

MEMORIA

Proyecto de innovación docente ID 2019/121

DISEÑO DE ACTIVIDADES COOPERATIVAS PARA EL ACERCAMIENTO A LA LITERATURA CIENTÍFICA ORIGINAL EN EL ÁMBITO DE LA BIOQUÍMICA Y LA BIOLOGÍA MOLECULAR.

1. **ACCIÓN** (indicar solo una):

1. Innovación en metodologías docentes para para desarrollo de competencias generales o específicas. Proyectos dirigidos a la innovación en: las clases magistrales, estudios de casos prácticos, resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por proyectos, aprendizaje cooperativo y clases prácticas

Coordinadora del proyecto: Profra. Juana Gutiérrez de Diego (dediego@usal.es)

Otros miembros del equipo: Prof. F. David Rodríguez García (lario@usal.es)

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular
Universidad de Salamanca

Salamanca, 24 de junio de 2020.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el acceso a la información es inmediato y casi inabordable. En el contexto de Internet, acudimos a la información por medio de herramientas informáticas, buscadores, cuyos criterios de selección no son siempre bien conocidos, cuando no de origen ambiguo o con objetivos que pueden estar al servicio de parte. La ciencia bioquímica se construye paso a paso gracias al esfuerzo de búsqueda e investigación llevado a cabo por científicos en todo el mundo. Sus contenidos no provienen de acuerdos consensuados por comités, sino de la aplicación del método científico a diseños experimentales controlados que permiten desentrañar los mecanismos íntimos que rigen las relaciones entre las biomoléculas. Acudir a fuentes fiables de información es por tanto una rutina y una capacidad que debemos estimular entre los estudiantes para que adquieran autonomía y sean capaces de comprobar, comparar, analizar y organizar la información con criterio (1-3). Se clasifican las fuentes de información en tres categorías: fuentes primarias, secundarias y terciarias (4-6).

Los estudiantes tienen ciertas reticencias a la hora de acudir a fuentes fiables, primarias o secundarias, para reforzar sus conocimientos, aclarar sus dudas o desarrollar su propio camino de aprendizaje. Hay obstáculos obvios que impiden que la tarea sea exitosa. Las dificultades se relacionan con factores como el conocimiento básico de la lengua inglesa o la organización y estructura fundamental de un informe o publicación científica original, además de la dificultad que comporta el lenguaje específico, las herramientas de análisis de datos y la interpretación de estos, etc. Nos hemos propuesto abordar un proyecto realista que nos facilite convencer a los estudiantes de la importancia que tiene que desarrollen y afiancen competencias relacionadas con la búsqueda de información en fuentes fiables, primarias o secundarias.

En este proyecto nos acercamos a la literatura científica y a sus protagonistas utilizando por un lado (Actividad A), los premios Nobel de Química relacionados con la Bioquímica y la Biología Molecular (7). Con el acercamiento a los hallazgos y contribuciones y a sus protagonistas queremos dar relevancia a soportes de información primaria y secundaria fiables en el campo de la Bioquímica y la Biología Molecular. Se detalla el procedimiento más adelante. Por otra parte (Actividad B), desarrollaremos una actividad consistente en el análisis crítico de una noticia científica reciente, reseñada en un medio de comunicación genérico, basada en una publicación original del área de la Bioquímica y la Biología Molecular. Se detalla el procedimiento más adelante.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Aplicar metodologías que ayuden a los estudiantes a establecer rutinas eficientes de trabajo en su ruta de aprendizaje y motiven su interés por la Bioquímica y la Biología Molecular. Pretendemos que los alumnos comprendan la importancia de acudir a fuentes primarias de información, así como a los protagonistas y a los diseños experimentales que han supuesto un avance relevante en el campo.

Objetivos basados en competencias.

En nuestra programación docente en los últimos años hemos puesto en marcha actividades que estimamos relevantes para la incorporación de competencias específicas para el aprendizaje de la Bioquímica y la Biología Molecular en los Grados

en Química e Ingeniería Química. En la propuesta de este proyecto ampliamos el desarrollo y mejora de actividades dirigidas a la adquisición de estas competencias en el marco de la identificación, gestión y estudio de fuentes fiables de información. Se indican a continuación las competencias específicas:

- A. Estimular el pensamiento lógico y crítico
- B. Identificar fuentes primarias, secundarias y terciarias de la información
- C. Enfatizar el carácter cuantitativo de la Bioquímica
- D. Relacionar la Bioquímica y la Biología Molecular con otras ciencias experimentales
- F. Reforzar las capacidades de organización y gestión de la información

PLAN DE TRABAJO (Actividades A y B)

Un análisis del listado de premios Nobel de Química a lo largo de toda su historia, desde el año 1901, refleja la importancia que la Bioquímica ha tenido a lo largo del siglo XX y primeras décadas del siglo XXI. Por otra parte, los medios de prensa se hacen eco a diario de noticias relacionadas con descubrimientos científicos muy relevantes para la salud humana y animal, la mejora de ecosistemas, o el desarrollo de nuevas terapias moleculares que alivien el peso de la morbilidad y la mortalidad provocados por la enfermedad.

Premios Nobel de Química (Actividad A, *on line*).

Describimos a continuación los elementos pilares de la actividad.

-PRESENTACIÓN

El primer día de clase explicamos la actividad y su cronología en el marco del programa general de horarios establecido por la junta de Facultad. Este primer contacto con los alumnos establecimos las "reglas del juego" y nos permitió presentarnos como personajes catalizadores y de ayuda, más que como un obstáculo a eludir o superar. Además, los alumnos tuvieron acceso desde este momento a toda la información referente a la actividad y su relevancia en el marco de la evaluación continua de la asignatura.

-ESTRUCTURA y DINÁMICA

- Asignación de un premio Nobel a cada grupo de alumnos. La tarea, en el contexto de la evaluación continua de la asignatura, se denomina Tarea A11.
- Obtener y analizar documentación en www.nobel.se y otras fuentes fiables.
- Cumplimentar un formulario siguiendo las siguientes instrucciones:
 - Cumplimentar todos los apartados.
 - Tipo de letra *Times New Roman*, espacio sencillo.
 - Extensión: máx. 400 palabras.
 - El texto debe reseñar al menos tres citas originales relevantes relacionadas con el tema. Las citas se deben enumerar en el formato ACS, tipo 2, como en la revista periódica *Biochemistry* (8).
- Una vez cumplimentado el formulario, se envía a la plataforma *Studium* antes de la fecha límite establecida.
- Los profesores supervisan la actividad a lo largo de su desarrollo.

-CRONOGRAMA

ACTIVIDAD Premios Nobel de Química	CURSO 2019-2020
Fecha (3/02 al 30/04 de 2020)	Actuación
3/02/2020	Información a los alumnos.
31/03/2020	Recordatorio en <i>Studium</i> .
30/04/2020	Entrega de la tarea en <i>Studium</i> .

-EVALUACIÓN

Esta actividad se enmarca en el contexto de la evaluación continua de la asignatura Bioquímica del tercer curso del Grado en Química que supone un 40% de la calificación final (el 60% restante corresponde a un examen final escrito)
Valoración de esta actividad: representa un 2,5 % de la evaluación continua.

Nota: El estado de alarma debido a la pandemia provocada por el virus SARS-Cov-2 nos confinó a todos en casa y de forma repentina la docencia cambió a un modelo a distancia. Esta actividad estaba diseñada para tener lugar en un entorno virtual por lo que su desarrollo no sufrió modificaciones significativas, con la excepción de la labor tutorial que también se produjo a distancia.

Noticia de prensa (Actividad B, semipresencial).

Describimos a continuación los elementos principales de esta actividad

-PRESENTACIÓN

El primer día de clase explicamos la actividad y su cronología en el marco del programa general de horarios establecido por la junta de Facultad. Este primer contacto estableció las "reglas del juego" y nos permitió presentarnos como personajes catalizadores y de ayuda, más que como un obstáculo a eludir o superar. Además, los alumnos tuvieron acceso a toda la información referente a la actividad y su relevancia en el marco de la evaluación continua de la asignatura.

-ESTRUCTURA y DINÁMICA

Los alumnos se organizaron en grupos (grupos establecidos para todas las actividades cooperativas de la asignatura) y eligieron una noticia que compartieron en un foro específico de la plataforma *Studium* (Foro Noticia). Enviaron a dicho foro un formulario cumplimentado siguiendo las siguientes instrucciones:

- Cumplimentar todos los apartados (noticia, fuente, análisis crítico).
- Tipo de letra *Times New Roman*, espacio sencillo.
- Extensión: máx. 300 palabras.

Una vez cumplimentado el formulario, se envía a la plataforma *Studium* antes de la fecha límite establecida.

Los profesores supervisaron la actividad a lo largo de su desarrollo.

La elección del Foro como elemento de comunicación permite el acceso de todos los alumnos a las noticias aportadas por otros grupos. A su vez, los profesores pueden intervenir con información adicional o moderando las intervenciones de los usuarios. Toda la actuación se puede desarrollar, por lo tanto, en un marco de transparencia y acceso igualitario para todos. Como no se pudo celebrar un coloquio presencial con

un experto invitado, optamos por la alternativa de proponer a los alumnos un análisis elaborado por el experto invitado para el coloquio que sirviera como referencia orientadora para la redacción de un resumen individual por parte de los estudiantes.

-CRONOGRAMA

ACTIVIDAD Noticia de la Prensa	CURSO 2019-2020
Fecha (3/02 al 4/05 de 2020)	Actuación
3/02/2020	Información detallada a los alumnos.
6/03/2020	Depósito del Formulario en el Foro.
27/04/2020	Coloquio en clase (suspendido). Sustituido por un trabajo de análisis elaborado por el experto invitado, Dr. Emilio Cervantes, y enviado a los alumnos como referencia para la elaboración de un resumen individual.
11/05/2020. Esta fecha se retrasó una semana por los reajustes de calendario a que nos obligó el estado de alarma.	Entrega de un resumen individual.

-EVALUACIÓN

Esta actividad se enmarca en el contexto de la evaluación continua de la asignatura Bioquímica del tercer curso del Grado en Química que supone un 40% de la calificación final (el 60% restante corresponde a un examen final escrito).

Valoración: representa un 10% de la evaluación continua. La valoración se basó en el análisis del resumen escrito individual, con una rúbrica de referencia.

Nota: El estado de alarma provocado por la pandemia provocada por el virus SARS-Cov-2 nos confinó a todos en casa y de forma repentina la docencia cambió a un modelo a distancia. Esta actividad estaba diseñada para tener lugar de forma semipresencial. Por ello, el coloquio programado para su celebración presencial fue sustituido por un ensayo y análisis que el investigador invitado, Dr. Emilio Cervantes, escribió y compartió con los estudiantes con el fin de orientarles para que pudieran elaborar un resumen personal sobre divulgación científica. La labor tutorial se produjo a distancia por correo electrónico.

RESULTADOS

Actividad A. Premios Nobel de Química

Los alumnos trabajaron en 9 grupos diferentes. Los alumnos de segunda matrícula trabajaron de forma individual. Todos los trabajos se presentaron en el formato establecido (ver ejemplos en el anexo I) y fueron corregidos por los profesores siguiendo una rúbrica. La máxima puntuación de esta actividad fue de 1 punto. A su vez, como se ha indicado más arriba, la actividad representa el 2,5 % de la evaluación continua de la asignatura. En la figura 1 se exponen las calificaciones obtenidas por los diferentes grupos y las calificaciones individuales de los alumnos de segunda matrícula.

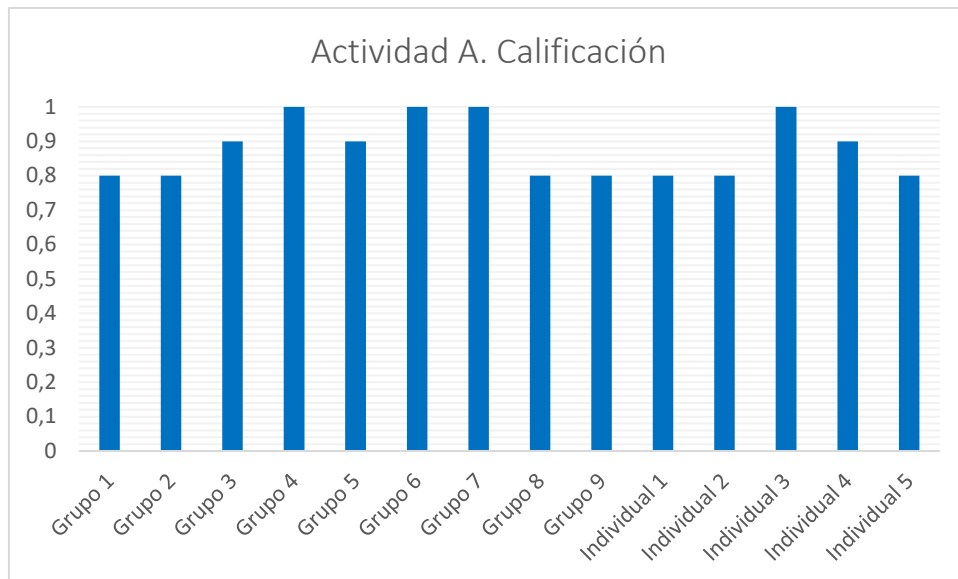


Figura 1. Calificaciones (eje de ordenadas) obtenidas en la actividad A (Máximo: 1 punto)

Los profesores elaboramos una encuesta, a través de la plataforma *Studium*, sobre la actividad A de este proyecto de innovación docente, cuyos resultados se detallan a continuación (Modelo de la pregunta: escala de *Lickert* de 1 al 5).

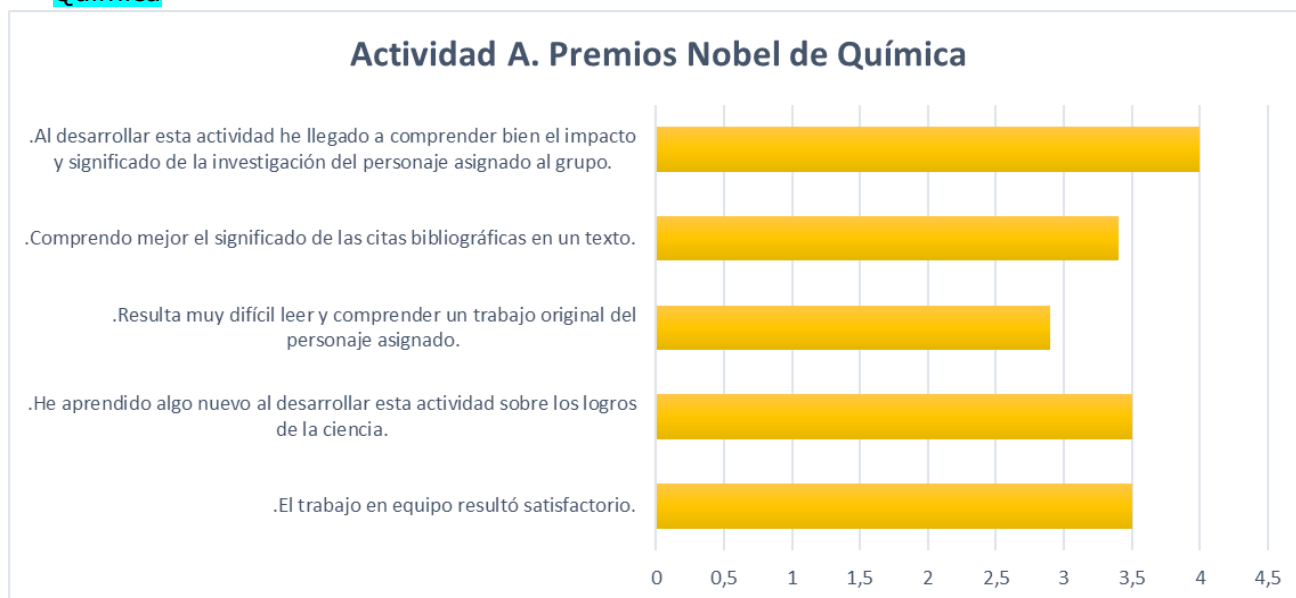
Datos de la encuesta:

Alumnos matriculados: 62

Alumnos participantes en la actividad: 59

Alumnos que responden a la encuesta: 38 (64,4% de los participantes)

Pregunta: Valora globalmente, 1 (nada de acuerdo) a 5 (muy de acuerdo) los siguientes aspectos de la actividad relacionada con el estudio de un premio Nobel de Química



Distribución de las respuestas:

Respuestas	1	2	3	4	5	Total
1. He aprendido algo nuevo sobre la divulgación de la ciencia	3 (8%)	4 (11%)	10 (26%)	12 (32%)	9 (24%)	38
2. La actividad estimula el trabajo en equipo	5 (13%)	4 (11%)	7 (18%)	13 (34%)	9 (24%)	38
3. Sé distinguir entre fuentes de información primaria y fuentes secundarias o terciarias	0	4 (11%)	11 (29%)	10 (26%)	13 (34%)	38
4. Leer artículos originales de investigación científica me resulta difícil	1 (3%)	6 (16%)	11 (29%)	12 (32%)	8 (21%)	38
5. En general, la prensa genérica presenta de forma satisfactoria la investigación científica	13 (34%)	13 (34%)	6 (16%)	3 (8%)	3 (8%)	38
6. La redacción del resumen solicitado me resultó muy fácil	6 (16%)	14 (37%)	11 (29%)	2 (5%)	5 (13%)	38

Figura 2. Resultados de la encuesta sobre la actividad A.

Actividad B

Los alumnos presentaron 55 resúmenes individuales (ver ejemplos en el anexo II) que fueron corregidos por los profesores mediante una rúbrica. La máxima puntuación de esta actividad fue de 4 puntos que representan, a su vez, el 10% de la evaluación continua de la asignatura. La calificación media de esta actividad fue **2,7±0,8** (media ± desviación estándar). En la figura 3 se presentan las calificaciones individuales de los 55 alumnos.

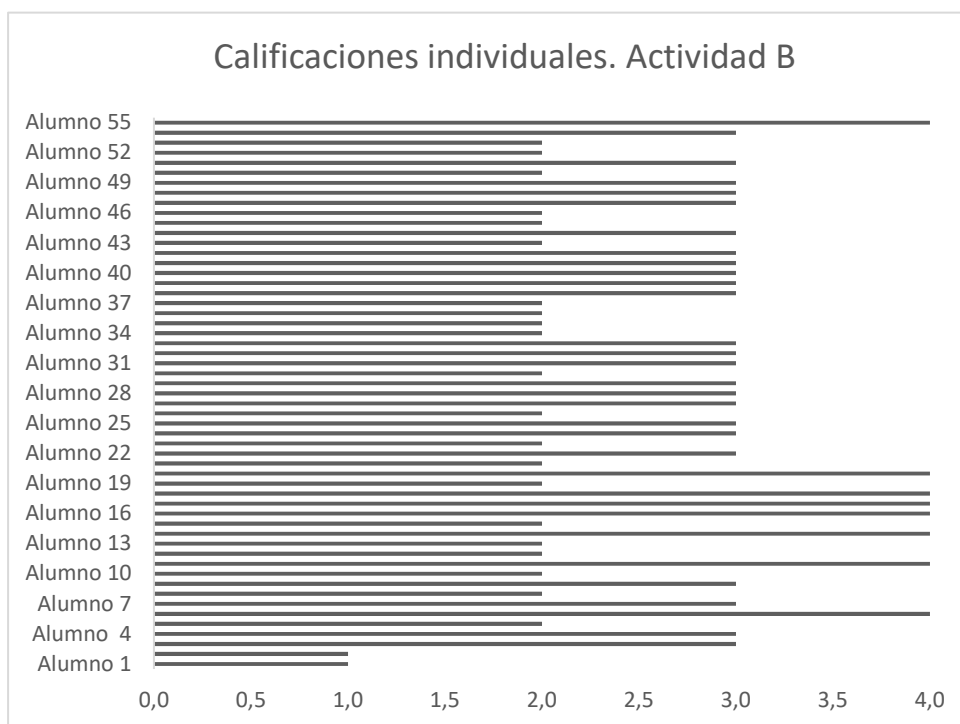


Figura 3. Calificaciones individuales (eje de abscisas) obtenidas en la actividad B (Máximo: 4 puntos)

Los profesores elaboramos una encuesta, a través de la plataforma *Stadium*, sobre la actividad B correspondiente a este proyecto de innovación docente. Los resultados se detallan a continuación (Modelo de la pregunta: escala de *Lickert* del 1 al 5).

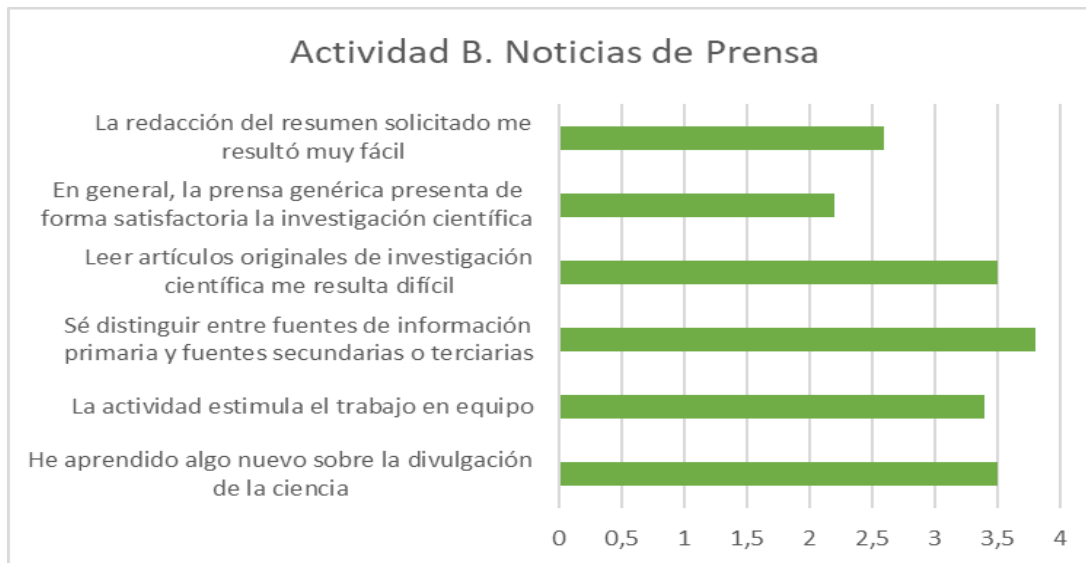
Datos de la encuesta:

Alumnos matriculados: 62

Alumnos participantes en la actividad: 55

Alumnos que responden a la encuesta: 38 (69 % de los participantes)

Pregunta: Valora globalmente, 1 (nada de acuerdo) a 5 (muy de acuerdo) los siguientes aspectos de la actividad relacionada con la noticia en prensa (foro, instrucciones para elaborar un resumen...)



Distribución de las respuestas

Respuestas	1	2	3	4	5	Total
1. He aprendido algo nuevo sobre la divulgación de la ciencia	3 (8%)	4 (11%)	10 (26%)	12 (32%)	9 (24%)	38
2. La actividad estimula el trabajo en equipo	5 (13%)	4 (11%)	7 (18%)	13 (34%)	9 (24%)	38
3. Sé distinguir entre fuentes de información primaria y fuentes secundarias o terciarias	0	4 (11%)	11 (29%)	10 (26%)	13 (34%)	38
4. Leer artículos originales de investigación científica me resulta difícil	1 (3%)	6 (16%)	11 (29%)	12 (32%)	8 (21%)	38
5. En general, la prensa genérica presenta de forma satisfactoria la investigación científica	13 (34%)	13 (34%)	6 (16%)	3 (8%)	3 (8%)	38
6. La redacción del resumen solicitado me resultó muy fácil	6 (16%)	14 (37%)	11 (29%)	2 (5%)	5 (13%)	38

Figura 4. Resultados de la encuesta sobre la actividad B.

CONSIDERACIONES DE LOS PROFESORES

A pesar de la interrupción abrupta que supuso el estado de alarma ocasionado por la pandemia COVID-19, las actividades docentes continuaron adaptadas y sin interrupción a lo largo del segundo semestre. En cuanto a las actividades de este proyecto de innovación docente, se cumplió la programación establecida, a excepción del coloquio presencial, correspondiente a la actividad B, que no pudo celebrarse y se sustituyó por un análisis crítico de las noticias presentadas, elaborado por el Dr. Emilio Cervantes, que sirvió de referencia para la elaboración de un resumen individual por los alumnos.

Los profesores destacamos la dedicación y el trabajo de los estudiantes que cumplieron en todo momento con las normas establecidas y se adaptaron bien al modelo obligado de docencia a distancia.

Los resultados en la actividad A muestran la elaboración de un trabajo notable, Destacamos, sin embargo, que hemos detectado alguna deficiencia puntual relacionada con el sistema de uso y aplicación de las referencias bibliográficas y la distinción inequívoca de fuentes primarias secundarias y terciarias de la información. En este sentido nos proponemos trabajar este punto en las futuras actuaciones.

Los resultados de la actividad B muestran un trabajo esforzado con cierta variabilidad en los resúmenes presentados. Algunos de los resúmenes reflejan madurez y claridad de ideas en el análisis de la relación observada entre las noticias de ciencia suministradas por la prensa general y las aportaciones científicas originales de las que parten. Sin embargo, en otros casos hemos detectado falta de claridad expositiva, lugares comunes y repetidos y escasa elaboración del discurso. Esta apreciación nos sirve de referencia y nos estimula para trabajar en un marco de mejora.

En cuanto a la valoración de estas actividades por los estudiantes destacamos que en la actividad A los estudiantes refieren la dificultad para leer y comprender trabajos científicos originales y resaltan la satisfacción del trabajo en equipo. A su vez, en la actividad B los alumnos expresan de nuevo la dificultad para leer y analizar trabajos de investigación originales y expresan su percepción sobre las trabas que comporta la realización de una divulgación científica adaptada, accesible, veraz, exenta de sensacionalismo.

Entendemos que es esencial que los estudiantes tengan plena conciencia de su papel como agentes activos en su camino de aprendizaje. Nuestro objetivo es catalizar ese proceso con esfuerzo y atención.

Otro aspecto que valoramos en este proyecto es la elaboración y diseño de material docente que facilite a los estudiantes su proyecto personal de aprendizaje. Este trabajo tiene, además, la ventaja añadida una referencia clave: la puesta al día del avance de la ciencia Bioquímica.

AGRADECIMIENTOS

Los profesores agradecen a todos los alumnos matriculados en la asignatura su trabajo, participación en la encuesta y aportación de críticas y comentarios constructivos durante el desarrollo de esta a lo largo del semestre (ver anexo III). Así mismo, agradecemos el apoyo institucional del equipo decanal y de los miembros del PDI (personal docente e investigador) y del PAS (personal de administración y servicios) de la Facultad de Ciencias Químicas. De forma especial agradecemos el esfuerzo de todos en las circunstancias especiales del confinamiento forzado por la pandemia COVID-19.

REFERENCIAS

1. Cicuto C.; Pazinato, M.; Torres, B. Teaching metabolism with scientific articles: A new approach. *Biochem and Mol Biol Ed* 2019, 47, 85-92.
2. Varghese J.; Faith, M.; Jacob, M. Impact of e-resource on learning in biochemistry: first year medical student's perceptions. *BMC Medical Edu* 2012, 12, 21-29.
3. Nelson, D.L.; Cox M.M. *Lehninger: Principios de Bioquímica*. 7ª Ed. Editorial Omega. Barcelona, 2018.
4. Universidad Complutense de Madrid. Curso FiMat. <https://biblioteca.ucm.es/mat/curso-fimat>. (Acceso 6.08.2019).
5. University of Pennsylvania. Guide to reading primary sources. Office of learning resources. www.vpul.upenn.edu/lrc (Acceso 6.08.2019).
6. Universidad de Alcalá de Henares. Fuentes de información. [www3uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/fuentes información](http://www3uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/fuentes%20informaci3n). (Acceso 27.08.2019).
7. Premios Nobel. Página oficial. <https://www.nobelprize.org/> (Acceso 5.09.2019)
8. American Chemical Society. <http://pubs.acs.org> (Acceso 10.09.2019).


ANEXO I. Dos ejemplos de los trabajos presentados en la Actividad A.

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Grado en Química.
Juana Gutiérrez de Diego, F. David Rodríguez García.

Tarea A11 Premios Nobel de Química Grupos: 7 y 8

Año: 2012 Laureado-a: Robert J. Lefkowitz

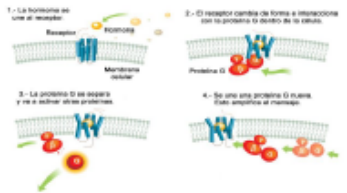
Motivo del premio: Estudios de receptores acoplados a proteínas G.



Robert Lefkowitz nació y creció en Nueva York en una familia con herencia polaca. Estudió química y se formó para convertirse en médico en la Universidad de Columbia. Desde 1973 ha trabajado en la Universidad de Duke y el Instituto Médico Howard Hughes en Durham, Carolina del Norte. Robert Lefkowitz está casado y tiene cinco hijos [1].

La comunicación entre las células en su cuerpo es manejada por sustancias llamadas hormonas. Cada célula tiene un pequeño destinatario conocido como receptor, que puede recibir hormonas. Para rastrear estos receptores, en 1968 Robert Lefkowitz adjuntó un isótopo radiactivo de yodo a la hormona adrenalina. Al rastrear la radiación emitida por el isótopo, logró encontrar un receptor para la adrenalina (receptores beta-androgénicos) y estudió su funcionamiento; se clonó el gen para el receptor β-adrenérgico y a continuación para un total de 8 receptores adrenérgicos (receptores de adrenalina y noradrenalina).

Se descubrió la existencia de toda una familia de receptores que son visualmente parecidos y actúan de manera similar: "receptores acoplados a proteínas G".



A través de sus estudios, los científicos reconstruyeron el mapa completo de los receptores de la proteína G, que ayudan a las células a reaccionar a estímulos importantes como la luz, los olores, los sabores y sustancias que regulan el humor, como la serotonina y otras como la adrenalina y dopamina.

Aproximadamente la mitad de todos los medicamentos utilizados en la actualidad utilizan este tipo de receptor; ayudará a desarrollar nuevos fármacos más eficaces y con menos efectos secundarios [3].

No hay duda de que personas con gran talento y perseverancia como Robert J. Lefkowitz merecen ser laureados con el Premio Nobel de química. Saber de sus descubrimientos nos aporta la inquietud y el empeño que nos hace querer ser químicos algún día.

Bibliografía:


1. Robert J. Lefkowitz - Biográfico. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2020. Mar. 17 de marzo de 2020.
2. The noble prize in chemistry 2012, The Royal Swedish Academy Of Sciences. <http://kva.se>
3. Gonzales Gil, P. Receptores Acoplados a Proteínas G: Entendiendo Cómo Responde Nuestro Organismo a Señales Diversas. RevQuim 2012

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Grado en Química.
Juana Gutiérrez de Diego, F. David Rodríguez García.

Tarea A11 Premios Nobel de Química Grupos: 11+12

Año: 2008 Laureado-a: Osamu Shimomura (1928-2018)

Motivo del premio: Descubrimiento y desarrollo de la GFP



Breve reseña biográfica: Osamu Shimomura nació en Fukuchiyama, Japón. Su infancia transcurrió en diversas ciudades debido a que su padre era capitán del ejército. A los 16 años, presenció la bomba atómica de Nagasaki. Estudió farmacia en la Universidad de Nagasaki, graduándose en 1951 y empezando su carrera investigadora desde entonces. En 1960 continuó investigando en la Universidad de Princeton. Investigó en diversas instituciones hasta establecerse en el Laboratorio de Biología Marina de Woods Hole, lugar donde se jubiló en 2001. Finalmente falleció en Nagasaki, Japón.

Experimentos/Descubrimiento: En 1962 en el estudio de la medusa *Aequorea victoria*, mediante una cromatografía en columna descubrió la proteína verde fluorescente (GFP). La GFP se descubrió junto a la Aequorina puesto que esta absorbe la luz azul emitida por la Aequorina, y emite dicha radiación, pero en color verde. Aisló la GFP y en el año 1971 consiguió obtener el espectro de absorción y emisión de la misma. La particularidad de la GFP es que es capaz de emitir fluorescencia por sí sola mientras que en otras como la Aequorina (primera fosfoproteína descubierta) sólo es posible en presencia de iones como el Ca^{2+} . Por último, en 1979 encontró la estructura de un cromóforo de la GFP. (1,2)

Esquema gráfico representativo:

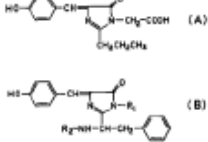


Figura 1. Estructura modelo (A) y el cromóforo de *Aequorea GFP* (B).
En la estructura B, N-R1 representa Glu-Val-NH2, o Val-Glu-NH2
El grupo R2 representa el resto de la molécula GFP unido por un Enlace peptídico (3).

Relevancia del descubrimiento y opinión del grupo: El uso más extendido de la misma ha consistido en el marcaje genético. Por ejemplo, se han marcado diferentes proteínas para estudiar su movimiento, localización... A su vez, se han marcado células y tejidos de animales, lo que ha permitido el estudio de la evolución de las mismas en el desarrollo embrionario, desarrollos tumorales, etc. Gracias a ella, también se han podido estudiar procesos como la replicación cromosómica o la expresión génica.

Desde nuestro punto de vista, el descubrimiento de la GFP ha sido muy importante porque los métodos basados en ella han permitido avanzar experimentalmente en diferentes campos como la biología, la fisiología o la genética.

Bibliografía:

1. O. Shimomura, F. H. Johnson, Y. Saiga; *Extraction, Purification and Properties of Aequorin, a Bioluminescent Protein from the Luminous Hydromedusan, Aequorea*. J. Cell. Comp. Physiol. **1962**, 59, 223–240.
2. H. Morise, O. Shimomura, F. H. Johnson, J. Winant; *Intermolecular energy transfer in the bioluminescent system of Aequorea*. Biochemistry. **1974**, 13,12, 2656–2662.
3. O. Shimomura, *Structure of the chromophore of Aequorea green fluorescent protein*. FEBS letters. **1979**, 104, 220-222.

ANEXO II. Dos ejemplos de los trabajos presentados en la Actividad B.

Grupos: 5 y 6

Titular de la noticia seleccionada: Un paso más en la vida artificial: primer genoma bacteriano reescrito con una computadora

URL (Uniform Resource Locator) del medio de divulgación:

<https://www.elspectador.com/noticias/ciencia/un-paso-mas-en-la-vida-artificial-primer-genoma-bacteriano-reescrito-con-una-computadora-articulo-848369>

Publicación original en la revista científica, cita completa:

Chemical synthesis rewriting of a bacterial genome to achieve design flexibility and biological functionality

URL o DOI (Digital Object Identifier):

<https://www.pnas.org/content/116/16/8070>

Resumen crítico (máximo 300 palabras en Times 12, espacio sencillo):

En *El Espectador*, periódico de divulgación, se expone la creación del primer genoma bacteriano partiendo de un algoritmo, investigación llevada a cabo en la Escuela Politécnica Federal de Zúrich. Se confeccionó el genoma de la *Caulobacter ethensis-2.0*, un organismo vivo, de forma completamente computacional. *C. Ethensis-2.0* fue generado a partir de la bacteria *Caulobacter crescentus*, conocida por no causar ninguna enfermedad. Este genoma consiste en una nueva secuencia de letras de DNA diferente de la original, pero con la misma función biológica a nivel de proteínas. Se introdujeron pequeños fragmentos de la secuencia en bacterias reales y se comprobó que no todos eran funcionales.

En la noticia original, se plantea la creación de un genoma bacteriano completamente artificial. Los resultados de los investigadores destacan la promesa de la reescritura para decodificar funciones genómicas fundamentales y utilizarlas para el diseño de organismos mejorados con fines industriales y sanitarios. El proceso no fue sencillo atravesando varias etapas hasta llegar a un resultado óptimo, de forma que de las 6290 unidades codificadas de la *C. crescentus* se redujo el genoma de la *C. ethensis-2.0* a 799, traducidos en 432 genes esenciales capaces de cumplir el 81.5% de las funciones biológicas de la bacteria original.

Comparando ambos medios de divulgación, se pone de manifiesto que la prensa general se centra específicamente en conclusión de la investigación, principalmente en las posibles aplicaciones y consecuencias morales que pueda acarrear dicho descubrimiento. En cambio, la noticia original dirige su interés en el proceso llevado a cabo, las complicaciones y cuestiones que se plantearon hasta llegar a los resultados finales.

A pesar de los debates morales que dicho estudio pueda ocasionar, el hallazgo supone un gran avance científico que permite plantear a través de nuevas técnicas, investigaciones con el fin de beneficiar a la humanidad.

Grupos: 9+10

Titular de la noticia seleccionada:

Experto avisa de que la microbiota intestinal puede influir en la aparición de enfermedades mentales

URL (Uniform Resource Locator) del medio de divulgación:

<https://www.lavanguardia.com/vida/20160304/40199568137/experto-avisa-de-que-la-microbiota-intestinal-puede-influir-en-la-aparicion-de-enfermedades-mentales.html?facet=amp>

Publicación original en la revista científica, cita completa:

Bacterial translocation affects intracellular neuroinflammatory pathways in a depression-like model in rats

URL o DOI (Digital Object Identifier):

<https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2015.12.003>

Resumen crítico (máximo 300 palabras en Times 12, espacio sencillo):

La noticia publicada en *La Vanguardia* explica la relación de dos proyectos realizados por el investigador Juan Carlos Leza del departamento Farmacológico de la UCM.

Uno de ellos, en animales, estudia la exposición del organismo a determinadas situaciones de estrés. Esto produce una translocación bacteriana por la que determinados componentes de la flora intestinal pasan al torrente sanguíneo. Una vez allí, provocan una reacción inflamatoria que, en ocasiones, afecta al cerebro y parece provocar ciertos comportamientos semejantes a algunos cuadros depresivos.

El otro proyecto, realizado con pacientes en el Instituto de Salud Carlos III, concluye que aquellos que presentan mayor depresión tienen más componentes bacterianos en la sangre que la población sin esta patología.

La revista científica *ScienceDirect* detalla el procedimiento seguido para estudiar si la depresión experimental se presenta con translocación bacteriana y vías antioxidantes.

Este consiste en someter ratas Wistar macho a estrés leve crónico (CMS) y analizar la integridad intestinal, la presencia de bacterias en los tejidos y los niveles de lipopolisacárido en plasma.

Los resultados indican que, después de la exposición al protocolo, hay un aumento de la permeabilidad intestinal y la translocación bacteriana. Además, proponen que las bacterias translocadas influyen durante el curso de la depresión, lo que podría agravar la neuroinflamación y el daño oxidativo presente en esta patología.

En definitiva, se observan diferencias significativas en la información que aportan ambas fuentes. *La Vanguardia* relaciona ambos proyectos extrapolando las conclusiones obtenidas en ratas a individuos, mientras que en la revista científica simplemente exponen unos resultados basados en medidas indirectas, ya que en ningún momento justifican que la translocación bacteriana cause enfermedades depresivas, y menos aún en humanos.

Personalmente creemos que, aunque la prensa no pueda publicar a un nivel estrictamente científico, debería ajustarse a los hallazgos publicados en el artículo de investigación.

ANEXO III. Listado de alumnos participantes en este proyecto de innovación docente
Grado en Química.

Asignatura: Bioquímica, código 104026. Facultad de Ciencias Químicas.

Curso 2019-20

ALVAREZ ESCUREDO, JOEL	MACHADO GARCÍA, AMELIA
ANDRÉS OLEA, JAIME	MARIÑO PEREA, SIMON
BARAHONA GARCÍA, LUCÍA	MARTÍN BAJO, MIGUEL
BERMÚDEZ OLLERO, IRENE CAROLINA	MARTÍN HERNÁNDEZ, JAVIER
BORJAS GIJÓN, ROI MANUEL	MARTÍN MARIÍN, EVA
BOSQUE MARCOS, MARÍA JESÚS DEL	MARTÍN SÁNCHEZ, ALEJANDRO JAVIER
BOYA DEL TESO, IRENE	MARTÍN-ROMO VALADÉS, FRANCISCO
CAMPO LÓPEZ, ALBA	MATILLA GONZALEZ, HECTOR
CANEDO MORONTA, LAURA	MATO MARTÍNEZ, PAULA
CAÑADA GARCÍA, LAURA	MEJIA JURADO, YEIFER ERLEY
CHACÓN PÉREZ, IGNACIO	MORENO SOLANA, AINHOA
DEUTSCH, SIMON GRAEME	PÉREZ FIGUERO, ÁNGELA
FERREIRA BAZ, CRISTINA	PÉREZ ITZA, ALEJANDRA
FUENTES RIVERA, IÑIGO	PÉREZ JIMÉNEZ, MERCEDES GUIOMAR
GARCÍA HERRERO, VÍCTOR	PÉREZ LÓPEZ, MARTA
GÓMEZ RODRÍGUEZ, ISABEL	PÉREZ REINALDOS, CELIA
GONZÁLEZ MORENO, JORGE	PÉREZ SÁNCHEZ, CORAL
GONZÁLEZ MUÑOZ, DIEGO	POLLO MIGUEL, MIGUEL ÁNGEL
GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, ASTRID CAROLINA	RAMÍREZ PÉREZ, IRENE
GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, ESTELA	REBOLLO GIL, BEATRIZ
HERNÁNDEZ ANDRÉS, BEATRIZ	RODRIGUEZ SANCHEZ, NOEMY
HERNÁNDEZ RAMOS, MANUEL	ROSA DÍAZ, ÁNGELA DE LA
HERRERO HOLGADO, LYDIA/JON	SÁNCHEZ ARRIBAS, ALBA
IGLESIAS GARCÍA, MANUEL	SÁNCHEZ DELGADO, ESTHER
IGLESIAS PUERTA, MELISA	SANCHEZ MATEOS, GUILLERMO
JIMÉNEZ DÍAZ, ALBA	SÁNCHEZ QUIRÓS, MIRIAN
JIMÉNEZ GUTIÉRREZ, ROCÍO	SANTOS GALA, CARMEN
JIMÉNEZ HERRERO, ALEJANDRO	VALLEJO PORTAS, DAVID
LABRADOR FLORES, RUFO	VALVERDE PÉREZ, MARTA
LARGO MANTECA, DAVID	