en lagunas de la Red Natura 2000 67
*Davila Fernández, M.*

Análisis del crecimiento de hongos con interés nutracéutico sobre diversos sustratos vegetales: optimizando dos protocolos de cultivo miceliar 74
*Vázquez Fernández, E.*

Catálogo micolóxico da reserva da biosfera na área de Allariz - Concello de Allariz 79
*Rivas-Ferreiro, M.*

A mediación como ferramenta para a mellora da convivencia no I.E.S. Antón Alonso Ríos de Tomiño 85
*Rodríguez Romero, M.*

ANUARIO

# Tempo de títulos

A implantación dos novos títulos universitarios no marco o Espazo Europeo de Educación Superior, coñecidos coloquialmente como títulos adaptados a Bolonia, comportou un longo proceso de adaptación de contidos, metodoloxías docentes e sistemas de avaliación a fin de alcanzar os obxectivos e competencias definidos no deseño dos mesmos. En paralelo aos Graos en Bioloxía que xurdiron do ronsel marcado pola previa Licenciatura en Bioloxía cumpridamente implantada a nivel do estado español, xurdiron unha infinidade de títulos de grao relacionados co mesmo ámbito de coñecemento, incluíndo os campos da biotecnoloxía, ciencias ambientais, biomedicina e bioloxía humana, entre outros.

Neste proceso de varios anos foi a miúdo evidente un transfundo de loita interna nas diferentes comunidades do estado por facerse co maior número posible de títulos biolóxicos, ou en todo caso entre universidades por lograr algún máis que a universidade veciña. Todos estes novos títulos comparten co de Grao en Bioloxía unha boa parte dos seus contidos e competencias, que se despregan en materias facilmente identificables, os cales formaban tamén parte de que as licenciaturas en bioloxía. En definitiva, o proceso dirixiuse de forma rápida polos interesados cara ao humilde obxectivo de repartirse a torta denominada "bioloxía", ou os anacos da mesma, seguindo o principio de que o que primeiro pilla, primeiro lévallo.

Curiosamente, a situación en Galicia evolucionou de maneira diferente que no resto do Estado, xa que o Grao en Bioloxía implantado nas tres Universidades galegas permaneceu como única titulación derivada da anterior Licenciatura de Bioloxía. Con iso e quizais como parte dun pacto tácito, evitouse unha loita intestina entre as universidades galegas por ampliar o número de títulos de ciencias, tentando os responsables racionalizar, ao meu xuízo con boa lóxica, o mapa de titulacións do SUG xa de por se complexo e con evidentes repeticións. Tras nove anos nesta condición restritiva, no presente curso deuse por aberto o proceso de novas titulacións que incluirá unha de Grao en Biotecnoloxía de inmediata implantación na universidade compostelá.

Lonxe de criticar a existencia da devandita titulación, cuxa presencia é xa un feito en case vinte universidades de España, este escrito pon en dúbida a eficacia da medida iniciada en Galicia sen levarse a cabo un estudo profundo sobre a súa necesidade, a teor dos Graos de Bioloxía existentes, que incluíse tamén unha consulta aos centros que actualmente impartimos a titulación matriz. Non parece considerarse a súa posible repercusión nos títulos xa existentes de Bioloxía, nin a existencia dun máster en Biotecnoloxía Avanzada fortemente arraigado no SUG, nin lamentablemente o contexto laboral en que os novos titulados levarán a cabo a súa actividade. No fondo desta análise debería subxacer sen dúbida a demanda de estudantes polas titulacións de ámbito científico, a cal é moi elevada nestes momentos, pero tamén e de maneira prioritaria a necesidade social deses titulados, cuxo horizonte competencial e laboral superponse notablemente cos graduados en Bioloxía.

É evidente a falta de estudos rigorosos de inserción laboral que faciliten a análise global do proceso, non só tendo en conta o contexto actual senón cunha previsión a medio e longo prazo, pensando nos futuros graduados. Sexa como for, o efecto negativo provocado polos anos de crise económica tardará en facerse notar na creación de postos de traballo, máxime cando a precariedade laboral parece unha norma dos tempos actuais e a demanda de postos especializados do ámbito da bioloxía é escasa, con moitos licenciados e graduados véndose obrigados á emigración e con poucas perspectivas de atopar un posto de traballo en relación coa súa formación. Neste contexto, non é evidente a oportunidade de incrementar a oferta de titulados no ámbito da bioloxía na nosa comunidade, salvo que aceptemos que priman as razóns de oportunismo político-universitario por encima dos argumentos académicos ou do interese social e laboral.

A conxuntura actual de títulos de grao e máster que coexisten na Facultade de Bioloxía da Universidade de Vigo claramente referenda unha estrutura baseada nunha titulación xeneralista de Grao e varios títulos de especialización con formato de Máster. Supostamente esta era a regra coa que se partía cando se deseñaron os títulos adaptados ao EEES e de feito a aposta da Facultade por ampliar a oferta de especialización foi decidida desde aquel entón. Como proba diso, no curso 2018-19 iniciáronse os estudos de Máster en Xenómica e Xenética, así como os de Máster en Biodiversidade, que se suman aos xa existentes de Acuicultura, Bioloxía Mariña, Neurociencia e Biotecnoloxía Avanzada, todos eles de carácter interuniversitario e con evidente éxito en canto a demanda de estudantes. Para a Facultade de Bioloxía é un reto prioritario manter a oferta de másteres e darlles estabilidade, compartindo as cargas e responsabilidades coas Facultades co-partícipes das Universidades de Santiago e A Coruña.

Pretender que estas titulacións teñan éxito e recoñézanse en Galicia e máis aló como unha formación especializada de primeiro nivel, é un reto que se está conseguindo con notable éxito e que debe formar parte dos nosos obxectivos futuros. Razoablemente, ao meu modo de ver, estes títulos tamén deberían ser máis apoiados na súa organización e recursos polos responsables Universitarios e da Comunidade, quen tamén os deberían ter en conta á hora de perfilar o futuro mapa de títulos de grao relacionados coa bioloxía, e mesmo á hora de mellorar a oferta existente.

Calquera planificación pode ser válida se está apoiada por estudos rigorosos e congruentes que lle dean respaldo, pero será un fracaso

se non ten en conta o que xa está en marcha e funciona de forma aceptable.

Mentres tanto, o noso obxectivo como centro debe ser a mellora continua das titulacións e a súa actualización para formar mellores profesionais da bioloxía que saiban responder ao que a sociedade demanda. Adiante, pois.

Jesús M. Míguez Miramontes
Decano da Facultade de Bioloxía

ANUARIO

# La excelencia sin estridencia de Gertrude Belle Elion

Emilio Gil Martín
Profesor del Área de Bioquímica y Biología Molecular

Mujer; judía; emigrante; pobre. He aquí algunos de los condicionantes con que arrancó la vida de la protagonista de cabecera de este número de Revbigo. Bajo el cuádruple estigma de su sexo, adscripción religiosa, condición de origen y estatus socioeconómico, todo presagiaba una trayectoria de vuelo raso y difícil. Y no faltaron lastres en sus tobillos, como más adelante reseñaremos. Pero quizá intuyendo la profundidad de los versos de nuestro poeta hizo camino al nadar, imprimiendo determinación a todos sus pasos hasta esquivar prejuicios, estigmas y adversidades, y sustraer a la historia otra postergación que añadir al martirologio de la mujer en la causa de la ciencia. Porque como pronto quedará claro en estas líneas, la mujer que nos ocupa no sólo consiguió triunfar en un mundo netamente masculino –que tanto ha menospreciado las aportaciones femeninas a las artes y las ciencias–, sino brillar como una de las bioquímicas y farmacólogas de más talento de su generación y de paso labrar una de las carreras más importantes de la Medicina de todos los tiempos.

Nacida un frío enero en el Nueva York de 1918, Gertrude Belle Elion fue hija de emigrantes; Robert Elion, dentista de origen lituano llegado a EEUU con 12 años y Bertha Cohen, ama de casa nacida en Polonia y emigrada a los 14. Las oportunidades de ascenso a la clase media que los Estados Unidos les brindó en un primer momento, se las arrebató en seco con el crac de 1929. Empobrecidos económicamente, sin embargo los Elion-Cohen tuvieron la lucidez de ver en el estudio la única vía para el acceso de sus hijos a una vida mejor. No obstante el interés de la familia por la formación, terminada la secundaria Gertrude no pudo ingresar en la universidad de Nueva York por motivos económicos, y lo hizo en 1933, gracias a sus excelentes calificaciones académicas, en una escuela pública de secretariado –para mujeres–, el *Hunter College*, donde logró el graduado en Química cuatro años más tarde.

Una de las características de la Gertrude B. Elion de juventud fue la voracidad lectora y la motivación intelectual por prácticamente cualquiera de las materias que tuvo la oportunidad de estudiar ("I loved to learn everything"). Así las cosas, la orientación elegida para sus estudios y posterior carrera científica emanaron de la infortunada experiencia –a los 15 años– de ver morir por cáncer de estómago a su abuelo materno, a quien se sentía entrañablemente unida ("whom I loved dearly"). De este modo anidó en ella la voluntad de utilizar el conocimiento químico en favor del avance de la Medicina y enfrentar el cruel designio de la enfermedad, particularmente el cáncer. "I watched him go over a period of months in a very painful way, and it suddenly occurred to me that what I needed to do was to become a scientist, and particularly a chemist, so that I was highly motivated to do something that might eventually lead to a cure for this terrible disease", dejó escrito. Pese a esta expresiva confesión, parece que en la elección algo también tuvo que ver la lectura de una de sus obras favoritas, el inspirador y recomendable "Cazadores de microbios", escrito en 1926 por el microbiólogo norteamericano Paul de Kruif (1890-1971).

Graduada en 1937 por el *Hunter College* y sin los recursos económicos para proseguir su formación en la prestigiosa Universidad de Nueva York, solicitó incorporarse como estudiante becada a 15 centros de estudios superiores de todo el estado, de los que nunca recibió respuesta por su condición de mujer. Con amargura lo recordaría posteriormente; "Nobody… took me seriously. They wondered why in the world I wanted to be a chemist when no women were doing that. The world was not waiting for me". Esta necedad, que a otras –y otros– nos habría convencido de redirigir la vida profesional hacia derroteros más amigables, en ella no hizo mella sino que, al contrario, actuó de espoleta. Y así, determinada a seguir el curso de su vocación

científica, toda una rareza entre las mujeres de aquel periodo, e imposibilitada para acceder a un trabajo cualificado, consintió en trabajar desinteresadamente año y medio, y por un irrisorio sueldo más adelante ("the magnificent sum of $20 a week"), como ayudante voluntaria en un laboratorio de química (de los puestos relevantes la mujer estaba excluida). La necesidad de financiarse su propia formación le obligó a simultanear esta primera actividad profesional con la docencia como suplente ("permanent substitute for $7.5 a day") en la *Duke University* y el *New York Hospital School of Nursing*, hasta que con sus pequeños ahorros pudo matricularse en un postgrado de la Universidad de Nueva York, en el otoño de 1939. Allí "I was the only female in my graduate chemistry class but no one seemed to mind, and I did not consider it at all strange". Además, su estrechez económica le obligó nuevamente a simultanear una actividad laboral, esta vez como profesora sustituta en las escuelas de Nueva York (…"teaching chemistry, physics and general science for two years"…), con la investigación, que necesariamente realizaba por la noche y en fin de semana, hasta obtener en 1941 su Máster en Ciencias Químicas. Aquí se detiene la formación superior de Gertrude quien, por tanto, no llegó a doctorarse formalmente.

Los primeros intentos de colocación como investigadora titulada fueron infructuosos, y frustrantes ("I hadn't aware that any doors were closed to me until I started knocking on them"), pero entretanto estalló la II Guerra Mundial y la escasez de varones en los puestos de trabajo facilitó el acceso a ellos de la mujer. Fue así como pudo al fin trabajar de química analítica de control de calidad en una empresa de alimentación (valorando la acidez de escabeches y el color de mayonesas) y en los laboratorios *Johnson&Johnson*, adquiriendo la familiaridad con el instrumental de laboratorio que tantos réditos comenzaría enseguida a producir. Pasando el tiempo "the work was so repetitive and I was no longer learning anything", y otra vez retomó la búsqueda afanosa de una actividad que le acercase a la investigación, hasta que en 1944 quedó cautivada ("This sounded very exciting") por un puesto de ayudante del doctor George Hitchings, en los *Burroughs Wellcome Research Laboratories* (actualmente parte del conglomerado *GlaxoSmithKline*), para estudiar las purinas y pirimidinas ("…which I must confess i'd never even heard of up to that point"). Bajo el lema de la empresa "Si alguien tiene una buena idea, encontrará total libertad para desarrollarla", fue aquí donde pudo dar rienda libre a su espíritu de aventura científica y comenzar el periplo virtuoso que la auparía al cénit de la ciencia contemporánea. En esta ascensión, es justo señalarlo, mucho tuvo que ver su relación con Hitchings, que no pudo ser más empática ("My thirst for knowledge stood me in good stead in that laboratory, because Dr. Hitchings permitted me to learn as rapidly as I could and to take on more and more responsibility"), duradera (39 años de colaboración, llegando incluso a sucederle en la dirección del Departamento de Terapéutica Experimental tras su jubilación en 1969), fecunda ("I never felt constrained to remain strictly in chemistry, but was able to broaden my horizons") y extraordinaria ("When we began to see the results of our efforts in the form of new drugs which filled real medical needs and benefited patients in very visible ways, our feeling of reward was immeasurable"). La alianza Hitchings-Elion fue efectivamente potentísima y el puntal de las eminentes carreras de los dos, que no se entienden sin la colaboración franca de ambos; en palabras del propio Hitchings "el mejor día de mi trabajo fue aquél en que acepté como técnico a Elion".

Elion y Hitchings concentraron su interés en caracterizar los cambios bioquímicos que apartan a las células humanas de la normofisiología a consecuencia de la transformación neoplásica y a las células bacterianas tras su infección por virus, con miras a obtener relaciones causa-efecto de las que extraer claves de guía para el desarrollo selectivo de moléculas eficaces contra procesos infecciosos o el cáncer. Este ingenioso modo de proceder se denomina desde entonces *diseño racional de fármacos* o síntesis dirigida de moléculas con estructuras definidas, y significó una auténtica revolución conceptual en el modo de desarrollar terapias farmacológicas porque, idealmente, actuando sobre dianas selectivas de importancia crítica conseguiría eliminar las células indeseadas (neoplásicas o de patógenos infecciosos) sin dañar el tejido sano circundante.

En los años 40, antes de que se dilucidara la estructura molecular del ADN, muy poco se conocía sobre la síntesis de los ácidos nucleicos, a excepción de que la purina actuaba como precursor de dos de sus bases constituyentes (adenina y guanina), y que su presencia en los medios de crecimiento era vital para el cultivo in vitro de bacterias, parásitos y líneas tumorales. La hipótesis procedimental de la que partió el tándem Elion-Hitchings fue sintetizar antagonistas de estos precursores esenciales, esto es, derivados estructurales de las bases purínicas (o alternativamente pirimidínicas) que, una vez incorporados a la maquinaria de síntesis de modelos microbianos (*Lactobacillus casei*), lograsen la inhibición replicativa y la consiguiente parálisis metabólica de las células en crecimiento para, seguidamente, tratar de escudriñar la bioquímica subyacente del proceso; etapa interceptada y modo de acción del fármaco. Este ángulo de ataque supuso un novedosísimo enfoque en la farmacología experimental, ya que 1) superaba el procedimiento clásico de cribado (ensayo-error) para la obtención de nuevas moléculas con potencial biológico (el ya aludido *diseño racional de fármacos*) y 2) aportaba una poderosa herramienta de bloqueo selectivo para la identificación de intermediarios de las rutas estranguladas cinéticamente, el cual, con la sagacidad debida, podía servir al propósito de elucidar los procesos unitarios operantes en las células, dando nacimiento a la archiconocida *teoría de los antimetabolitos*. Este camino no fue fácil de recorrer partiendo del muy escaso y fraccionado conocimiento que se tenía en la época de la bioquímica del metabolismo intermediario; "Each series of studies was like a mystery story in that we were constantly trying to deduce what the microbiological results meant, with little biochemical information to help us". Sin embargo, la genial complicidad entre Elion y Hitchings supo advertir la fórmula de éxito: encontrar sinergias de actuación entre las poderosas herramientas de investigación química y biológica y ponerlas al

servicio de la complejidad de objetivos de la microbiología, la enzimología, la inmunología y la farmacología, aglutinando para ello en los *Burroughs Wellcome* un auténtico "research dream team" de más de 50 personas entre químicos, bioquímicos, virólogos y oncólogos. Este modelo de trabajo integrado y multidisciplinar ("This department was sometimes termed by some of my colleagues a mini-institute") cimentó la estrategia actual de los grandes equipos para acometer proyectos de clínica traslacional o de ciencia de vanguardia. "We were exploring new frontiers" sentenciaba Elion, con el claro convencimiento de que el canon organizativo de la suya, y de cualquier otra gran iniciativa de investigación biológica, debería ser la suma del esfuerzo de muchos y la integración de las diferentes ópticas de cada uno porque, sólo así, "this made it possible to coordinate our work and cooperate in a manner that was extremely useful for development of new drugs".

La metodología sistemática de diseño de drogas puesta a punto por Hitchings y Elion mostró toda su potencia a lo largo de la segunda mitad del siglo pasado; al inicio de la década de 1950, por ejemplo, habían testado en *L. casei* más de 100 nuevos compuestos, una formidable proeza en aquel tiempo, que permitió al equipo dar con una amplísima colección de fármacos –de la diaminopurina de 1948 hasta el acyclovir de 1977– para el combate de numerosas enfermedades y la mejora de la calidad de vida de los pacientes. Así, en 1948 Elion sintetizó el derivado diaminopurina, un análogo de la adenina capaz de detener el crecimiento de *L. casei* y con efecto antileucémico. Si bien el uso como quimioterápico quedó descartado a causa de sus intensos efectos secundarios, la continuación de esta línea de trabajo les sonrió tres años más tarde al obtener dos derivados purínicos azufrados, la 6-tioguanina y la 6-mercaptopurina. La última de ellas manifestó un interesante perfil farmacológico, pues aunaba potencial antineoplásico y escasa toxicidad para el receptor. Rápidamente testado, primero en ratas y después en cuatro niños con leucemia granulocítica crónica en el *Sloan Kettering Institute* de Nueva York, dio la sorpresa de lograr dos remisiones completas de la enfermedad. Este formidable hallazgo permitió prolongar el tiempo medio de vida de los enfermos por leucemia de los tres o cuatro meses a finales de la década de 1940 a la remisión total de uno de cada tres pacientes. La introducción de este fármaco representó tal éxito que la Agencia Americana del Medicamento (FDA) facultó su uso clínico en 1953, dos años después de su síntesis y tan sólo diez meses desde la fecha de inicio de las pruebas clínicas en humanos y siete de la comunicación pública de los resultados, un tiempo récord para los estándares actuales. Sin embargo, los pacientes no quedaban curados y Elion se propuso ir más allá probando nuevas alternativas de tratamiento. Se llegó así a la confección de cócteles de 6-tioguasnina, 6-mercaptopurina y otras drogas, más eficaces y hoy convertidos en un estándar quimioterápico que logra la cura del 80% de los pacientes con algunas formas de leucemia.

Partiendo de estos mismos presupuestos teóricos, en 1950 sintetizaron el antimalárico pirimetamina (2.000 veces más tóxico para el parásito que para las células del hospedador humano); en 1956 el bacteriostático trimetoprima, rápidamente seguido en 1957 por la azatioprina (*Imuran*), de una extraordinaria importancia médica por su actividad inmunosupresora, que permite el manejo clínico de procesos autoinmunes y de pacientes trasplantados; seis años después consiguieron el alopurinol, un bloqueante de la uricemia empleado en el tratamiento de la gota; en los 60 el equipo obtuvo sonados éxitos en el combate de procesos infecciosos gracias a la inhibición de la replicación bacteriana de la mano de fármacos como la trimetoprima, que se emplea frente a la septicemia y las infecciones bacterianas de las vías respiratorias y urinarias. Además, tras acceder a la jefatura del Dpto. de Terapéutica Experimental, Elion concentró su esfuerzo en la obtención de antivirales, logrando un éxito prominente en este ámbito en 1977 con el desarrollo del acyclovir (*Zovirax*), un antivírico con la capacidad de detener la replicación de los herpesvirus. Muchos bioquímicos, Hitchings entre ellos, desconfiaban de que pudieran descubrirse antivíricos selectivos y eficaces. Elion, por el contrario, estaba convencida de ello y fue su persistencia la que acabó demostrando errónea la percepción de Hitchings y de la mayoría de la profesión. Como más adelante ella misma reflexionó por escrito, el éxito del acyclovir despertó la atención de la industria farmacéutica y animó la búsqueda años más tarde de una respuesta farmacológica a la amenaza del virus de la inmunodeficiencia humana. Tanto es así que fueron científicos de *Burroughs Wellcome* formados por ella misma los que comenzaron en 1985 a trabajar con el 3'-azido-3'-desoxitimidina (azidotimidina o AZT), un quimioterápico en desuso del que tan solo dos años más tarde se lograría obtener el primer tratamiento antirretroviral contra el SIDA, un hito que sellaría definitivamente el destino de Elion hacia el olimpo de los Nobel. Nobel –de Fisiología y Medicina– que llegaría efectivamente pronto, en 1988, por el conjunto de extraordinarias contribuciones hechas al tratamiento con fármacos (la 6-mercaptopurina sigue considerándose hoy uno de los ejemplos clásicos de la farmacogenómica), y que compartió ex aequo con su viejo colega de casi 40 años, George H. Hitchings, y el británico Sir James Black.

Elion fue una de las seis únicas mujeres distinguidas con este premio a lo largo del siglo XX y una de los escasos galardonados carente del doctorado. De hecho, poco después de finalizar su Máster en 1941 se matriculó como alumna predoctoral en los cursos nocturnos del *Brooklyn Polytechnic Institute* (actualmente *Polytechnic Institute of New York University*), pero pronto debió abandonarlos al exigírsele completa dedicación al estudio y no estar dispuesta a renunciar a su incipiente carrera científica porque, en sus propias palabras, "It was exactly the kind of job I wanted". Nunca en adelante mostró la voluntad de retomar la vía académica, pues su auténtica motivación siempre fue investigar y poner en marcha ideas propias, añadido al hecho de que el mismísimo Hitchings le persuadiera de no necesitar el doctorado para proseguir con el trabajo que tenían por delante. Aunque es opinable si este último habría asesorado en igual sentido a un varón con el empuje y ambición científica de Elion, lo cierto es que la

sucesión de éxitos con que finalmente jalonaría su trayectoria le valió ser distinguida con tres doctorados honoris causa (por las universidades George Washington, Brown y Michigan), lo que, unido a las 45 patentes en las que aparece su nombre, demuestra que la apuesta mereció de largo la pena; "I made what was then a critical decision in my life, to stay with my job and give up the pursuit of a doctorate. Years later… I decided that perhaps that decision had been the right one after all".

Tan excepcional como lo anterior fue su distinción con la Medalla Garvan de la Sociedad Química Americana (1968), una de las escasísimas mujeres que la han recibido, así como su admisión en el *National Inventors Hall of Fame*, la primera mujer en conseguirlo ¡en 1991! Recibió, por lo demás, todo tipo de menciones honoríficas, como la Medalla Presidencial del Hunter College (1970), el Premio Judd del *Sloan Kettering Institute* (1983), el Premio Cain de la Sociedad Americana de Investigación del Cáncer (1984), el premio Ernst W. Bertner del *MD Anderson Cancer Center* y la Medalla de Honor de la Sociedad Americana contra el Cáncer (1990), la Medalla Nacional de la Ciencia (1991), el Premio Lemelson-MIT a toda una vida (1997), y un largo etcétera hasta completar veinticinco pomposos nombramientos, entre los que figura el de miembro honorario de la Academia Española de Dermatología y Venerología.

Elion murió a los ochenta y un años, el 21 de febrero de 1999, en Chapel Hill (Carolina del Norte) mientras daba su paseo diario. En su obra legó contribuciones trascendentales para el bienestar de la humanidad; en su biografía de lucha y superación, engarces para proyectar las capacidades de cada quien por encima de los que creemos nuestros límites o nuestras dificultades objetivas; en su proceder laborioso y humilde todo un magisterio de ética frente a la vanidad reinante; "Nobody would aim for a Nobel Prize because, if you didn't get it, your whole life would be wasted. What we were aiming at was getting people well, and the satisfaction of that is much greater than any prize you can get". En mi beneficio, como lección tomo de ella, de *Trudy*, su vocación de trabajo, inagotada hasta el final (de hecho, pocas personas habían advertido su retiro oficial ocho años después de Hitchings), su pasión por la ciencia, agrandada por el tiempo y la experiencia ("Over the years, my work became both my vocation and avocation"), su trabajo callado y solvente (desde el primero en 1939 hasta el último en 1998, dejó una obra escrita de 225 artículos de investigación). Es asimismo conmovedor el recuerdo de su amplia sonrisa y la afabilidad de carácter, que evocan unánimemente quienes la conocieron, y, en este sentido, encuentro inspirador su firme rechazo de la pompa y el engolamiento. Me resulta evocador también su apetito por cualquier disciplina del saber y de las artes, que en algo me reconcilia con mi propia dispersión; en particular, su adoración por las óperas de Verdi, Puccini y Mozart ("Not because I am musically talented, but because I love to listen to it"). Elion recalcó con denuedo la trascendencia de que los médicos se implicasen en la investigación clínica, absolutamente desatendida entonces por los programadores académicos, porque "they don't really learn how to approach a problem, and yet diagnosis is a problem". Así que, durante el tiempo en que formó a dos generaciones de científicos clínicos, despachó complacida con los jóvenes estudiantes, a quienes recibía en su despacho y laboratorio y regalaba libros (algunos suyos, otros ajenos), buenos consejos ("Don't be afraid of hard work. Nothing worthwhile comes easily"), los tesoros de su valiosa experiencia ("Don't let others discourage you or tell you that you can't do it. In my day I was told women didn't go into chemistry. I saw no reason why we couldn't"), y la prioridad de trato frente a la *nomenklatura* que su corazón dictaba. Ahora que lo pienso, de todo lo dicho, con esta dispensa hacia sus queridos pupilos me quedo.

## Referencias

**Las alusiones entrecomilladas proceden de los escritos de la misma Elion. A destacar:**

Gertrude B. Elion – Biographical. Les Prix Nobel/Nobel Lectures/ The Nobel Prizes. https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1988/elion/auto-biography/ (fecha de acceso: 08/09/2018).

**El resto del texto se ha escrito en base a la información publicada, fundamentalmente en las siguientes fuentes:**

Kent, R., Huber, B. Gertrude Belle Elion (1918-99). (1999). Pioneer of drug Discovery. *Nature* 398: 380.

All Nobel prizes in Physiology or Medicine. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1988. https://www.nobelprize.org/prizes/uncategorized/all-nobel-laureates-in-physiology-or-medicine/ (fecha de acceso:06/09/2018).

Gertrude Elion (1918–1999). American Chemical Society. https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/women-scientists/gertrude-elion.html (fecha de acceso: 08/09/2018).

Avery, M.E. Gertrude B. Elion 1918-1999. (2000). *Biographical Memoirs*. The National Academy Press, Washington, DC. 78: 17-29.

ANUARIO

# Achegamento da Facultade de Bioloxía ao público en xeral

Mª Fuencisla Mariño
Vicedecana de Alumnado e Organización Académica

Como todos os cursos, ao longo do ano académico 2017-18, na Facultade de Bioloxía celebráronse diversas actividades, unhas no interior do propio centro e outras fora del. Xa que é importante que o público en xeral coñeza o que se fai na Facultade, tanto os membros do claustro de profesores como, especialmente, o Equipo Decanal fan todo o posible por divulgalas. E, de feito, ao longo do ano son bastantes os colexios e institutos que solicitan información sobre os estudos que se desenvolven na facultade. Neste curso pasado participaron un total de 210 alumnos, nas visitas realizadas aos colexios «Valverde Mayo» (Mos) e «Pintor Laxeiro» (Vigo), os institutos de educación secundaria «Castelao» (Vigo) e «Amor de Dios» (Vigo).

Un total de 439 alumnos, procedentes de 23 centros de ensino de toda a bisbarra visitaron as nosas instalacións: os colexios «Bouza Brey», «San José de la Guía», «El Pilar Maristas», «Divino Salvador», «San Miguel 2», «Santiago Apóstol» de Vigo; «Sagrado Corazón Jesús» de Pontevedra e «CEMAR International School» de Mondariz-Balneario e os IES «Santo Tomé de Freixeiro», «María Auxiliadora», «Politécnico», «Amor de Dios», «O Castro» e «A Guía» de Vigo; «Chapela» e «Pedro Floriani» de Redondela; «Rodeira» de Cangas; «Mos» de Mos; «As Barxas» e «A Paralaia» de Moaña; «Val do Tea» de Ponteareas; «Antón Alonso Ríos» de Tomiño e «Val Miñor» de Nigrán.

Entre as outras actividades extra-curriculares celebradas ao longo do curso, dáselle especial relevancia ás realizadas para o alumnado da Facultade, como a «Semana Cero», lles axuda a integrarse na dinámica do Centro cando comezan o curso os alumnos que se incorporan por primeira vez a el. Nela ofréceselles unha conferencia inaugural científico divulgativa, titulada «Astrobioloxía: a vida ao límite», da que foi publicada no número anterior desta revista o resumo, presentada polo profesor de bioquímica, Emilio Gil Martín.

Por parte do Decano e o resto do Equipo informáselles tanto sobre as infraestruturas e normas da propia facultade (biblioteca, delegación de alumnos, funcionamento interno, etc.) como a titulación (materias de 1º curso, guías docentes, Plan de Acción Titorial, posibilidades de mobilidade tipo «Erasmus» ou «Séneca», plataformas de coordinación, etc.), é dicir, comunicáselles o imprescindible para saber desenvolverse na Facultade. Ademais, durante esa semana, o alumnado recibe charlas dos servizos de Deporte, da Biblioteca e da Unidade de Igualdade.

Ao longo do curso, dedicado especialmente ao alumnado que vai a graduarse inmediatamente, os de 4º de Grao, desenvólvense obradoiros «profesionalizantes» que lles poden axudar a enfrontarse co mundo laboral como: competencias chave para a busca de emprego, preparación dun «Curriculum Vitae», cartas de presentación e busca de emprego e saídas profesionais, expectativas de emprego.

Facilítaselles a realización dun curso, dirixido pola biblioteca, onde aprendan a resolver problemas referentes a consulta e citación bibliográfica, de especial interese en materias como o Traballo Fin de Grao.

Tamén se imparten charlas informativas sobre os másteres que se desenvolven na facultade, co fin de que os alumnos que finalizan o Grao de Bioloxía saiban con que posibilidades formativas contan na súa universidade e no resto de Galicia.

Neste curso desenvolveuse unha xornada co-organizada polo COBGA, na que se trataron as actividades profesionais dos biólogos, que foi complementada por charlas nas que participaron varios titulados que intentaron explicarlles os alumnos as súas experiencias de traballo (montaxe dunha empresa, a carreira na ensinanza media, a labor investigadora e o traballo na empresa) co fin de aportar algunhas ideas de cara ao seu futuro profesional.

Desde hai varios anos dáselle especial importancia, por parte da Facultade de Bioloxía, á festividade do patrón, San Alberte Magno. Ao redor dela desenvólvense varias actividades culturais, que contribúen a que ademais de «pasar os alumnos pola universidade, sexa a universidade a que pase por eles».

Son clásicas a organización do concurso de Fotografía Biolóxica, xa na décimo cuarta edición, e o de Debuxo Científico, organizado por cuarta vez desde a Delegación de Alumnos «Lynn Margulis», a Exposición Micolóxica con cogomelos frescos, que cada ano realiza e explica o Grupo de Investigación MicoUVigo da Facultade na entrada da facultade e que se acompaña dunha conferencia da profesora Marisa Castro. Este ano dedicada ao «aproveitamento sustentable dos cogomelos» como axuda para evitar os incendios forestais en Galicia.

O broche de ouro pono na véspera do santo a conferencia impartida por algún ilustre invitado, externo á facultade. Este ano correspondeulle ao Dr. Ángel Carracedo que nos ilustrou sobre a

importancia da bioloxía nas actividades forenses, coa conferencia titulada «CSI made in Galicia». No fin deste acto realízase a entrega de premios dos concursos.

Por último, aínda que non menos importante, indicar que en xaneiro fomos a sede da «XIII Olimpíada Española de Biología - Fase Gallega», evento co-organizado pola Facultade de Bioloxía da Universidade de Vigo coa asociación da «Olimpiada Española de Biología» (OEB) e o Colexio Oficial de Biólogos de Galicia (COBGA).

Participaron 105 estudantes de segundo de Bacharelato, pertencentes a 31 centros de educación secundaria da Comunidade Autónoma Galega, dos cales 16 eran da provincia da Coruña (A Coruña, Ames, As Pontes, Boiro, Cambre, Culleredo, Ferrol, Melide, Narón, Noia, Oleiros e Santiago de Compostela), 11 da de Pontevedra (Caldas de Reis, Cangas do Morrazo, Lalín, Ponteareas, Pontevedra, Valga, Vigo e Vilagarcía de Arousa), un da de Ourense (Ourense cidade) e tres da de Lugo (Lugo, Meira, Monforte), cun número máximo de catro (4) estudantes por centro educativo.

O certame consistiu na resolución dunha proba teórica tipo test e varias probas prácticas de laboratorio de diferentes ámbitos da Bioloxía, centrados na base molecular e fisicoquímica da vida. É a primeira vez que se celebran as probas prácticas na fase autonómica, polo que, para a súa preparación, foi necesaria a participación de profesores, investigadores e técnicos de laboratorio da Facultade, aos que desde aquí se lles agradece a súa desinteresada colaboración.

ANUARIO

# V Exposición Micolóxica da Facultade de Bioloxía

Marisa Castro
Investigadora Principal do Laboratorio MicoUvigo

A exposición micolóxica comeza a ser unha actividade habitual na Facultade de Bioloxía, polo que persoas da cidade de Vigo xa suben ata o CUVI para vela. Celebrouse na semana do 6 ao 15 de novembro, na entrada do Edificio de Ciencias a «V Exposición Micolóxica», coincidindo coas celebracións do San Alberte na Facultade de Bioloxía. A coordinación correspondeu á profesora Marisa Castro e foi imprescindible a colaboración dos membros do laboratorio MicoUvigo e da spin-off MycoGalicia-Plantae: Paula Caride, Andrés Cordeiro, Hugo Fernández-Ricón, Gabriel Pérez-Torrón e María Cabaleiro, así como alumnos do Grao de Bioloxía: Mauro Rivas e Eva López-Quiroga e egresados, como Alberto Castro, así como membros do Grupo Micolóxico Galego, como Óscar Requejo. Habituais todos na preparación desta actividade.

**Figura 1.** Vista parcial da exposición

O material exposto foi recollido polos citados colaboradores en diversos lugares de Galicia. Este ano de seca extrema vímonos obrigados a percorrer Galicia enteira de norte a sur e de este a oeste para conseguir as case 90 especies que estiveron nas mesas. Algunha das mesas con afiloforais e gasteromicetos permaneceu exposta durante a semana seguinte.

Os cogomelos recollidos foron identificados, durante a mañá do luns, no Laboratorio de Micoloxía e, posteriormente, colocados sobre troncos de piñeiro para conseguir unha mellor conservación dos exemplares durante as dúas semanas que durou. Como en anos anteriores, as etiquetas ademais dos nomes científico e popular incluían información sobre a comestibilidade das especies expostas.

**Figura 2.** Cepa de piñeiro con *Chlorophyllum venenatum* (= *Macrolepiota venenata*) presente na exposición

Ademais do material fresco, había varios carteis didácticos relacionados coas normas de apaña e a lexislación vixente en Galicia, que como no ano anterior, foron aportados pola empresa MycoGalicia-Plantae, e unha colección de láminas do ilustrador Luis Davila, relacionadas coa micoloxía, préstamo habitual da Asociación de Veciños do Casco Vello de Vigo.

As mesas con material fresco complementábanse coas representacións deshidratadas e/ou liofilizadas, así como as maquetas en resina dispostas, durante todo o ano, nas vitrinas do primeiro andar do Bloque A (corredor de Botánica e Fisioloxía Vexetal), onde tamén figura un cartel de «Cogomelos comestibles e tóxicos semellantes», pintado pola bióloga Alexandra Skinner, alumna egresada desta Facultade.

Nun ano de incendios como foi o 2017, para axudar a sensibilizar aos visitantes co gravísimo problema desta praga e coas consecuencias dos ocorridos tres semanas antes na nosa bisbarra, representouse un piñeiral queimado, acompañado por carteis explicativos sobre os lumes e os seus efectos (figura 3).

**Figura 3.** Representación dunha zona queimada cos carteis explicativos ao fundo

O evento tivo gran éxito entre o alumnado e profesorado de Ciencias, así como outros membros da comunidade universitaria pertencentes a diversas facultades. Tamén foi utilizada como clase práctica para os alumnos do Programa Universitario de Maiores e os do obradoiro de Extensión Universitaria «Obradoiro práctico para a identificación de cogomelos», que conseguiron dar nome aos especímenes coa axuda das claves dicotómicas que usaban no obradoiro. Ademais, os grupos de visitantes que o solicitaron foron guiados por membros do laboratorio MicoUvigo. Clase práctica sen moverse da facultade!

ANUARIO

# La Biología es nuestra vida y también nuestro futuro

Cristina Arias
Profesora de Parasitología

Hola a todos, bienvenidos a nuestra Facultad de Biología.

LA BIOLOGÍA, VUESTRA VIDA Y TAMBIÉN VUESTRO FUTURO, no es el título que escogí para esta Conferencia de Apertura de Curso, es el principio de una pequeña introducción porque LA BIOLOGÍA ES NUESTRA VIDA Y TAMBIÉN NUESTRO FUTURO.

¿Qué es la Biología? Es una pregunta a la que, de una forma más o menos aproximada, podemos contestar incluso antes de empezar a estudiar la asignatura. La palabra proviene de dos vocablos griegos: Bios (vida) y logos (estudio). Por lo tanto, la palabra en sí lo dice todo: Estudio de la vida.

En un principio se establecieron dos tipos de reinos: el animal y el vegetal. Esta idea se mantuvo por muchos años como la más aceptada por los científicos. Hoy en día, se consideran más de 20 reinos distintos. La BIOLOGÍA se subdivide en diversos campos de estudio. Cada una se ha ido especializando en distintos ámbitos. Áreas de conocimiento. Es fundamental el estudio de la biología para comprender lo que somos y cómo llegamos hasta este nivel evolutivo.

De forma generalizada, cuando hablamos de Biología, siempre nos olvidamos de unos seres vivos excepcionales: LOS PARÁSITOS. Ellos son: los manipuladores de la vida y este si es el título real de la conferencia.

## ¿Qué son los parásitos? y ¿Qué es el parasitismo?

Los parásitos son seres vivos que utilizan otros organismos, los hospedadores, como cobijo y fuente de alimento. Esta relación ecológica en la que el parásito vive a expensas de su hospedador causándole algún tipo de perjuicio se conoce con el nombre de parasitismo y su éxito evolutivo es ciertamente sorprendente. Más de la mitad de las plantas y animales que se conocen en la actualidad son parásitos durante algún momento de su vida, de tal manera que gran parte de los seres vivos que no son parásitos sirven de hospedadores a estos organismos. De hecho, es difícil encontrar una sola especie de vida libre en la que no se haya encontrado como mínimo una especie parásita.

Los parásitos son tan antiguos como la historia de sus hospedadores. Gracias a la Paleopatología, que se encarga del estudio de las enfermedades que el hombre antiguo ha sufrido a lo largo de la historia, sabemos que los parásitos, eran bastante frecuentes en los cuerpos de la población egipcia desde la más tierna edad.

La Esquistosomosis, una de las enfermedades parasitarias más antiguas, era tan frecuente que se creía que los varones tenían también un periodo menstrual como las mujeres. Hoy en día continúa siendo la causante de tremendos estragos entre los egipcios. Gracias al estudio de diversas momias, se puede demostrar la antigüedad de enfermedades parasitarias como la Estrongiloidosis, la Dracunculosis, las Filariosis y la Triquinelosis, entre otras.

En todas las actividades humanas han influido, influyen e influirán, los parásitos.

La existencia de los parásitos y del parasitismo influyó de forma importante en las grandes obras de la Arquitectura y de la Ingeniería. Las pirámides de Egipto, El Canal de Suez y el Canal de Panamá, tardaron muchos más años en construirse por las enormes pérdidas humanas asociadas a la Esquistosomosis, a la Malaria y a otros parasitismos.

Los conquistadores: Alejandro Magno, Genghis Kan y Cristóbal Colón, entre otros, vieron cómo se diezmaron sus hombres por culpa de las infecciones e infestaciones parasitarias. Ellos mismos sufrieron la Malaria y tanto Alejandro Magno como Genghis Kan, se supone que murieron de ella.

Los hallazgos científicos que hizo Charles Darwin, se deben a las investigaciones que llevó a cabo al bordo de un viaje de cinco años a bordo del bergantín *Beagle*. (1831-1836)

En su periplo visitó varios países de Sudamérica, recogiendo datos de un gran número de especies animales, que le llevaron a avanzar en su teoría sobre la selección natural.

Sin embargo, esta aventura le pasó grave factura, ya que a la vuelta comenzó a sufrir una serie de fiebres y problemas estomacales que le acompañaron durante prácticamente el resto de su vida. Era el Mal de Chagas, producido por un protozoo que se transmite por las heces de una chinche llamada vinchuca o benchuca. En sus notas sobe el viaje (25 de marzo de 1835) escribe: "Durante la noche hube de sostener una lucha, y no es una exageración, contra una benchuca especie de Reduvius, la gran chinche negra de las pampas. Qué asco no experimentara uno cuando siente que le recorre el cuerpo un insecto blando, que tiene por lo menos una

pulgada de largo?... Su picadura no produce ningún dolor, y es curioso ver cómo se va hinchando su cuerpo; de plano que es, en menos de diez minutos se convierte en una bola."

Los parásitos fueron, y son hoy en día, un problema importante durante las guerras. Los piojos jugaron un papel esencial en la retirada de las tropas de Napoleón durante su incursión en Rusia en 1812. Investigadores de *L'Université de la Mediterraneé* en Marsella, mediante el estudio de la pulpa extraída de los dientes de los soldados que perdieron la vida durante la campaña, encontraron que algunos tipos de tifus y fiebre de trincheras, transmitidas por piojos, eran comunes dentro del ejército francés. Durante la Segunda Guerra Mundial, cuando el Alto Mando del ejército de Estados Unidos programó la invasión de Italia por el sur, se olvidó que Italia era por entonces, al igual que España, zona endémica de Malaria. En los primeros contingentes de tropas, las muertes por Malaria fueron superiores a las muertes en combate. Rápidamente se tomaron las medidas adecuadas y se realizaron diversas campañas informativas. Un caso similar ocurrió al comienzo de la guerra de Irak con la Lehismaniosis, ya que Irak es una zona endémica de ésta enfermedad.

En las obras literarias, son muchos los escritores que hacen referencia a distintas enfermedades parasitarias. Las más citadas son la malaria y los piojos. Puedo decirle sin temor a equivocarme, que toda la novela picaresca está llena de personajes parasitados.

También, a lo largo de la historia de la pintura, distintos autores, reflejan el mundo de los parásitos y del parasitismo. Es curioso el caso de Alberto Durero. Contrajo el paludismo durante un viaje de estudios por los Países Bajos hacia 1520. Dibujó un autorretrato y se lo envió a su médico a fin de facilitarle el diagnóstico.

La importancia de los parásitos también está reflejada en la filatelia. Casi todos los sellos hacen referencia a la malaria

De forma no muy ortodoxa se han utilizado los parásitos, en concreto una especie de Cestodo humano, para controlar el peso corporal. Así se comercializó la fase larvaria de Tenia, que es un quiste. Este quiste tiene en su interior un escolex, que es la cabeza de la Tenia. Al llegar al intestino sale el escolex, se adhiere a la pared intestinal y como tiene una gran capacidad de regeneración, en un mes crece para formar todo el cuerpo del parásito (hasta 25 metros). El Cestodo que es muy voraz, se alimenta e impide que el hospedador engorde. Es "*vox populi*", que algunas estrellas de Hollywood y modelos utilizaron este método, para mantener un cuerpo esbelto.

## ¿Qué estudia la Parasitología?

La Parasitología se ocupa del estudio del parasitismo, y por tanto, del conocimiento de los parásitos, de las complejas relaciones que se dan entre estos organismos y sus hospedadores y de los factores ambientales que influyen sobre cada una de estas relaciones.

Aunque todos los virus y muchas bacterias y hongos son verdaderos parásitos, a lo largo de la historia, la Parasitología se ha centrado principalmente en el estudio de los animales unicelulares (protozoos) y pluricelulares (metazoos) que se han adaptado a esta forma de vida.

Los Parásitos presentan distintos tipos de adaptaciones para adherirse al hospedador: discos adhesivos, ventosas, ganchos, botrios, dientes, discos o placas cortantes.

Algunos endoparásitos son intracelulares, por lo que deben desarrollar estructuras para penetrar en la célula hospedadora. En este caso los parásitos se ven obligados, no solo a evitar la respuesta inmune del hospedador, sino también los sistemas de defensa intracelulares.

La Apoptosis o muerte celular programada sirve tanto para eliminar células dañadas como células infectadas. Debido a esto, los parásitos intracelulares han evolucionado para poder manipular este mecanismo de defensa: lo inhiben para poder sobrevivir y disponer de más tiempo para reproducirse y lo activan cuando están preparados para liberarse o para eliminar atacantes, entre otros beneficios. Cuanto más se estudian los parásitos intracelulares más sorpresas nos podemos llevar, hasta que finalmente uno acaba fascinado y lleno de admiración por una maquinaria biológica, el parásito, capaz de llevar a cabo las más complejas y extrañas funciones para alterar la Apoptosis de la célula hospedadora

Mención especial de las Zoonosis. Las zoonosis son infecciones o enfermedades infecciosas transmisibles, en condiciones naturales, entre los animales vertebrados y el hombre.

El estudio de estas enfermedades se remonta a los orígenes de nuestra civilización. El mismo Hipócrates (s.V a.C.) tuvo sus principales fuentes de estudio en los animales y en el campo de las zoonosis. A él se debe la primera sospecha que relaciona los quistes hidatídicos observados en el hígado de los animales y los procesos de idéntica similitud observados en el hombre.

Los animales domésticos desempeñan una función fundamental en el mantenimiento y en la multiplicación del agente infeccioso en la naturaleza, así como en la transmisión de la infección al ser humano y, en ocasiones, a otros animales. Las zoonosis son cada vez más importantes, pues la mayoría de las enfermedades emergentes son de origen animal.

La mayoría de las parasitosis son más frecuentes en climas cálidos, en países del Tercer Mundo, lugares en donde el hombre no ha desarrollado medidas higiénico-sanitarias adecuadas. Según los datos de la Organización Mundial de la Salud, OMS, más de 2 mil millones de personas en todo el mundo, principalmente niños y mujeres embarazadas, están infectados por parásitos intestinales.

La OMS también estableció que, dado que los parasitismos son patologías con alto componente social, podrían ser controladas, pero difícilmente eliminadas.

Las migraciones de las poblaciones humanas han contribuido y siguen contribuyendo a la dispersión de los parásitos por todo el mundo. Los parásitos condicionan nuestros viajes.

"Viajar es útil, hace trabajar a la imaginación", pero los viajes también contribuyen a la dispersión de los parásitos. Se calcula que varias decenas de millones de personas, procedentes de países industrializados, se desplazan cada año a zonas del Tercer Mundo y se exponen a los riesgos sanitarios aún presentes en esas áreas. Como consecuencia, son también muy numerosas las personas que, durante el viaje o después de él, se ven afectadas por enfermedades inexistentes en sus países de origen. Este grupo de procesos pasa de la Patología Exótica a la Patología Importada, cuya frecuencia real es importante conocer, ("Las enfermedades también viajan"). A esto hay que unir la importación clandestina de animales exóticos, especies protegidas, seguramente parasitadas, que contribuyen a la propagación de parásitos no frecuentes en nuestro medio.

¿Cuándo programamos un viaje, nos preocupamos de saber qué enfermedades existen en la zona, sobre todo si son endémicas? ¿Conocemos al menos cuál es el transmisor de la malaria? ¿Sabemos la distribución geográfica? ¿Sabemos que pasa en España con la malaria...? ¿Conocemos el problema de las garrapatas, parásitos que además transmiten otros parásitos? ¿Cuándo hacemos senderismo, sabemos cómo protegernos de la picadura de la garrapata? ¿Sabemos que el tejido vaquero es perfecto para que se adhieran las garrapatas?

La última investigación europea, divulgada por la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas demuestra que los españoles y los griegos son los más "inconscientes" y "los peor aconsejados" de la Unión Europea a la hora de cumplir con medidas sanitarias de prevención, antes de viajar a países tropicales. Según esta investigación, "sólo entorno al 20% de los españoles que viajan a zonas de alto riesgo sanitario va lo suficientemente preparado".

Las enfermedades no respetan fronteras. Parasitosis como el Paludismo, la Esquistosomosis* y la Ancilostomosis* están pasando a ser consideradas en muchos países desarrollados, algo más que enfermedades exóticas, como lo demuestra el hecho de que en España, el Ministerio de Sanidad* haya creado el Centro Nacional de Medicina Tropical. Además, en diversos hospitales y universidades, se han creado unidades de Medicina Tropical e Institutos Universitarios de Medicina Tropical, respectivamente.

Al margen de su trascendencia para la salud pública, el conocimiento de los parásitos y enfermedades parasitarias que afectan a los animales salvajes también tiene gran interés.

En primer lugar, como causa de patología y como fuente potencial de impacto negativo sobre las poblaciones naturales de sus hospedadores, los parásitos deberían ser considerados como un factor clave en cualquier plan de conservación de especies amenazadas y en peligro de extinción y en estrategias de repoblación de espacios naturales con nuevas especies.

En segundo lugar, el creciente interés del ser humano por la biodiversidad y su conservación no debería dejar de lado a las especies parásitas, que son mayoritarias en nuestro planeta. Nos preguntábamos hasta hace poco tiempo: ¿son los parásitos componentes ocultos de la biodiversidad? Hoy en día no cabe la menor duda. En algunas ocasiones suponen una presión selectiva tan importante que los hospedadores de zonas endémicas fijan en su genotipo determinados alelos que confieren resistencia total o parcial a la infección.

El control mental no es una práctica exclusiva en las relaciones intraespecíficas de los seres humanos, sino que fue inaugurada hace millones de años, por los parásitos

Así, las larvas de la especie parásita *Leucochloridium paradoxum*, modifican el aspecto externo (coloración) y los hábitos de su hospedador, el caracol, para que pueda ser más fácilmente depredado por determinado tipo de aves, aves que son los hospedadores definitivos del parásito.

El Nematodo *Myrmeconema neotropicum* infecta a hormigas tropicales de la especie *Cephalotes atratus*. Estas hormigas son completamente negras, pero al estar infectadas con el parásito, su abdomen se vuelve de color rojizo. Este cambio cromático permite a la hormiga mimetizarse con los frutos de ciertos árboles. Así pues, el objetivo del parásito es que el hospedador sea reconocido por pájaros frugívoros y se lo coman. Lo interesante de este parásito es que también es capaz de modificar la conducta de la hormiga y obligarla a subir a lugares más despejados y desprotegidos para ser localizada por los depredadores.

El Trematodo Digenea, *Euhaplorchiss caliphorniensis*, como todos los parásitos que tienen su última fase larvaria en peces, modifica el comportamiento de estos hospedadores. Los peces parasitados suben a la superficie del agua y nadan con movimientos bruscos "chapoteando el agua" y así son más visibles a sus depredadores las aves piscívoras en las que el parásito cierra su ciclo biológico transformándose en adulto.

Beethoven, Darwin, Enrique VIII, Einstein y otros muchos, sufrieron un cambio radical en su personalidad. La ciencia ha encontrado la respuesta muchos años después, ya que muchos investigadores han utilizado sus conocimientos científicos para descifrar las condiciones médicas que llevaron a grandes personajes históricos a cambiar su personalidad, terminando incluso por causarles la muerte.

Estos diagnósticos *a posteriori* son un claro ejemplo del evidente avance que ha experimentado la medicina en los últimos años y, además, también demuestran que la convergencia entre ciencia e historia es una sabia decisión, pues ambas disciplinas pueden colaborar entre sí, dando lugar a grandes resultados como éstos.

El caso más interesante de manipulación mental es el producido por el parásito *Toxoplasma gondii* cuando hay infección cerebral. En los animales, la infección por *Toxoplasma gondii* altera el comportamiento y la función de los neurotransmisores. (GABA). Así, un ratón con toxoplasmosis cerebral, pierde el olfato y no reconoce la presencia de un gato. De esta manera el gato se come al ratón y el parásito, termina su ciclo biológico.

En los humanos, la infección aguda por *Toxoplasma gondii*, puede producir síntomas psicóticos similares a los mostrados por las personas con esquizofrenia. Algunos medicamentos utilizados para tratar la esquizofrenia, inhiben la replicación del parásito en cultivo celular.

Las enfermedades psiquiátricas y las infecciones por *Toxoplasma gondii* también tienen una relación importante en las personas inmunocomprometidas con SIDA, en las que las infecciones latentes se han vuelto a activar (60%).

Establecer el papel de *Toxoplasma gondii* en la etiopatogenia de la esquizofrenia y otros trastornos psicóticos, podría conducir a nuevos medicamentos para su prevención y tratamiento.

Teniendo en cuenta todos estos conocimientos podemos asociar la Parasitología al Bioterrorismo.

## ¿Qué es el Bioterrorismo?

El Bioterrorismo es la amenaza o uso de agentes biológicos por individuos o grupos de individuos motivados por objetivos políticos, religiosos, ecológicos o de otras ideologías. Veamos un caso práctico: Sabemos que la Triquinosis es una enfermedad zoonótica de Declaración Obligatoria, producida por *Trichinella sp*. Supongamos una granja de cerdos con un total de 70 animales. Infectamos con el parásito a los 70 animales, con lo cual al poco tiempo toda la carne está parasitada. Supongamos que hacemos una matanza casera, sin supervisión del veterinario. Las paletas y los jamones de los cerdos, al igual que los chorizos, se comen crudos. Pensemos sólo en las paletas y los jamones. De cada cerdo tenemos 2+2=4; teniendo en cuenta que tenemos 70 cerdos, 4x70= 280 piezas (140 paletas y 140 jamones). Si regalamos cada pieza a una familia, serán 280 familias las que van a infectarse. Supongamos por último una media de 4 personas por familia, al final nos encontraremos con que hemos infectado a un total de 1.120 personas (280x4). Asusta pensarlo.

Con este caso práctico finalizo esta conferencia con la que he pretendido llevaros a las fronteras del conocimiento en el mundo de los parásitos, la parasitología y las interacciones parásito-hospedador con la intención, no de convenceros de que ya lo sabemos todo, que no es así, sino de presentar la ciencia como lo que es, una búsqueda continua de la verdad a través de los hechos. Y como es una conferencia, con un lenguaje cercano mostrando la pasión por explicaros un mundo que creo conocer un poco.

ANUARIO

# Conferencia de San Alberte 2017: CSI made in Galicia

Jesús Míguez Miramontes
Decano da Facultade de Bioloxía

Os actos conmemorativos do San Alberte 2017 incluíron no seu programa a conferencia titulada "CSI made in Galicia" impartida polo catedrático da Universidade de Santiago de Compostela, Angel Carracedo Álvarez, considerado como unha das persoas máis relevantes da ciencia forense a nivel nacional e internacional. Na súa charla de case unha hora de duración, o director do Instituto de Medicina Legal da USC, da Fundación Pública Galega de Medicina Xenómica e do Centro Nacional de Genotipado, fixo un breve repaso á evolución da xenética e destacou a revolución que supuxo a aplicación da xenómica na medicina forense e, máis concretamente, para a resolución de casos xudiciais que doutra forma quedarían sen resolver.

**Figura 1.** O profesor Carracedo nun momento da conferencia

A tecnoloxía actual permite obter un perfil de ADN a partir de calquera mostra biolóxica, por pequena que sexa, incluso unha mostra dun simple contacto, o que sen dúbida cambia a maneira de investigar a nivel forense e xudicial. Con todo, o profesor Carracedo precisou que, pese ao título do relatorio, a vida real non é CSI e non se poden lograr resultados nunha hora, como moita xente pensa a teor do que se mostra na televisión e outros medios. Os ensaios requiren un tempo e ademais unha gran meticulosidade por parte do persoal técnico a fin de non mesturar mostras de maneira involuntaria que puidesen dar lugar a falsos positivos ou imputacións erróneas dalgún delito polo simple feito dun erro analítico, o que tamén foi motivo de aclaración por parte do profesor, ofrecendo exemplos concretos de casos en cuxa resolución participou de forma moi activa o seu grupo de investigación.

No seu relatorio, o profesor Carracedo destacou o labor punteiro do centro forense que dirixe, coa maior produción científica mundial nos últimos anos e superando a varios dos centros estranxeiros de maior prestixio. A maioría dos casos famosos que afectan o estado español e países da contorna, se son complicados, acaban no laboratorio do Dr. Carracedo. Neste sentido, o profesor para expuxo en detalle numerosos exemplos de casos concretos nos que o seu instituto colaborou, incluíndo o crime das nenas de Alcàsser ou no 11-M. A nivel internacional, o instituto colaborou na análise de casos de gran transcendencia social, como a operación Minstead no Reino Unido, que permitiu condenar a un individuo por numerosas agresións sexuais sendo o caso de violador en serie máis importante de Europa. Tamén traballou con mostras do 11-S, indicando o profesor que moitas delas chegaron moi degradadas pero que igualmente puideron ser obxecto de análise, ou a identificación das vítimas do tsunami asiático en 2004.

Toda a especie humana é moi parecida entre si, pero as poucas diferenzas que existen son maiores entre individuos que entre poboacións. Con todo, os avances no coñecemento de caracteres xenéticos fixados a nivel poboacional permiten a súa aplicación en investigación forense, de forma que a partir de pequenas mostras de ADN dun individuo pode ser posible determinar a súa procedencia xeográfica, o que xa permitiu nalgunha ocasión ao laboratorio do Dr. Carracedo achegar datos identificativos sobre persoas implicadas en crimes de gran relevancia social. Sobre os retos de futuro para a medicina forense, queda un mundo de cousas por facer, como mellorar o coñecemento da orixe xeográfica ou os trazos físicos das persoas a través do seu ADN, entre outras cuestións, indicou o profesor na súa charla.

Ademais da investigación forense, a xenómica ten unha crecente aplicación noutras disciplinas como son as probas de paternidade e de parentesco, mesmo de persoas falecidas das que existe un interese por demostrar vínculos xenéticos para poder vincularse a posibles herdanzas. Tamén o consello xenético empézase a ver como unha ferramenta de enorme importancia para previr enfermidades hereditarias ou alteracións cuxo orixe teñen unha base xenética.

Un aspecto importante abordado na charla e sobre todo por mor de preguntas dos asistentes, estivo relacionado coas controversias éticas derivadas da práctica xenética. Neste sentido o profesor fixo fincapé na importancia de poder dispoñer de contra-análises realizadas ás mostras dos casos forenses e xudiciais por parte

doutros laboratorios, a fin de contrastar resultados iniciais. En definitiva, asegurar resultados analíticos e a pericia xudicial é unha parte indispensable do proceso de investigación forense e garante a súa rigorosidade analítica e ética.

Por último e en relación co debate mantido cos asistentes, o profesor Carracedo fixo fincapé no duro camiño profesional dos científicos, mostrándose orgulloso de dirixir un grupo de máis de cen persoas que integra médicos, biólogos e químicos, que se converteu en líder mundial da xenética forense e con importancia crecente en xenómica comparada e de poboacións. O baixo investimento que se fai en investigación no noso país súplese con novo talento, indicou o profesor, aínda que é necesario facer unha aposta máis decidida en recursos de investigación que permita consolidar o camiño iniciado por numerosos investigadores de gran valía a nivel nacional e internacional.

En definitiva, a presenza do profesor Carracedo na nosa Facultade foi un evento de extraordinaria relevancia que serviu para realzar o labor dos científicos e a proxección social da xenómica aplicada. Ademais doutros recoñecementos, o profesor Carracedo ten no seu haber a medalla Castelao (2006), a medalla de Galicia (2011) e máis recentemente foi galardoado co Premio Nacional de Xenética (2015) na súa modalidade de xenética aplicada. Toda unha honra para a Facultade de Bioloxía poder gozar da charla desta extraordinaria persoa, referente científico a nivel galego, pero tamén a nivel nacional e internacional.

ANUARIO

# Incendios forestais: a «marea negra» dos montes galegos

Serafín González Prieto
Doutor en Ciencias Biolóxicas, Investigador Científico do CSIC, Presidente da SGHN

As cifras son máis que esclarecedoras: Galicia representa menos do 6% da superficie de España, pero na nosa comunidade prodúcense o 70% do total de incendios e arde un 56% da superficie total queimada en España. O réxime de incendios en Galicia (número, superficie queimada e recorrencia en determinadas zonas) NON é natural.

De feito, xunto co norte e centro de Portugal, Galicia é a única rexión atlántica europea na que os incendios forestais son un problema. Isto non se debe a que nos montes galegos haxa moita «maleza», «combustible» ou biomasa, senón á actividade humana que provoca deliberadamente o 90% dos incendios de Galicia, o cal non quere dicir que o 90% dos galegos sexan incendiarios (realmente o son 1-2 de cada mil). Tampouco implica que haxa unha «organización terrorista», aínda que algúns tentan unha e outra vez escorrer as súas responsabilidades políticas ou profesionais detrás desa auténtica «cortina de fume» da que non hai nin unha soa evidencia, dende que en 1990 Romay Becaría impulsase con forza a teoría da conspiración.

Os datos da fiscalía apuntan á existencia de catro perfís de incendiario (pirómano, agricultor-gandeiro, imprudente colaborador e imprudente non colaborador), mentres que os datos do Ministerio de Agricultura e Pesca, Alimentación e Medio Ambiente para o período 2001-2014 revelan que dous de cada tres incendios en Galicia con causas coñecidas tiveron a súa orixe na actividade agrícola (52,3%) ou gandeira (13,4%).

A información dispoñible revela que a maior actividade incendiaria ten lugar en zonas de montaña, con poboación escasa e avellentada, nomeadamente na provincia de Ourense, o sur de Lugo e leste de Pontevedra.

Os lumes forestais son eventos perigosos para a vida humana, con polo menos 30 persoas falecidas en Galicia nos últimos 40 anos. As taxas de mortalidade «en terra» (é dicir, excluídos os pilotos dos medios aéreos empregados na extinción) mantivéronse sensiblemente constantes nas provincias da Coruña, Lugo e Ourense, pero no período 2001-2017 a mortalidade en Pontevedra multiplicouse por seis respecto a do período 1984-2000. Corrixida tendo en conta as respectivas poboacións, agora a mortalidade en Pontevedra duplica á de Ourense (a provincia que máis arde de España) e cuadriplica a de Lugo. Como explicación destes resultados apúntase a carencia de planificación territorial que levou ao crecemento de plantacións de eucaliptos preto dos núcleos habitados e á proliferación de vivendas preto dos eucaliptais durante a burbulla inmobiliaria pois, malia que calquera árbore pode arder, en condicións semellantes de manexo silvícola e comparado cunha carballeira, a propagación do lume é un 20% máis rápida nun piñeiral e un 50% máis rápida nun eucaliptal.

Ademais de vapor de auga, a combustión completa de material vexetal libera principalmente $CO_2$, contribuíndo así ao «efecto invernadoiro» que en Galicia previsiblemente diminuirá as precipitacións e aumentará as temperaturas, facilitando e agravando os incendios forestais nun círculo vicioso. Pero unha boa parte do material vexetal que se queima nun incendio sofre unha combustión incompleta, liberando así grandes cantidades de monóxido de carbono, partículas, óxidos de nitróxeno e xofre e multitude de compostos orgánicos, incluíndo diversos produtos tóxicos, bioacumulables, carcinoxénicos e/ou mutaxénicos, que afectan tanto aos equipos de extinción como a poboación da contorna do lume.

Disipado o fume, ademais das recorrentes liortas políticas con acusacións cruzadas e papeis intercambiados segundo quen estea no goberno e na oposición, o primeiro que se ve xeralmente é unha paisaxe heteroxénea con distintas afectacións da vexetación e dos solos, o cal deberá terse en conta nas actuacións post-incendio. Cunha pouca atención, pódense ver tamén as outras vítimas dos lumes: os animais mortos, dende pequenos invertebrados ata vacas ou cabalos. Domésticos ou silvestres, de especies comúns ou en perigo de extinción, a meirande parte da fauna é incapaz de fuxir do fume e o lume, e morre irremediablemente. Xunto cos mamíferos de maior talla, as aves son as que teñen maiores probabilidades de salvarse, pero aínda así as comunidades de aves tardan xeralmente entre 10 e 20 anos en recuperarse.

Os incendios causan tamén danos, mesmo irreparables, sobre o patrimonio cultural, como tristemente puxo de manifesto a recente vaga de lumes cos petróglifos de Pazos de Borbén ou o lume de Cualedro de 2015 sobre o castro de Lucenza.

Dende hai case trinta anos, a estratexia contra-incendio en Galicia tense centrado na extinción, que consume cantidades cada vez maiores: descontada a inflación, hoxe gástase un 50% na extinción que en 1990. Como en calquera sector con abundantes cartos públicos, a sombra da corrupción e o tráfico de influencias ao redor da «economía do lume» está sendo agora investigada xudicialmente.

Os incendios forestais impactan gravemente no recurso auga, tanto en cantidade como en calidade. Un solo natural funciona como unha esponxa, retendo parte da auga de chuvia que despois libera progresivamente. Nun solo queimado, a miúdo hidrófobo, hai unha maior proporción da auga de chuvia que escorrega directamente, aumentando os caudais punta nos ríos e agravando as enchentes

nas zonas inundables augas abaixo. Ademais, nun solo queimado a capacidade de almacenamento de auga pode reducirse en máis dun 60%; iso significa que por cada hectárea queimada pérdese a capacidade de almacenar a auga que consumirían catro persoas durante un ano. Nun novo círculo vicioso, un ecosistema que sufriu un lume estará máis seco polo que será máis susceptible a novos incendios forestais, aínda máis severos.

Dependendo da severidade do lume, a topografía e a meteoroloxía posterior, nos solos queimados poden agravarse moito os fenómenos erosivos, especialmente graves pois o solo considérase un recurso non renovable a escala humana xa que 1 cm de solo tarda en formarse entre 100 e 200 anos.

As cinzas e os sedimentos erosionados - a parte máis fértil dos solos - depositanse logo en terreos ladeira abaixo, en gabias de pistas e estradas, ou son arrastrados ata os ríos, encoros, zonas húmidas, praias e rías. Cargados de nutrientes esenciais, pero tamén de metais pesados e compostos orgánicos parcialmente queimados (nomeadamente hidrocarburos aromáticos policíclicos), a «marea negra» de cinzas e sedimentos pode comprometer seriamente a potabilidade das augas, a vida dos organismos acuáticos e a viabilidade da fauna que deles se alimenta. Entre dita fauna inclúense dende especies de aves ameazadas, como a píllara das dunas, ata a especie humana.

As áreas queimadas son, por outra parte, un terreo moi perturbado e máis susceptible por tanto á entrada de plantas exóticas invasoras, entre as que, en Galicia, compre salientar a mimosa (*Acacia dealbata*), considerada unha das 100 especies exóticas invasoras máis perigosas, que se está a expandir no territorio galego a un ritmo de 2.500 ha/ano grazas, en boa medida, aos incendios.

A extinción dos incendios forestais tampouco está exenta de consecuencias ambientais. A intervención de maquinaria pesada para abrir accesos e corta-lumes provoca fortes impactos paisaxísticos e a fragmentación de hábitats; ademais, xeralmente favorece os fenómenos erosivos. Pola súa banda, o emprego de axentes extintores ou que retardan a chama teñen efectos prexudiciais sobre os organismos acuáticos, pero tamén sobre as características dos solos e a sucesión secundaria post-incendio, sobre todo os compostos ricos en nitróxeno e fósforo, porque favorecen as especies que rebrotan en detrimento das xerminadoras obrigadas, e as que prefiren solos ricos en nutrientes fronte as de medios oligotróficos.

Malia que bastantes especies de mato e de árbores son capaces de rebrotar - sexa de xemas nos troncos ou gaias, sexa de cepa - e outras poden recuperarse con relativa rapidez dende o banco de sementes, ou a partires de bulbos ou rizomas, a rexeneración natural pode ser demasiado lenta para evitar graves danos post-incendio ao ecosistema.

En zonas nas que a severidade do lume sobre a vexetación e o solo foi elevada pode ser imprescindible adoptar medidas de conservación de solos e augas, nomeadamente en zonas con elevado risco erosivo pola topografía e/ou o réxime de precipitacións. Por iso, en calquera incendio de certa extensión o primeiro que hai que facer despois de o extinguir é avaliar co maior detalle posible o estado en que quedaron o solo e a vexetación, para así poder planificar onde, como e cando intervir e seleccionar as medidas de estabilización de emerxencia máis axeitadas en cada caso.

Mentres que en zonas afectadas con baixa severidade xeralmente non é necesario nin conveniente intervir, nas zonas de severidade moderada e, sobre todo, as de severidade alta será recomendable aplicar medidas que faciliten a rexeneración da vexetación e deteñan a erosión: sementeira de plantas herbáceas autóctonas, alfombrado con palla ou restos vexetais obtidos «*in situ*», construción de faixas con restos de corta ou rolos de material biodegradable ao longo das curvas de nivel.

As técnicas de estabilización post-incendio de emerxencia poden ser moi efectivas, reducindo a erosión en máis dun 90%, pero todas elas son economicamente custosas, a viabilidade da súa aplicación depende do tempo dispoñible entre o lume e as primeiras chuvias intensas e nalgúns casos poden competir coa actividade agro-gandeira (sementes, herba de sega, palla,...). Por exemplo, para cubrir con palla a superficie queimada en Galicia o pasado mes de outubro (máis de 50.000 ha) farían falla non menos de 4.200 camións de 30 toneladas, nuns momentos nos que pola grave seca os gandeiros atopan dificultades para alimentar aos seus animais.

Decididamente, a solución ao problema dos incendios forestais en Galicia pasa por abordar a raíz do problema: evitar o 90% dos lumes provocados intencionadamente pola actividade humana.

Facultade de Bioloxía, 3 de novembro de 2017.

ANUARIO

# Redacción y ejecución de proyectos: una experiencia colaborativa en 4º curso de Biología

Rogelio Santiago[1], Jose Luis González[2] y Pedro Pablo Gallego[1]
[1] Facultad de Biología, Campus As Lagoas, Marcosende, 36310 Vigo, Pontevedra
[2] Escuela de Ingeniería Industrial, Campus As Lagoas, Marcosende, 36310 Vigo, Pontevedra

## ¿Cómo se fraguan los objetivos de la materia?

A primera vista si un alumno le echa un vistazo la guía docente de la materia "Redacción y Ejecución de Proyectos" en relación a los resultados del aprendizaje verá que se destacan, entre otros, una serie de objetivos tales como: "conocer las competencias profesionales que el título y la legislación otorgan al Graduado en Biología", "conocer la tipología de proyectos y estudios propios de los ámbitos profesionales del biólogo", y "saber utilizar la metodología general para la redacción y elaboración de proyectos y estudios", objetivos en los que se trabaja un amplio compendio de competencias básicas, generales, específicas y transversales. Pero, ¿cómo se llega hasta aquí?, pues en este caso todo comenzó con la idea de dos profesores, Pedro Pablo Gallego (Facultad de Biología) y José Luis González Cespón (Escuela de Ingeniería Industrial), para los que el esbozo de esta materia en la titulación de Biología debía contener un enfoque práctico y ligado a la resolución de problemas de la sociedad en el ámbito de la biológica. Se decidió entonces que los alumnos de biología realizasen el planteamiento de temáticas de estudio para el desarrollo de un proyecto conjunto en el que trabajasen, entre otros, con alumnos de Ingeniería Industrial, Filología y Traducción, y Ciencias Jurídicas y del Trabajo, de forma colaborativa. Este tipo de metodología docente se integró dentro de un proyecto docente más amplio desarrollado por un grupo diverso de profesores de la Universidad de Vigo. Este grupo de docentes investiga y experimenta sobre procedimientos educativos innovadores que persiguen la mejora del rendimiento académico del alumnado. Utiliza para ello estrategias didácticas multidisciplinares basadas en la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos), que se desarrollan entre estudiantes de diferentes titulaciones. Esto supone la integración y cooperación del estudiantado que pertenece a los diferentes grados y que aportan su conocimiento específico al proyecto.

Asimismo, además del desarrollo de una memoria conjunta, todos los trabajos son expuestos en los conocidos "Congresos de Trabajos Colaborativos" (CTC) en los que cada proyecto, en lugar de presentarse en una exposición en el aula, se expone al público general en un auditorio, y bajo el formato de un congreso oficial.

## ¿Qué tipo de trabajos nos hemos encontrado en los últimos años?

Destacamos, entre otros, proyectos de vermicompostaje, hidroponía, micropropagación, acuaponía y acuicultura, producción de cultivos en invernaderos automatizados, diseño de jardines verticales, producción de biodiesel, bioetanol o biogás, producción vinícola, producción de compuestos industriales de origen biológico, aviarios y granjas de producción animal, o laboratorios de microbiología clínica, análisis genético, bioquímico o de reproducción asistida. Como se puede observar existe una amplia diversidad de áreas de conocimiento lo que enriquece en su desarrollo a alumnos y profesores de la materia. En el curso académico 2017/2018 hemos llegado a la décima edición de los congresos colaborativos, y como resumen numérico se puede hablar de 192 trabajos presentados, 1.527 alumnos participantes, 18 profesores participantes, 6 grados involucrados y 5 centros educativos de la Universidad de Vigo.

Desde el punto de vista de cómo se hacen llegar los proyectos a la sociedad, se puede decir que fundamentalmente a través del DUVI y de la UVigoTV, que recogen las últimas ediciones de los congresos, y de la presentación de propuestas de proyecto a diversos concursos de carácter universitario. En este este último apartado caben resaltar los siguientes trabajos: el proyecto de "" uno de los vencedores de la VII edición de los premios INCUVI, y ganadores del premio local de la Cátedra Telefónica Hack For Good, se presentó a en la décima edición del CTC con el título de "Planta de Compostaje a partir de Biomasa Forestal", un proyecto que transforma los residuos forestales en compost ecológico, y que trabajaron en una parte importante en la materia "Redacción y Ejecución de Proyectos". También en el Hack For Good de este año 2018 fue premiado el proyecto de "Planta de Producción de Bioplásticos a partir de Aguas Residuales", que describe la producción de un bioplástico análogo al polipropileno, pero degradable en unos meses, mediante bacterias que utilizan como materia prima aguas residuales. Asimismo, en cursos pasados (2017), fue premiado el trabajo "Biodiesel a partir de Microalgas de una Central Térmica", en el que mediante el $CO_2$ producido como desecho de una central térmica se favorecía el crecimiento de una microalga de la que posteriormente se obtendría biodiesel.

**Fig. 1.** Imagen de la inauguración del X Congreso de Trabajos Colaborativos celebrado en Abril de 2018. De izq. a der.: D. Francisco Torres Pérez, Vicedecano de la Facultad de Ciencias Jurídicas y del Trabajo, D. Luís Alonso Bacigalupe, Decano de la Facultad de Filología y Traducción, D. Jesús Míguez Miramontes, Decano de la Facultad de Biología, y Fernando Cerdeira Pérez, Subdirector de la Escuela de Ingeniería Industrial

## Proyectos destacados en el curso académico 2017/18

Dentro de la amplia variedad de proyectos presentados el curso pasado destacamos en esta breve reseña dos, pero podéis encontrar mayor información y detalle en la publicación derivada del libro de resúmenes del congreso (https://view.publitas.com/eei-universidad-de-vigo/10o-ctc-congreso-de-trabajos-colaborativos-libro-de-resumenes/page/1).

«Proyecto de Erradicación de Vespa velutina»: *Vespa velutina* Lepeletier, conocida como avispa asiática, es una especie invasora introducida accidentalmente en Europa Occidental que ha sido capaz de establecerse en zonas como el Norte de España. Su expansión supone una pérdida de biodiversidad, pues su dieta incluye abejas melíferas, otras especies de avispa e insectos, influyendo de forma negativa sobre la polinización y generando, además de daños medioambientales, un gran impacto económico sobre la apicultura. En este proyecto se plantea una solución eficaz y rentable a largo plazo, que busca resolver la problemática en Galicia y frenar su expansión en otras áreas de Europa. Se plantean distintos métodos de control y erradicación de este insecto mediante el establecimiento de un centro de investigación en el cual se establecen principalmente dos estrategias: (1) se llevan a cabo pruebas que determinen qué sustancia atrayente es más efectiva y específica a la hora de capturar la avispa, y (2) se establece el diseño de trampas de captura automatizadas. Como se puede entender, el proyecto avanza en la resolución de la problemática de especies invasoras, por desgracia de plena actualidad.

«Proyecto de Cultivo Hidropónico de Fresas»: el estudio de la hidroponía (cultivo de plantas que usa disoluciones minerales en vez de suelo agrícola) tiene una larga trayectoria, pero con el avance de la ciencia y la tecnología su optimización está en auge. A esto se suma la demanda de cultivos con una producción de alta calidad y rendimiento, por lo que el cultivo hidropónico es el candidato perfecto para una gran cantidad de empresas y agricultores. Este proyecto se centra específicamente en el cultivo hidropónico de fresas, desarrollando la totalidad del proceso de producción, desde el cultivo de los estolones hasta el empaquetado del producto final, con un exhaustivo control de calidad del proceso. Por otra parte, se describe un área de I+D+i, con 3 líneas experimentales de carácter innovador: (1) almacenamiento en frío dirigido a estudios de producción, (2) estudios de mejora de enraizamiento, y (3) caracterización molecular dirigida a estudios de mejora de la calidad de la fresa, las cuales aportan avances significativos en el campo de la agricultura y la hidroponía.

Como conclusión enfatizamos que esta experiencia interdisciplinar de la Universidade de Vigo, con la participación de diferentes ámbitos de conocimiento trabajando en un proyecto común, es única en el sistema educativo Español. Y en lo que es que se refiere al grado de satisfacción del alumnado, las encuestas que han realizado arrojan un 95% de satisfacción, y en ellas los alumnos afirman haber conseguido una significativa mejora de sus competencias y habilidades comunicativas. Del mismo modo, la memoria del proyecto y la asistencia al congreso son méritos a incluir en su currículo incipiente.

ANUARIO

# Acto de Graduación 22 de junio de 2018. Discurso de la Madrina

Elena Cartea González
Investigadora científica y Directora de la Misión Biológica de Galicia (CSIC)

Sr. Rector Magnífico, Sr. Decano de la Facultad de Biología, profesores, alumnos, señoras y señores. Quiero comenzar este discurso agradeciendo en primer lugar al Sr. Decano de la Facultad de Biología la deferencia por la invitación a participar como madrina en este Acto de Graduación del curso académico 2017-2018, de la Facultad de Biología de la Universidad de Vigo.

Es para mí un gran honor, que agradezco profundamente, dirigiros la palabra en este día tan especial, como es el de vuestra graduación.

Debo confesaros que, a pesar de ser Licenciada y Doctora en Biología por la Universidad de Santiago de Compostela, fue aquí, en Vigo, mi ciudad natal, donde yo empecé mis estudios de biología. Por aquel entonces, la Universidad de Vigo aún no existía y estudiábamos en el Colegio Universitario o CUVI, como lo llamábamos entonces. Aquí realicé el primer ciclo de biología y pasé tres años maravillosos descubriendo que había elegido bien, sí, que estaba estudiando aquella carrera que me había apasionado desde bien pequeña. Por tanto, es para mí un honor y supone una gran satisfacción volver a mis orígenes y reencontrarme hoy en este acto con antiguos compañeros, algunos son hoy profesores vuestros y, por supuesto, volver a ver a antiguos profesores, como D. Manuel Reigosa, o Pachi, mi profesor de fisiología vegetal y actualmente Rector de esta Universidad.

Hoy es un gran día en el que los protagonistas sois vosotros. Este acto marca el final de uno de los caminos más importantes de vuestras vidas. Habéis conseguido una meta personal que os propusisteis hace cuatro años cuando entrasteis en esta Facultad de biología y tras muchas horas de estudio y clases, tras muchas preocupaciones y agobios, tras decenas de exámenes y años muy duros, lo habéis conseguido.

Por tanto, este es un momento único que debéis disfruta, en compañía de aquellos que lo han hecho o han ayudado a hacerlo posible. Aunque, lógicamente, estas palabras van dirigidas a vosotros, los nuevos graduados, no creo que fuera justo olvidar a vuestros profesores, los cuales os han transmitido su conocimiento y su ilusión por la biología. Mi sincera enhorabuena a vuestras familias, a las madres, padres y familiares que están hoy aquí acompañándoos. Nunca olvidéis que, sin ellos, vuestro éxito no habría sido posible.

Al echar la vista atrás me doy cuenta de que estudiar Biología ha sido una de las mejores decisiones en mi vida, ya que estudiar esta carrera me permitió descubrir mi vocación investigadora, algo que me ha posibilitado desarrollar una carrera profesional que no hubiera podido imaginar ni en el mejor de mis sueños. Tras acabar la Universidad, comencé mi carrera investigadora en Pontevedra, en la Misión Biológica de Galicia, uno de los cincos centros que el Consejo Superior de Investigaciones Científicas tiene en Galicia, y el más antiguo del CSIC en el área de las Ciencias Agrarias. Allí comencé como 'estudiante en prácticas' con mucha ilusión y en un momento donde las oportunidades de trabajo para los biólogos escaseaban aún más que ahora. En este centro, tuve la gran oportunidad de encontrar mi camino en el mundo de la biología y la genética de plantas siempre de la mano de otros estudiantes de doctorado e investigadores, que hoy en día han resultado ser mis compañeros de trabajo, además de buenos amigos. Actualmente sigo trabajando en la Misión Biológica como Investigadora y tengo el honor y la responsabilidad de ser la responsable de un grupo de investigación desde hace casi dos décadas y la directora de este centro desde el año 2015.

No es éste el momento para ponerme aquí a describiros exhaustivamente lo que es el «Consejo», pero sí deciros que allí tenéis también una oportunidad de futuro si os gusta el mundo de la investigación. El CSIC representa el mayor organismo público de investigación de España, el tercero de Europa y el séptimo del mundo; allí trabajan, o trabajamos, unas 12000 personas, dedicadas a hacer "ciencia": desde los aspectos más básicos o fundamentales, hasta los desarrollos tecnológicos más complejos; desde las ciencias humanas y sociales, a la biomedicina.

Os habéis pasado estos años oyendo cuán difícil lo tenéis los jóvenes, y ahora estáis a punto de abrir esa puerta que os conduce al inicio de vuestra andadura profesional, llenos de lógica inquietud por vuestro futuro. Es posible que mañana, la pregunta que os haréis muchos de vosotros será: "¿Y ahora qué?" Efectivamente, esta es una pregunta importante. Seguro que algunos ya tenéis la respuesta y el futuro planificado, otros a lo mejor continuaréis vuestros estudios aquí o en otras universidades. Pero para aquellos que sigáis buscando las respuestas acerca del "¿y ahora qué?", me gustaría deciros que todos hemos pasado por ello, yo misma he vivido esos momentos de incertidumbre y me gustaría recordaros como os decía al principio de estas palabras que en el CSIC tenéis las puertas abiertas para todos aquellos que deseéis dedicaros en el futuro a desarrollar una carrera investigadora.

Hoy, los avances científicos que se necesitan para dar respuesta a los retos de la sociedad del siglo XXI, requieren de la actuación coordinada de investigadores formados en diferentes disciplinas, capaces de aportar nuevas claves que permitan resolver los principales problemas a los que nos enfrentamos día a día.

La sociedad actual es compleja y está sobrecogida por una profunda crisis económica, acompañada de una crisis de valores sin precedentes. Pero es cierto también que vosotros, jóvenes y bien formados, empezáis a tener nuevas oportunidades. Sois biólogos, sois profesionales de la ciencia y estáis capacitados para aportar no sólo vuestros conocimientos, sino a vosotros mismos para mejorar la sociedad. Vuestra generación ha de ser la que consolide la salida de la crisis, pero para eso hay que arriesgarse, hay que innovar, hay, en definitiva, que trabajar. Lo que os propongo es que os arriesguéis, que sigáis vuestra vocación, que seáis felices con vuestra profesión, porque esa será la única manera de que podáis hacer felices a los demás. No dejéis nunca de estudiar, de aprender cosas nuevas, pero, sobre todo, nunca perdáis la ilusión que, un día, os motivó a estudiar esta bonita carrera.

Me vienen a la mente varias palabras de grandes autores, sin duda mucho más autorizados que yo misma, para marcar una forma de actuar. Por ejemplo, un gran científico como era Albert Einstein decía que “El mayor estímulo para esforzarnos en el estudio y en la vida, es el placer del mismo trabajo, el placer de los resultados y la conciencia del valor de esos resultados para la comunidad”.

Quiero terminar felicitándoos nuevamente y, por supuesto no olvidar mis más sinceras felicitaciones a vuestros padres y familiares, por vuestro esfuerzo y los éxitos conseguidos.

Os deseo todo lo mejor y muchos éxitos en esa nueva etapa de la vida que se abre delante de vosotros.

Enhorabuena por vuestra graduación y muchas gracias a todos por su atención.

ANUARIO

# Acto de Graduación 22 de junio de 2018. Discurso del Padrino

Humberto Quesada Rodríguez
Profesor de Genética en la Facultad de Biología

Sr. Rector, Sres. Decanos, estimados compañeros y familiares, queridos alumnos, antes de nada, quería expresaros mi profunda gratitud por haberme nombrado vuestro padrino de promoción. Confieso, que tras la ilusión inicial, me asaltó cierta inquietud sobre cómo afrontar este honor. Mi primera duda, fue plantearme qué temas debe incluir un discurso de graduación. La tradición, establece que existen tres labores principales que un orador debe realizar en un discurso de esta naturaleza.

La primera, es reconocer y celebrar los logros de la promoción que se gradúa. Y vale la pena hacerlo, ya que se trata de un hito muy importante para todos vosotros. Hoy, es un día de felicidad y triunfo. Para llegar hasta aquí, habéis invertido cuatro años de esfuerzo, determinación, y sacrificio. Por ello, os merecéis el aplauso y cada una de las felicitaciones que estáis recibiendo hoy. Este es también un día de orgullo para vuestros padres y familiares, que han estado apoyándoos durante toda esta etapa. Y por supuesto, es también un día de enhorabuena para nuestra Universidad, que celebra hoy la graduación de un grupo de jóvenes con una sólida formación.

Estos años han sido increíblemente importantes. Han jugado, sin duda, un papel clave en forjar vuestra personalidad para convertiros en quienes sois hoy, e influirán en las decisiones que toméis a partir de ahora, a menudo, de formas que no percibiréis de modo consciente. Se abre ahora un nuevo capítulo en vuestras vidas, lleno de desafíos y nuevas ilusiones, pero hoy es el día de hacer una pausa, para sentirse orgullosos del camino recorrido.

El segundo requisito de un discurso de graduación, es ofrecer algunos consejos a los recién graduados. En base a mi formación como hombre de ciencia, mi primer consejo es el siguiente: cada vez que afrontéis los retos que os deparará la vida, tratad de pensar de forma científica. La ciencia no se limita a la mera recopilación de hechos y observaciones. Es mucho más que eso. Es un hábito de la mente, una herramienta para tratar con el mundo. La ciencia es un proceso que nos permite descubrir cómo funcionan las cosas a través de un pensamiento estructurado y sistemático: te planteas una pregunta, formulas una hipótesis que pueda responderla, y verificas empíricamente esa hipótesis para comprobar si es correcta. Este proceso enriquece tu pensamiento, y es una fuente de inspiración para la obtención de nuevos conocimientos y experiencias. Lo que trato de deciros, es que el método científico es una herramienta poderosa para esculpir vuestro pensamiento, y vuestra visión del mundo, mediante el cultivo del conocimiento objetivo.

Pensad, por tanto, como hombres y mujeres de ciencia. Tratad de comprender el mundo que os rodea. Plantearos preguntas sobre vosotros mismos y sobre los demás. Y buscad respuestas reales, usando la ciencia como un baluarte contra los intereses creados, los prejuicios, las supersticiones, y las suposiciones reconfortantes pero injustificadas.

Mi segundo consejo, se refiere a la necesidad de que perdáis el temor al fracaso, o dicho de otra manera, a que apreciéis el formidable valor formativo que el fracaso tiene en el desarrollo personal y profesional. Pensad que es imposible vivir sin cometer errores, a menos que viváis de una forma tan cautelosa, que ello os conduzca a una vida estéril y yerma, en cuyo caso, también habréis fracasado.

La capacidad para afrontar la adversidad, y el conocimiento que se deriva de haber superado las dificultades, os hará más fuertes, sabios, y empáticos. Lo que trato de deciros, es que la sabiduría se construye sobre los contratiempos, tal y como resumió Niels Bohr en una cita memorable. Decía Bohr “Un experto, es la persona que ha cometido todos los errores imaginables”. No os obsesionéis, por tanto, con la idea del éxito, especialmente con la del éxito inmediato, ya que en muchos casos éste es simplemente fruto del azar, y no del mérito personal. Tened en mente que el éxito es un concepto muy subjetivo, y que cuando llega sin una experiencia previa de adversidades, se convierte, en no pocas ocasiones, en un factor debilitador de la personalidad.

Mi tercer consejo, es que tengáis confianza en vuestras posibilidades y capacidades, pues cualesquiera que sean vuestras aptitudes, siempre habrá un campo en el que podréis sobresalir si trabajáis de forma metódica, diligente, y apasionada. Aprended a reconocer vuestras inseguridades y miedos, a reconciliaros con ellos, y a aceptaros como sois. Dejad que sean las barreras externas, y no las internas, las que constituyan una dificultad para vuestro avance. Habrá situaciones en las que lo mejor que podáis ofrecer no será suficiente, quizás por mala suerte u otras razones, pero siempre que deis lo mejor de vosotros mismos, os irá bien. En definitiva, el esfuerzo y la constancia en el trabajo son virtudes que, en el medio y largo plazo, os permitirán alcanzar metas que ahora apenas podéis intuir. Y quizás, nadie mejor que Charles Darwin para ilustrar este hecho. Destaca Darwin, como colofón final a su autobiografía, lo siguiente: “Mi éxito como hombre de ciencia, cualquiera que sea la altura que haya alcanzado, ha sido determinado, en la medida que puedo juzgar, por complejas y diversas cualidades y condiciones mentales. De ellas, las más importantes han sido: a) la pasión por la ciencia; b) paciencia

ilimitada para reflexionar largamente sobre cualquier tema; c) laboriosidad en la observación y recolección de datos, y d) una mediana dosis de inventiva así como de sentido común. Con unas facultades tan ordinarias como las que poseo, es verdaderamente sorprendente que haya influenciado, en grado considerable, las creencias de los científicos respecto a algunos puntos importantes".

Por último, la tercera, y más importante, labor de un orador en un discurso de graduación, es esta: saber cuándo acabar. Así pues, gracias de nuevo por invitarme a ser vuestro padrino. Mis felicitaciones a todos los miembros de esta promoción. Os deseo que podáis llevar a cabo vidas intensas, y desarrollar carreras honestas y comprometidas con la búsqueda del conocimiento. Enhorabuena.

ANUARIO

# Acto de Graduación 22 de junio de 2018. Discurso de los alumnos

Marisol Torres Gonçalves y Carlos García González

**Marisol Torres Gonçalves.** Buenas tardes profesores, compañeros, familiares y demás seres queridos. Muchas gracias por estar presentes en el día en el que una nueva generación de biólogos sale al mundo, para convertirse todos, estamos seguros, en profesionales cualificados, dedicados y llenos de pasión… Una pasión que parece que me falta a mí esta tarde, así que voy a pedir que suba aquí conmigo al más apasionado, al que más le gusta el salseo, a mi compañero de tejemanejes… El señor Carlos García...

**Carlos García González.** ¡Ya estoy aquí Marisol! Cuatro años después y sigues necesitándome para caerle bien a la gente.

**M.T.G.** Ser diva es muy cansado, si encima tuviese que preocuparme de ser agradable… no habría llegado hasta aquí.

**C.G.G.** Bueno, no se te ha dado tan mal… En realidad, no se nos ha dado tan mal a ninguno, hemos superado la selección natural!!!

**M.T.G.** ¡Lo siento Darwin! Aunque algunos… hay que reconocer que lo habéis hecho estupendamente bien y creo que os merecéis un pequeño reconocimiento… Así que voy a empezar pidiendo un aplauso para todas esas matrículas de honor y sobresalientes!!

**C.G.G.** También, para los notables de verdad y para los que llegaron por tener buena vista y cuello largo!!!

**M.T.G.** Es una broma por favor, que nadie nos eche a la hoguera!!! Y como no, a los que habéis llegado hasta aquí a base de labia y de 5s.gracias, para eso sí que hace falta talento, un aplauso!!!

**C.G.G.** Uy ¿qué haría yo sin la labia y esta cariña de niño bueno? Aunque también le debo mucho a la paciencia de algunos de nuestros profesores, a todos esos que se esforzaron día tras día por enseñarnos de verdad. Sin duda, aunque han sido 4 años muy duros, han hecho que nos sintamos como en casa.

**M.T.G.** Y por eso queremos dar especialmente las gracias: a nuestro Decano, que siempre ha tenido en cuenta nuestra voz y trató en todo momento de poner en consonancia el punto de vista tanto de alumnos, como de profesores. A nuestros profesores y tutores del PAT, que pusieron todo su empeño y buena voluntad en transmitirnos sus conocimientos, guiarnos por los recónditos caminos de la ciencia y por atender nuestras quejas… (que no fueron pocas…)

**C.G.G.** Pero teníamos buena intención, solo queríamos aportar nuestro granito de arena para mejorar el Grado en Biología. Esperamos de corazón que haya servido para algo.

**M.T.G.** Precisamente por el volumen de quejas que tuvo que soportar, por toda su paciencia y porque nadie da la clase con más estilo y sin pasarse ni un solo minuto… quiero pedir un fuerte aplauso para nuestro padrino Humberto. Siempre intercedió entre nosotros y el equipo de dirección y, aunque 3º no fue un curso fácil, él intentó por todos los medios mejorarlo, escuchándonos y dándonos toda su comprensión y apoyo. ¡Gracias, Humberto!

**C.G.G.** También queremos darles las gracias a unas personas sin las que no habríamos sobrevivido. Unas personas que siempre nos reciben con una sonrisa en sus caras y nuestros cafés y que nos alimentaron con la mejor tortilla en momentos de flaqueza. Gracias Oli, Lisi y Beas!

**M.T.G.** Por último queremos dedicaros unas palabras a vosotros, compañeros. El camino hasta aquí no ha sido fácil, ha estado lleno de noches en vela, navidades en las que apenas nos daba tiempo a comernos las uvas y semanas santas sin un rayo de sol, pero lo conseguimos. Este año se cierra una etapa de nuestras vidas, dejamos de ser juveniles estudiantes de Grado para convertirnos en… «viejunos» estudiantes de Máster. Podría parecer que estamos estancados, pero os aseguro que no es así. Estamos en continuo movimiento, aprendiendo cada día, no solo sobre Biología, sino sobre la vida.

**C.G.G.** Mirad…, desde luego, yo he aprendido mucho sobre Biología, pero sobre todo he aprendido a valorar el tiempo, a no desperdiciarlo, a manejarlo y estirarlo hasta el último minuto para entregar cualquier trabajo a las 23:59.

**M.T.G.** Siempre a tiempo, a rastras, pero ni tan mal.

**C.G.G.** Pero si queréis una buena recomendación, una valiosísima lección… Allá a dónde vayáis haced amigos. Haced amigos de todas las formas, colores y edades. Aunque penséis que son personas demasiado diferentes a vosotros, aunque penséis «uff… qué personaje», aunque tenga toda la pinta de diva prepotente… Haced un esfuerzo para ver más allá y haced amigos. No solo porque eso os enriquece como personas, sino porque nunca sabes de donde te pueden caer unos buenos apuntes, unos exámenes, un trabajillo de otro año y… sobre todo consejos y apoyo cuando más los necesitáis, porque si un amigo te dice que lleva fatal el examen, tú ya te sientes mucho mejor, aunque no tengas ni puñetera idea.

**M.T.G.** Cuatro años dan para mucho, nos llevamos a personas maravillosas y momentos inolvidables: como los diluvios en las salidas de intermareal, apretones a ranas que no se volvieron a mover más, meterse en la laguna a recoger lo rico del fondo, acosar a lombrices, varear árboles, medir 100 veces con el espectrofotómetro, asepsia, asepsia, asepsia…

**C.G.G.** Contaminación, contaminación!!! Esas cosas que cuentas, cuando te preguntan qué haces en la carrera, para que después de todo te digan una y otra vez, «si te hubieras metido en veterinaria…»

**M.T.G.** «Ay, si te hubieses metido en medicina…»

**C.G.G.** «En farmacia…»

**M.T.G.** Pero la gente no entiende todo lo que implica la Biología y ser biólogo. Familiares y demás seres queridos, hoy estáis en el lugar más seguro del mundo, porque estáis rodeados de biólogos. Y si por algo se caracteriza un biólogo, es por amar la vida. Un biólogo mira el mundo con otros ojos, mira el mundo desde la curiosidad por cada proceso, teniendo en cuenta lo frágil que es el equilibrio que nos sostiene a todos y por eso estudia, enseña, cuida y respeta la vida.

**C.G.G.** Ya somos biólogos y de los buenos. No solo por nuestras notas o por nuestros TFGs, sino porque durante estos 4 años hemos demostrado día a día en qué consiste el respeto hacia criaturas diferentes a nosotros, hemos aprendido a escuchar y hasta a apreciar a esas criaturas. Criaturitas, compañeros, amigos… Nos hemos estudiado [jeje ajam, risita malévola], enseñado, cuidado y respetado los unos a los otros. Somos biólogos y después de medirnos la tensión, de sacarnos sangre, de desmayarnos, de meternos en el medios de los «toxos», después de cada cena de clase, de cada juerga, de cada debate (a veces casi sangriento), de cada «San Alberte», San Pepe, San Teleco y todos los demás santos… ahora también somos familia y nuestro legado en esta Facultad serán el compañerismo y el «buen-rollismo» que nos han acompañado y nos han hecho crecer como personas a lo largo de la carrera. Os damos las gracias a todos por eso.

**M.T.G.** Para terminar, no queremos dejar sin mencionar a Lynn Margulis, Doctora Honoris Causa a propuesta de esta Facultad y mujer científica, que seguramente tuvo que luchar contra muchas injusticias por el simple hecho de ser mujer. Como tantas otras antes que ella, como tantas otras después. Especialmente en días como el de hoy [referencia al juicio de la «manada»]. Por otra parte, ella creía que el ser humano vive en un constante autoengaño al pensar que puede proteger, cuidar o guiar de la Tierra viva. Pero es el Planeta el que se ocupa de nosotros, no nosotros de él. Más bien, deberíamos protegernos y cuidarnos de nosotros mismos.

**C.G.G.** Y por eso, y por mucho más, el mundo necesita más biólogos. Ya sabemos que las ratas de laboratorio van a vivir mejor que nosotros, así que dejad de decirnos que nos equivocamos de carrera si lo que queríamos es ser ricos, porque eso, no es lo que nos importa.

**M.T.G.** Compañeros, amigos, tenemos el potencial para cambiar el mundo de una forma que nadie más podría. Así que, y esto va a quedar muy bonito, creo que debemos tomarlo al pie de la letra: salid ahí y no dejéis que nada se interponga en vuestro camino, cumplid vuestros sueños por muy locos que sean y que nuestro legado para el mundo lleve impreso el estilo de los «Biólogos en acción» [nombre del grupo de Whatsapp de nuestra clase].

**M.T.G. y C.G.G.** ¡Mucha suerte compañeros!