

Apuntes de Ciencia y Tecnología

nº 39, Noviembre 2011

Boletín de la Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE)

Sumario

pág

NOTICIAS DE LA AACTE	04
El caso Vidal	
Mensaje a los eurodiputados españoles	
 OPINIÓN	
Tratamiento informativo de las alarmas biosanitarias: Fukushima y la E. Coli, por Paula Malingre Pérez	05
La enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria: apuntes para la reflexión, por F. Javier Perales y José Miguel Vilchez González	08
La dura realidad de los transgénicos, por Juan-Felipe Carrasco	12
 EL RINCÓN PRECARIO	15
Repaso a los recientes comunicados de FJI-Precarios1 y ANIRC	15
Breves	16
 CRÍTICA DE LIBROS	
Tienes química, tienes vida. Foro Química y Sociedad, 2011, por Germán Sastre	18
 INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES	20

AACTE



AACTE

Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE)

<http://www.aacte.eu>

ISSN:1577-6794

Apuntes

FUNDADOR Y DIRECTOR HONORÍFICO

Alejandro Gutiérrez

DIRECTOR

Daniel Aguilar

REDACTORES JEFE

Daniel Farias (Artículos científicos)

Germán Ignacio Sastre (Crítica de Libros)

José A. Cuesta (Correspondencia/Opinión)

José Manuel Pérez de la Lastra (Noticias de la AACTE)

José Tapia y María Paz Martín Esteban (Noticias de Ciencia y Tecnología)

Salomón Aguado (El Rincón del Precario)

CONSEJO EDITORIAL

Arcadi Navarro

José A. Cuesta

Joseba Pineda

Juan de la Figuera

Juan F. Gallardo

Luís Santamaría

Rafael Rodríguez

Ruth Rama

CORRECCIÓN EDITORIAL

Xosé Alfonso Álvarez

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Belén Cañada

JUNTA DIRECTIVA DE LA AACTE

Presidente: Juan de la Figuera

Vicepresidenta: Arantzazu Mascaraque

Secretario: José Manuel Pérez de la Lastra

Tesorero: Mark J. van Raaij

Vocal asociado a Presidencia: Xosé Alfonso Álvarez

Vocal asociado a Secretaría: José Tapia

Vocal asociado a Tesorería: Narciso Benítez

Apuntes de Ciencia y Tecnología es una publicación de la Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE).

Apuntes de Ciencia y Tecnología no comparte necesariamente las opiniones vertidas en los artículos firmados, que expresan únicamente la opinión de sus autores.

Las fotografías obtenidas de Flickr se pueden copiar y distribuir libremente de acuerdo con las condiciones establecidas por sus autores.

Se ha substituido el signo @ por la expresión (arroba) en las direcciones de email para evitar el correo basura.

Para cualquier asunto relacionado con la revista, contactar mediante correo electrónico con el Director, en la dirección daniel.aguilar@upf.edu.

Los números atrasados de la revista pueden consultarse en:
<http://www.aacte.eu/Apuntes/pagina-de-apuntes>

Los contenidos de Apuntes de Ciencia y Tecnología están sujetos a una licencia Creative Commons by-nc-sa



Después de un verano sin sobresaltos en forma de pandemias mundial o intoxicaciones globales, llega el número 39 de *Apuntes*, que cuenta con tres colaboraciones en campos bien distintos: el de la comunicación científica, en el que se analiza el tratamiento mediático de la catástrofe de Fukushima en Japón y la intoxicación por *E. coli* en Europa; el de la pedagogía, sobre los claroscuros de la enseñanza de las ciencias en la educación primaria y secundaria en España; y el de la ecología, con un artículo crítico sobre el uso de los transgénicos para el consumo humano.

Se anunciaron elecciones para el 20-N, lo que altera el pulso de nuestros políticos, que llenan sus agendas de mítines, promesas e inauguraciones. Sin embargo, la proximidad de las urnas tiene el efecto contrario en lo que toca al desarrollo de algunas iniciativas que atañen a los científicos: el de ralentizarlo hasta casi detenerlo. En este caso parece que le ha tocado a la Agencia Estatal de Investigación, encargada de regular cómo se financia la ciencia española. Continúa siendo un ente borroso, del que existe tan solo un borrador que probablemente pasará por muchas manos antes de concretarse. Dado que la Ley de la Ciencia establece el 2 de junio de 2012 como fecha límite para que la Agencia entre en funcionamiento, esperamos que no acabe concretándose a trancas y barrancas y en el último momento.

Durante la confección de este número de *Apuntes* también nos ha sorprendido la muerte de Steve Jobs, alguien que ha ejercido una gran influencia sobre el desarrollo de la tecnología (y, por ende, de la ciencia) durante los últimos treinta años. Considerado un visionario de alturas casi místicas por algunos y un avisado vendedor de tecnología por otros, no cabe duda de que la tecnología que su empresa vendía está presente en todos los ámbitos de la sociedad. Y esto, en un sector tan competitivo como el tecnológico, es un logro digno de reconocimiento.



NOTICIAS DE LA AACTE

EL CASO VIDAL

El caso Vidal, el investigador del programa Ramón y Cajal que se presentó a una plaza de profesor contratado doctor en la Universidad de Santiago de Compostela que finalmente quedó desierta, fue objeto de discusión entre los socios y dentro de la propia junta directiva. Finalmente, se envió una carta al diario

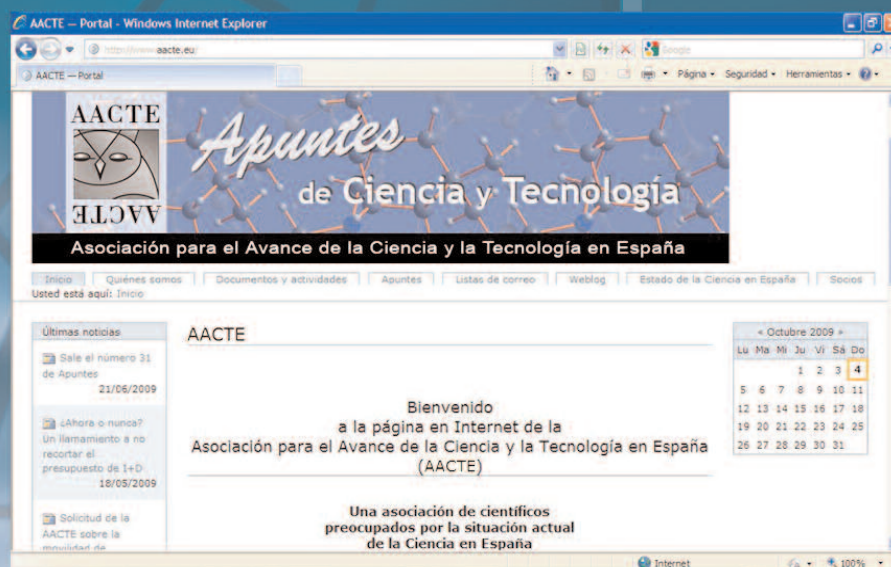
El país, que no fue publicada, donde se hacía hincapié en la dispar calidad de currículums entre el candidato y dos de los miembros del tribunal. También se decidió apoyar la carta que el propio Vidal había escrito al mismo diario y que recogía los puntos destacados por la AACTE, y que fue publicada.

MENSAJE A LOS EURODIPUTADOS ESPAÑOLES

El informe de la Comisión del Parlamento Europeo sobre la Crisis Financiera, Económica y Social, encabezada por la eurodiputada Pervenche Berès, también fue tema de debate, tanto entre los socios como dentro de la junta. A

raíz de ello, se envió un mensaje a los eurodiputados españoles solicitando su apoyo a aquellas propuestas de dicho informe que atañen a la política científica y tecnológica.

VISITE LA PÁGINA WEB DE LA AACTE:



<http://www.aacte.eu>



OPINIÓN

TRATAMIENTO INFORMATIVO DE LAS ALARMAS BIOSANITARIAS: FUKUSHIMA Y LA *E. coli*

Paula Malingre Pérez

Observatorio de la Comunicación Científica

Universitat Pompeu Fabra

paula.malingre@upf.edu

Las alertas derivadas de la crisis en Fukushima y del brote de *Escherichia coli* muestran que las alarmas biosanitarias continúan constituyendo un reto para los medios de comunicación. Darles un tratamiento informativo correcto, ético, resulta cuanto menos difícil por tratarse de hechos imprevisibles y cambiantes. Aunque hay experiencias recientes, como la de la gripe A, cada nueva alerta tiene peculiaridades: varía el grado de alarma, el país en el que se produce, los portavoces oficiales, etc. Estos elementos han influido muy claramente en las crisis nipona y alemana, donde la falta de transparencia de unos, y la precipitación de otros, unido a la gravedad –cada una en su medida– de las situaciones han vuelto a generar temor y desconcierto entre la población.

«25.000 artículos publicados en la prensa mundial han acusado explícitamente a los productos españoles de ser los responsables de la infección por *E. coli*»¹. Esta frase, publicada por el diario gratuito *20 minutos* el 7 de junio de 2011, nos da una idea no sólo del impacto que tienen las alarmas biosanitarias en los medios de comunicación, sino también del tratamiento informativo que hacen de este tipo de alertas.

La imprevisibilidad de la aparición, devenir y consecuencias del terremoto, tsunami y posterior alarma nuclear de Fukushima, así como del brote de *E. coli*, ha provocado una cobertura similar a la de crisis sanitarias anteriores, como la gripe A o las vacas locas. Esta se rige por lo que Revuelta y De Semir² denominaron *patrón de cobertura agudo*, caracterizado por: 1) el elevado interés y prominencia de las informaciones en los medios (aunque por un periodo breve de tiempo), 2) un mayor número de portadas y editoriales respecto a otros asuntos sanitarios, 3) el empleo de fuentes de

información más politizadas, y 4) por el uso frecuente de informaciones de agencia. Estas características se han constatado tras el estudio, para la realización de este artículo, de 205 textos periodísticos sobre Fukushima y el *E. coli* publicados en dos diarios españoles: la edición madrileña de *20 minutos*, y la edición barcelonesa de *La Vanguardia*, entre el 12 de marzo y el 30 de junio de 2011.

En el tratamiento informativo de ambas alertas biosanitarias han influido enormemente dos elementos: la crisis económica mundial y la red social Twitter. El primero ha provocado que junto al planteamiento humano o social de las noticias apareciese un exhaustivo análisis económico de sus consecuencias, que, en ocasiones, desplazaba al tema principal. En las informaciones sobre Fukushima se hizo, desde un principio, referen-

cia a la situación de la bolsa nipona y a las pérdidas que tendrían que afrontar las empresas afincadas en Japón (como Toyota o H&M) por el cierre temporal de sus fábricas. En el caso de la «cri-

En el tratamiento informativo de ambas alertas biosanitarias han influido enormemente dos elementos: la crisis económica mundial y la red social Twitter.

sis del pepino», esta lectura en clave económica ha sido incluso más evidente, cifrando no sólo las pérdidas de agricultores y mayoristas de hortalizas, sino también los puestos de trabajo perdidos o en peligro a raíz de la gestión alemana de la crisis. El segundo elemento que ha influido en estas crisis ha sido Twitter. Las redes sociales ya asumieron un papel importante durante la crisis sanitaria de la gripe A, «la primera pandemia retransmitida por Internet»³, y en esta ocasión aparecen ya afianzadas como un canal de acceso a un mayor número de fuentes informativas, en su mayoría civiles. Esto otorga más cercanía a las informaciones. Los lectores y la audiencia en general se identifican más con otros ciudadanos que con un portavoz que esté en el poder, porque se plantea una relación de



igual a igual. Además, la credibilidad de estos portavoces se ha visto mermada en los últimos tiempos, no sólo por la situación político-económica mundial, sino también por la gestión de crisis sanitarias anteriores, como la gripe A (aun hoy continúa la desconfianza respecto a compra de vacunas). A su vez, este mayor uso de fuentes civiles puede aportar más sangre y sensacionalismo, como es el caso de algunas piezas incluidas en la muestra relativas, en su mayoría, al caso de Fukushima. Aquí se encuentran textos elaborados a base de *tuits* de residentes en la capital nipona con entidad de noticia («Pensé que la palmábamos todos», *La Vanguardia*, 12 de marzo de 2011).

En clave cuantitativa, cabe destacar que estos temas fueron noticia de portada en el 27,3% de las ocasiones (Fukushima registra 40 llamadas en portada y el brote de *E.coli*, 16). El número de portadas es ligeramente superior en el gratuito, a pesar de que sólo se publica en los días laborables y, por tanto, hay menos ejemplares incluidos en la muestra. Estas pertenecen, en su mayoría, a los primeros días de ambas crisis.

Como en el tema de portada, en las páginas interiores se registran más referencias al terremoto, tsunami y posterior crisis nuclear de Fukushima que al brote de *E. coli* en Alemania (supone el 77,6% de los textos registrados). Esto se debe en parte a que esta alerta abarca todo el periodo de estudio mientras que la crisis por *E. coli* aparece en la recta final, pero también a que las consecuencias de una y otra crisis no son del mismo calibre, y a que los medios y agencias emplean más recursos humanos (enviados especiales) y, por tanto, generan más informaciones en Japón que en Alemania. A causa de estos enviados especiales se registra también un mayor número de piezas interpretativas, sobre todo crónicas, en las referencias a Fukushima, en las que se observa un discurso más literario, capaz de generar más alarma sobre la crisis, por ejemplo: «Japón está en fase crítica. Cada hora que pasa es más precaria la situación en la central nuclear de Fukushima-1 [...] El fantasma del desastre nuclear empieza a asomarse [...]» (*La Vanguardia*, 16 de marzo de 2011). Este tipo de expresiones se observan, sobre todo, durante los primeros días de la crisis. En cuanto el tema desaparece de las portadas y las novedades en Japón adquieren un papel secundario frente al debate nuclear generado tras el accidente en países como Alemania o EE. UU., las noticias son más herméticas, con palabras más neutras, sin connotaciones positivas o negativas, y siguen un estilo más parecido a los teletipos de agencia. Con los titulares pasa lo mismo. Durante los primeros días de la crisis los tipos de letra son más grandes y las palabras más impactantes: «Amenaza nuclear» (*La Vanguardia*, 13 de marzo de 2011), «Japón lucha contra un desastre nuclear» (*20 minutos*, 14 de marzo de 2011). En los textos se destacan pala-



El eurodiputado Francisco Sosa Wagner durante el debate de la crisis del pepino. Foto: Parlamento Europeo.

El tratamiento informativo de la crisis de Fukushima ha estado marcado por la incertidumbre.

bras como «muertos», «éxodo», o «pánico».

El tratamiento informativo de esta noticia ha estado marcado por la incertidumbre. Por un lado se desconfió de la transparencia del gobierno y la empresa gestora de la central casi desde el principio. Por otro, aunque la comunidad científica está segura de que la radiación tiene efectos nocivos sobre la salud del ser humano, no se ha determinado el alcance de la enfermedad radiactiva. Además, se desconfía de que los efectos de estas radiaciones estén geográficamente limitados, por lo que en este caso el desconocimiento juega un papel clave en la generación de alarma social.

En el caso de la crisis por *E.coli*, los titulares también son llamativos, aunque con un tinte más económico que social: «La crisis del pepino va a peor y abre una guerra comercial» (*La Vanguardia*, 31 de mayo de 2011), «Cinco países vetan los pepinos españoles y ya se pierden 200 millones semanales» (*20 minutos*, 31 de mayo de 2011). Los textos son más informativos que interpretativos; esto se debe a que hay más informaciones de agencia y menos espacio para la noticia dentro del



medio de comunicación. En los textos periodísticos sobre la crisis de la *E. coli*, aunque se habla de fallecidos y afectados por la bacteria, se hace más hincapié en las repercusiones económicas, indemnizaciones y pérdidas de puestos de empleo. Esto puede deberse a diversos motivos. El hecho de que no se hayan registrado muertes en nuestro país, ni se cuente ningún ciudadano español entre los fallecidos, puede ser uno de los motivos fundamentales. A esto habría que sumarle el hecho de que se haya señalado como culpable del brote a un producto español, con las consecuencias económicas que esto acarrea, y más en una situación de crisis. La experiencia adquirida en crisis sanitarias anteriores también ha podido jugar un papel importante; con las vacas locas, la gripe aviar y la inicialmente llamada gripe porcina, los medios de comunicación adquirieron una experiencia en la información de crisis alimentarias que no tienen en crisis nucleares.

Las imágenes también jugaron un papel importante en estas alertas biosanitarias. En ambas se recurrió a las fotografías de personas con mascarillas, aunque no tanto como en las informaciones sobre gripe A. Las que ilustraban los textos sobre *E. coli* han sido menos (en número) y también menos impactantes: mostraban cosechas desperdiciadas, ruedas de prensa de la canciller alemana, agricultores perjudicados por la crisis y políticos comiendo pepino para lavar la imagen del producto. En cambio, las fotografías sobre Fukushima sí han sido un recurso informativo (o *desinformativo*, según los casos) muy importante para los medios incluidos en el estudio. En general, las imágenes publicadas son impactantes, algunas porque la realidad lo era (vistas aéreas de ciudades destruidas y la central nuclear ardiendo) y otras porque se recurrió a imágenes más bien sensacionalistas, que aportaban a la noticia poco más que desesperación gratuita (como gente sola ante su casa derruida, transporte de cadáveres, mediciones de radiación a bebés, etc.), también son imágenes de la realidad, pero que un periodismo más ético no recomienda utilizarlas).

Las infografías han sido un recurso muy empleado por los medios y que realmente sí ayuda a comprender el alcance de la realidad a los lectores. Se han publicado decenas, que explicaban hasta dónde se habían dejado notar los efectos del terremoto y el tsunami, el funcionamiento de las centrales, los reactores, el proceso de fusión del núcleo y los órganos humanos más

sensibles a la radiación. Estas infografías hacían más accesible una información técnica, que no está al alcance de la población en general, por lo que cabe destacar su valor informativo.

El análisis del tratamiento informativo que se ha hecho de ambas crisis no estaría completo sin hacer un repaso a la estrategia comunicativa de las autoridades competentes en cada caso. En Fukushima, el gobierno intentó (en un primer momento) demostrar que todo estaba bajo control. Es un modelo de comunicación de epidemias paternalista⁴, que ante el devenir de la situación pasa a ser alarmista («la peor crisis desde la Segunda Guerra Mundial», Naoto Kan, primer ministro japonés) y dar visos de convertirse en participativo, es decir, reconoce el problema y pide ayuda: «Japón pierde el control y pide ayuda exterior» (*La Vanguardia*, 29 de marzo de 2011). Por parte de la gestora de la central (TEPCO) no se aprecia una estrategia de comunicación definida. A esto hay que sumarle un discurso del riesgo⁵ poco meditado por parte de algunas autoridades europeas (como es el caso del comisario europeo de Energía, Günter Oettinger, quien declaró: «algunos evocan la palabra 'apocalipsis' para describir la situación en Japón, y no me parece descabellado»). Las autoridades del resto de los países hicieron una comunicación interesada, orientada a afianzar su estrategia nuclear (defendiendo la seguridad de este tipo de energía, como es el caso de Francia) o a conseguir el favor de la ciudadanía (como hizo Alemania ante la proximidad de las elecciones).

En la crisis derivada del brote de *E. coli* las estrategias comunicativas se han basado en un sistema de ataque-defensa entre

Alemania y el país en el punto de mira en ese momento. Desde el primer momento ha sido una comunicación precipitada, sin base científica, y que se ha ido destruyendo a sí misma a medida que avanza-

ba la crisis. En el extracto con el que comienza el artículo encontramos una de sus consecuencias.

En definitiva, en ninguna de las dos alertas biosanitarias se consiguió un modelo de comunicación efectivo, capaz de mantener informada a la población sin generar alarma, lo que ha contribuido a empañar el papel de los medios de comunicación como canal para informar sobre las crisis biosanitarias.



Los titulares de la crisis por *E. coli* también son llamativos, aunque con un tinte más económico que social.

- 1 R. A. / Agencias (7 de junio de 2011). *Berlín no halla el origen del 'E.coli': ahora parece que no está en la soja*. 20 minutos Madrid. Multiprensa y Más, S. L.
- 2 Revuelta G, De Semir V. (2008). *Medicina y Salud en la prensa diaria. Informe Quiral 10 años*. Noclay S.L.L. Barcelona.
- 3 Revuelta G, De Semir V. (2009). *Informe Quiral 2009*. Recuperado el 04/07/2011. [Enlace](#).
- 4 Revuelta G, De Semir V. (2008). *Medicina y Salud en la prensa diaria. Informe Quiral 10 años*. Noclay S.L.L. Barcelona.
- 5 Lorente JI. (2009). *H1N1. Virus, discurso del riesgo y gestión mediática de la alarma sanitaria*. UPV-EHU.



LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA: APUNTES PARA LA REFLEXIÓN

F. Javier Perales^a

José Miguel Vílchez González^b

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad de Granada

^afperales@ugr.es

^bjmvilchez@ugr.es

Resulta un reto profesional y personal poder escribir en una revista como esta, centrada esencialmente en cuestiones científico-tecnológicas, sobre la enseñanza de las ciencias. Podría parecer paradójico, pero en España es así; el *Spain is different* de mediados del siglo pasado parece seguir vigente. Una de las revistas de mayor impacto en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias (*Science Education*) se lleva publicando desde el año 1916, y otras muchas surgieron a mediados del siglo pasado como secuela del lanzamiento del satélite Sputnik por la Unión Soviética. Esta fecha es considerada por los expertos como el auténtico origen de la Didáctica de las Ciencias, dado que fue entonces cuando los países occidentales más avanzados constataron que su enemigo natural —el “Telón de Acero”— les estaba ganando por la mano en la carrera espacial.

Las sociedades inteligentes se caracterizan, más que por lamentarse ante las adversidades (de marketing político en el caso referido), por idear estrategias para superarlas. La pérdida de competitividad

en este ámbito científico-tecnológico hizo caer en la cuenta de que la enseñanza de las ciencias no disponía de un nivel de eficacia que permitiera formar mejores científicos que los adversarios. Ello hizo fluir el dinero hacia proyectos de enseñanza (PSSC, BSSC, Nuffield, etc.) y revistas que difundieran mejores formas de enseñar. Desde entonces, la Didáctica de las Ciencias se ha convertido en un área de trabajo e investigación internacionalmente pujante, y lo ha sido también en España, a partir de la década de los 80 del siglo pasado.

A pesar de los escasos años transcurridos, el panorama social ha cambiado sustancialmente. Ahora el problema que se percibe por los propios científicos no es el de la pérdida de competitividad con un adversario inexistente, sino con ellos mismos; la realidad es que las vocaciones científicas se están reduciendo paulatinamente en toda Europa, lo que ha hecho saltar algunas alarmas y volverse hacia la enseñanza de las

ciencias, por si en ella estuviera la raíz del problema. A este respecto, resulta ilustrativo el Informe Rocard¹ que la Comisión Europea encargó al antiguo primer ministro francés para que, junto a un grupo de expertos, intentara abundar en esta problemática y que apuntaba hacia: «Una reorientación de la pedagogía de la enseñanza de las ciencias en las escuelas, introduciendo los métodos basados en la investigación, permitiría aumentar el interés de los estudiantes por las ciencias. Será necesario, pues, que el enfoque deductivo deje espacio a la enseñanza con los nuevos métodos, la cual, según estos expertos, ya ha demostrado su eficacia en los niveles de primaria y secundaria, donde además de aumentar el interés y los niveles del alumnado, estimula también la motivación del profesorado. Este método es efectivo con todos los estudiantes, sea cual sea su rendimiento escolar y no está

reñido con el afán de excelencia; además, contribuye a fomentar el interés y la participación femeninos en las actividades científicas. El método basado en la investigación no excluye el enfoque deductivo tra-

dicional; al contrario, ambos métodos deben combinarse según el nivel o la edad de cada grupo. Asimismo, proporciona mayores oportunidades para la cooperación entre los actores de la educación formal y no formal, y crea ocasiones para implicar a empresas, científicos, investigadores, ingenieros, universidades, ciudades, padres, etc. El profesorado juega un papel fundamental en la renovación de la enseñanza de las ciencias. Se ha demostrado que la pertenencia a una red de profesores mejora la calidad de la enseñanza y fomenta su motivación. Las redes de profesores constituyen un componente efectivo en el desarrollo profesional del profesorado, si bien son complementarias con las formas más tradicionales de formación permanente.»

Los párrafos anteriores nos dejan algunas reflexiones sobre los métodos de enseñanza y sobre la formación del profesorado que nos sirven como vagón de enganche para los siguientes apartados.

La realidad es que las vocaciones científicas se están reduciendo paulatinamente en toda Europa, lo que ha hecho saltar algunas alarmas y volverse hacia la enseñanza de las ciencias.



La enseñanza de las ciencias: ¿ciencia o arte?

Es relativamente reciente el debate acerca de si Ciencia y Humanidades deben ocupar campos culturales diferenciados o, por el contrario, forman parte del mismo acervo cultural de nuestra sociedad². Parece que esta última visión está ganando adeptos y se reivindica el término de *Cultura Científica*. Lo cierto es que se trataría simplemente de volver los ojos a la memoria histórica, tanto en el devenir de la ciencia como en la figura de insignes científicos que respondían a esa visión global del mundo (Leonardo da Vinci; Leibniz; etc.).

En ese debate, ¿qué lugar ocuparía la enseñanza de las ciencias? Parece claro que prevalecen dos posturas, derivadas del interrogante: ¿el profesor nace o se hace?

1) La de los que le asignan el papel de «arte», bien por atribuirle un carácter innato, no susceptible de ser enseñado/aprendido, bien por imponer la única exigencia de conocer muy bien la materia que se ha de enseñar. En este contexto, ser un buen profesor exigiría un conocimiento profundo de la materia, disponer de unas dotes naturales y haber poseído unos modelos adecuados de profesores merecedores de ser imitados. La carencia de algunas de estas condiciones previas mermaría la calificación del profesor, además de generarle incertidumbres sobre su capacidad docente³. Para nuestra desgracia, muchos políticos y gestores educativos (y también científicos) han compartido estos puntos de vista, con lo que no era necesario derrochar muchos esfuerzos en esta tarea al margen de mantener un «buen nivel» en las carreras universitarias.

Casi nadie parece dudar de que para investigar sea necesario formarse, pero no sucede así para enseñar, parece que la ciencia infusa o la *venia docendi* impregnan a los nuevos docentes por puro creacionismo.

2) La de los que pensamos que, al margen de esas condiciones iniciales (o contando con ellas), un buen profesor es susceptible de ser formado, pero que, además, enseñar ciencias es una tarea tan compleja que puede y debe ser investigada. En definitiva, que la Didáctica de las Ciencias es una disciplina (no caeremos en la tentación chauvinista de llamarla ciencia) que posee un campo de actuación propio y que ha de abordar problemas de investigación tan variados como: formar al profesorado; contrastar metodologías de enseñanza; adaptar los contenidos científicos al ámbito escolar y a la capacidad cognitiva del alumno; idear herramientas de evaluación más eficaces en la identificación del aprendizaje; analizar los libros de texto; alfabetizar científicamente a la ciudadanía; crear más espacios educativos, como museos, aulas de naturaleza; etc.

A estos difíciles retos, surgidos de la segunda de las



Foto: UBC Library.

posturas comentadas, nos dedicamos muchos científicos de origen que creemos en lo que hacemos y disfrutamos con esa perspectiva tan humanística y humanizada de la ciencia.

La enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria

No se puede hablar de esta etapa sin circunscribirla a las sucesivas reformas educativas efectuadas en España desde la Ley General de Educación del año 1970. Este primer salto a la modernidad significó acabar con el Bachillerato no obligatorio de

seis años (más el curso preuniversitario para quien se decidía a continuar sus estudios) y sus dos reválidas, extendiendo la educación obligatoria desde los 10 a los 14 años (Educación General Básica).

El Bachillerato anterior estaba impartido por licenciados que superaban unas oposiciones nacionales y de alta selectividad, cuyo resultado producía un profesorado con una estimable formación de base aunque con cualidades pedagógicas heterogéneas (primaba la postura (1) del apartado anterior). Al tiempo, los alumnos que lo cursaban lo hacían con carácter voluntario y, por lo tanto, la tasa de abandono era relativamente elevada, por motivos económicos o por falta de interés, y muchos comenzaban a trabajar como aprendices; entre los que quedaban, abundaban los que poseían la motivación de seguir estudiando y poder alcanzar un título universitario (espoleados muchas veces por sus propios padres, que en muy contadas ocasiones lo poseían). En definitiva, los relativos buenos resultados de aquel Bachillerato eran las consecuencias naturales de unos también buenos ingredientes profesionales y sociales: profesores, alumnos y familias.



En cuanto a la nueva Educación General Básica, esta se prolongó hasta los 14 años y fue asumida por los maestros, cuya formación se integró en la Universidad. Por aquellos años, los planes de estudio de Magisterio disponían de una especialidad denominada Ciencias Físico-Naturales, en la que se cursaban diversas asignaturas de Matemáticas y las cuatro ciencias básicas, al margen de otras asignaturas de carácter psicopedagógico y otras materias tradicionales. A pesar de que la franja de 10 a 14 años dejaba de ser impartida por licenciados, la incorporación de maestros con unos conocimientos científicos básicos permitió una enseñanza de la ciencia de cierto nivel.

Tras el alumbramiento de la LOGSE y su implantación, el panorama volvió a cambiar sustancialmente: se prolongó la educación obligatoria hasta los 16 años y se redujo la Educación Primaria hasta los 12. A la par, fueron modificándose los planes de estudio de Maestro, adelgazándose de asignaturas del ámbito científico (y de otras ligadas al currículum escolar) y engordando en las de tipo pedagógico-psicológico-social. Ello, unido a la casi ausencia de mecanismos de selección para el acceso a las facultades de Educación, es lo que ha configurado el, a nuestro juicio, desolador panorama de la enseñanza de las ciencias en el nivel de Educación Primaria. Con los nuevos grados del título de Maestro algo de esto se ha corregido, y se incrementa tanto la duración de las titulaciones como la presencia de materias de ciencia. No obstante, queda sin abordar lo que debería ser una medida de choque, el intercambio docente entre el profesorado de educación primaria y el universitario que forma al mismo.

La presencia de los primeros como profesores a tiempo parcial en las facultades de educación, y el reciclaje de los segundos en las aulas de primaria, revitalizaría sin duda la vertiente aplicada de la formación inicial del profesorado.

El área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, al que está asociada la ciencia, requiere de un profundo conocimiento científico y pedagógico de sus profesores, ya que, al contrario de lo suele pensarse, enseñar a los más pequeños resulta más complejo que hacerlo con los mayores. A edades tempranas es preciso secuenciar el contenido científico desde los primeros años hasta los últimos, incidiendo primero en el aprendizaje de procedimientos (observar, describir, clasificar, analizar, etc.) y en el del lenguaje propio de la ciencia (unidades, símbolos, gráficas, etc.), para pasar gradualmente a la comprensión de conceptos y leyes, dando a conocer el sentido que tienen como elementos inventados para entender mejor el mundo, pero que a menudo contradicen su intuición.

Entre otros requisitos, lo anterior conlleva una recuperación

de una enseñanza en la que la manipulación de objetos (vivos e inertes) juegue un importante papel, precisamente para aprender procedimientos y para vislumbrar la necesidad de la conceptualización científica. Para ello, no resulta imprescindible disponer de un laboratorio al estilo clásico: los materiales cotidianos pueden servir para la mayoría de nuestros propósitos. Asimismo, deberíamos incorporar de un modo sistemático los recursos externos al aula, tales como los museos de ciencia, granjas escuela, centros de interpretación, medios de comunicación, Internet, etc. Constituyen una ventana al mundo que los libros de texto solos no pueden proporcionar.

Es durante estos años donde se fraguan los cimientos del conocimiento científico y de su apreciación por los alumnos. De hecho, diversos estudios muestran que la actitud hacia la ciencia va decreciendo en esta etapa, lo que nos debe hacer reflexionar sobre sus causas⁴. Sin lugar a dudas, algo estaremos haciendo mal.

La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria

Nos referiremos aquí a la Educación Secundaria Obligatoria (ESO, 12-16 años), por tratarse de la etapa más delicada en cuanto al tema que nos ocupa. La introducción de la ESO en el sistema educativo español conllevó, entre otras medidas, incorporar al profesorado del anterior BUP (Bachillerato Unificado Polivalente)

a una etapa obligatoria y con unos problemas de convivencia y disciplina bastante nuevos para ellos, y para los que no habían recibido preparación. Quedaba claro que muchos alumnos no querían

estudiar o que la educación formal no satisfacía sus aspiraciones en una sociedad cambiante y con múltiples señuelos para los adolescentes. Con posterioridad, esta evidencia se ha querido remediar con diversos programas para estos alumnos «descolgados» (de garantía social, de diversificación curricular, etc.) para los que, en general, tampoco se ha formado al profesorado.

En el caso de las ciencias, además, las horas asignadas en el currículum disminuyeron, quedando como opcionales en 4º de ESO. Por otro lado, aparecen separadas respecto a la Tecnología, algo difícilmente comprensible desde el punto de vista epistemológico, social y educativo. Las dificultades logísticas o, a veces, la desidia del profesorado han llevado a que, también en la ESO, la presencia de una enseñanza práctica se haya ido abandonando progresivamente.

Vuelve a aparecer aquí, como factor esencial en la calidad de la enseñanza, el papel del profesorado. La situación del modelo de formación basado en la licenciatura más el ya superado Certificado de Aptitud

La sociedad ha primado lo fácil e inmediato [...], mientras que las ciencias se han presentado como materias difíciles y abstractas.



Pedagógica (CAP), que ha durado más de tres décadas, ha mostrado reiteradamente su ineficacia en tanto que entronca con la visión (1) anterior de lo que es un profesor. En este curso académico comienza el tercer año de implantación del nuevo *Master Universitario Oficial de Profesorado de Educación Secundaria, Formación Profesional, Bachillerato e Idiomas* que, si bien no representa el ideal, por tratarse también de un *modelo sucesivo* (lo ideal sería un *modelo simultáneo*, en el que el profesorado de ciencias pudiera formarse desde su inicio en un título de grado), representa un significativo avance en comparación con el CAP. A este respecto, resulta también evidente que la profesión de profesor no es elegida muchas veces vocacionalmente (condición también requerida por otras profesiones como las sanitarias), lo que agrava el problema. En este caso, también sería deseable, si no imprescindible, el intercambio entre docentes de la ESO y de Universidad, tal como reclamábamos para el profesorado de Educación Primaria.

La enseñanza de las ciencias en esta etapa educativa, como establece el propio currículum oficial, se va diferenciando a lo largo de los cuatro cursos en las disciplinas científicas clásicas, pero se choca nuevamente con la formación previa del profesorado (licenciado en una sola ciencia: física, biología, etc.), lo que le impide disponer de una visión global del ámbito científico actual. Vuelve, asimismo, a ser necesaria la recuperación de la enseñanza práctica, creando las condiciones para favorecer la participación de los alumnos (p. ej., con instalaciones adecuadas, con la participación de dos profesores en el aula-laboratorio, etc.). Como reclamaba el Informe Rocard, sería necesario ir introduciendo de forma progresiva, y en paralelo con la marcha habitual del curso, actividades de investigación en grupo sobre problemas abiertos, sugeridos por el profesor o por los propios alumnos (contaminación acústica, consumo energético, drogas, etc.), que trasladasen algunas de las etapas que conlleva el proceso de la investigación científica (emisión de hipótesis, diseño de experiencias de contraste de las mismas, análisis de datos, redacción de conclusiones, etc.). Al igual que en la Educación Primaria, debe darse un especial protagonismo a los recursos científicos externos al aula y estimular el espíritu crítico frente a los medios de comunicación, comenzando a delimitar la naturaleza del conocimiento científico frente a otras creencias sociales (curanderismo, superstición, productos milagro, etc.).

Reflexiones finales

El problema de enseñar ciencias en la educación obligatoria presenta la suficiente complejidad como para no plantearnos el pensar en soluciones rápidas y sencillas. Habremos de tener en cuenta cuestiones relacionadas con el propio alumno, inmerso en una sociedad en la que ha primado lo fácil e inmediato en la consecución de sus objetivos, mientras que las asignaturas de ciencias se han presentado como materias difi-

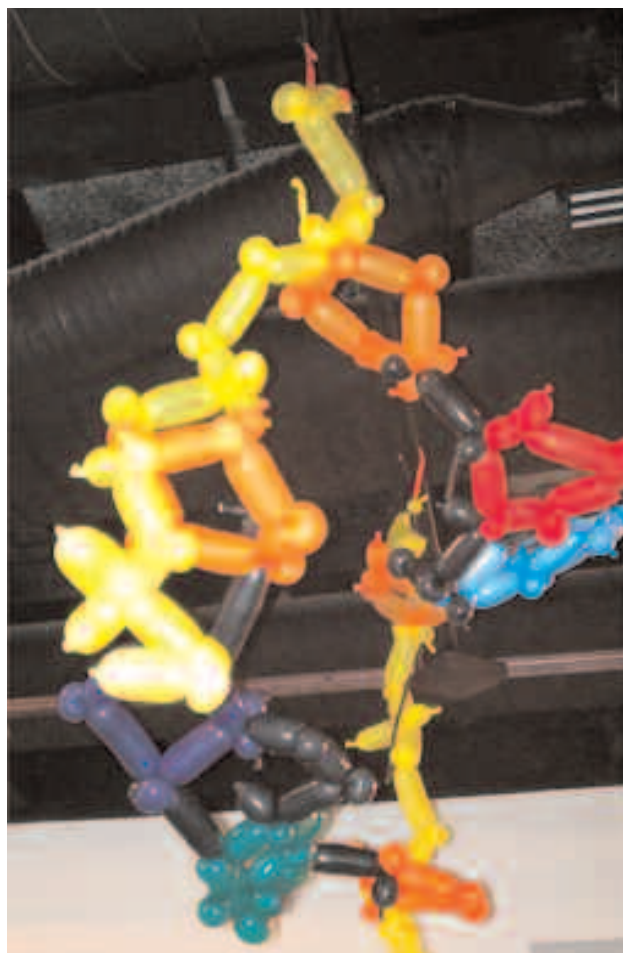


Foto: Rubberpaw

ciles y abstractas. En ese mismo contexto, conceptos como respeto al profesorado, disciplina, esfuerzo, etc. han sido vistos como símbolos represores o derechistas; la recuperación de estos valores es consustancial con una mejora en las actitudes y aprendizaje de las ciencias. Por otra parte, habremos de abordar en profundidad la formación del profesorado. Otros países disponen de una titulación (grado, en los nuevos planes de estudio universitarios) de profesor de ciencias, en la que el estudiante tiene la opción de ser formado para ello desde el primer curso; no es de recibo que titulaciones cuyas salidas profesionales son mayoritariamente las ligadas a la enseñanza no reciban ninguna materia teórico-práctica relacionada con la misma hasta finalizados sus estudios y que les anticipe el ámbito profesional docente, máxime en situaciones como la actual, en que la falta de otras alternativas laborales lleva a muchos licenciados en ciencias a optar por ser profesores sin una formación o predisposición previas. Del mismo modo, hemos de tener en cuenta qué ciencia vamos a enseñar y plantearnos si queremos formar a los estudiantes en la lógica de las disciplinas o en su utilidad o aplicación cotidianas; estas decisiones nos llevarían a enfoques claramente diferenciados que pasarían por pensar si queremos formar a los científicos del mañana (que también) o



a ciudadanos que van a necesitar la ciencia como meros usuarios de a pie en un mundo cada día más impregnado de ciencia y tecnología. Finalmente, otras soluciones pasan por cambiar nuestra forma de enseñar las ciencias y recuperar buenas prácticas ya ensayadas en el siglo pasado y que apuestan claramente por «aprender a aprender, la metodología de aprendizaje basada en la

observación y experimentación, partir de los intereses e ideas previas del niño, el aprendizaje globalizado en forma de Ciencias de la Naturaleza, la adecuación de la enseñanza al grado de desarrollo del alumno»⁵.



- ¹ http://www.oei.es/salactsi/Informe_Rocard.pdf (enlace).
- ² Véase, por ejemplo: <http://www.relec.es/dosculturas> (enlace).
- ³ Esteve Zaragaza JM. (2003). *Nuevas orientaciones sobre formación del profesorado en Europa: hacia un nuevo modelo de formación*. En Romero López A, Gutiérrez Pérez J, Coriat Benarroch M. (eds.), *La formación inicial del profesorado a la luz de los nuevos retos de convergencia de las políticas de la Unión Europea*, 11-39. Universidad de Granada.
- ⁴ Vázquez A, Manassero MA. (2008). *El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica*. *Revista Eureka para la Enseñanza y Divulgación Científica*, 5: 274-292. [Enlace](#).
- ⁵ Monzón C, Usón A. (1997). *Propuestas didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias físicas, químicas y naturales en el primer tercio del siglo XX en la escuela primaria española*. *Revista Complutense de Educación*, 8: 271-289.

Para ampliar información

Castaño E et al. (2006). *Educación y Cultura Científica*. Consejería de Educación de la Junta de Andalucía.

Grupo de trabajo *Ciencias y Educación* (2005). *Planteamiento y recomendaciones para debatir*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT.

Disponible en <http://www.apice-dce.com>

LA DURA REALIDAD DE LOS TRANSGÉNICOS

Juan-Felipe Carrasco

Ingeniero agrónomo

Responsable de la campaña sobre transgénicos de Greenpeace España

info@greenpeace.org

En los más de diez años de cultivo de organismos modificados genéticamente (OMG) en España ha quedado claro que no han cumplido las promesas de sus defensores. Lo que sí ha quedado claro son las consecuencias ambientales, sanitarias y socioeconómicas. La aplicación de las técnicas del ADN recombinante posibilita crear seres vivos que no podrían existir en la naturaleza u obtenerse con las técnicas tradicionales de mejora genética. Los conocimientos científicos actuales no son suficientes para predecir con exactitud las consecuencias de esta manipulación, ni la evolución de la interacción de un OMG con otros seres vivos una vez liberado al medio ambiente.

No solamente es falso que la agrobiotecnología sea imprescindible para producir más alimentos, sino que ésta, en manos de estas empresas, es precisamente

una de las peores armas de destrucción de la soberanía alimentaria: una herramienta para el control oligopólico de la alimentación mundial. La utilización de los OMG en la agricultura no hace más que exacerbar los efectos perniciosos de una producción industrializada e insostenible, que solamente favorece a los grandes agricultores y no reparte equitativamente las riquezas.

En España se siguen cultivando OMG en unas condiciones de falta de transparencia.

La agricultura industrial emplea abundantes cantidades de agroquímicos que contaminan nuestros suelos y aguas, recursos imprescindibles para producir alimentos sanos ahora y en el futuro, y contribuye notablemente al agravamiento del cambio climático. Contrariamente a la propaganda de la industria, los OMG, además de suponer un incremento del uso de agrotóxicos, generan contaminación genética^{1, 2, 3} y del suelo, pérdida de biodiversidad, desarrollo de resistencias y efectos no deseados en otros organismos⁴.



Ocho países prohíben el cultivo de maíz de Monsanto (el MON 810, es decir aquel cuyo cultivo tolera el Gobierno de España)⁵ y varios se han sumado a la prohibición de la patata Amflora de BASF⁶. Sin embargo en España hay unas 70.000 hectáreas de cultivo comercial del maíz insecticida de Monsanto MON 810 y nuestro país acoge el 42% de los ensayos experimentales al aire libre con cultivos modificados genéticamente, según datos oficiales del Joint Research Centre de la UE⁷. Los gobiernos del PP y el PSOE han favorecido sistemáticamente los intereses directos de las grandes corporaciones agrobiotecnológicas^{8, 9, 10}.

En España se siguen cultivando OMG en unas condiciones de falta de transparencia: ausencia de registros públicos de los campos cultivados, ausencia de segregación en las cosechas, no aplicación de las normas de trazabilidad y etiquetado, nula independencia de los organismos públicos de aprobación, evaluación y seguimiento¹¹.

La propia Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA en sus siglas inglesas), organismo que se halla en el centro del sistema europeo de evaluación de la seguridad de los transgénicos, está profundamente vinculada a los intereses de la industria y no respeta el más mínimo principio de democracia, de precaución o de protección de la vida^{12, 13, 14, 15}.

A principios de 2010 el presidente de la Comisión Europea y el Comisario de Sanidad, después de que en años anteriores la mayoría de los estados de la UE se hubieran opuesto

a la aprobación de la patata transgénica de BASF, tomaron la decisión de autorizarla sin debatirlo en el seno del Colegio de Comisarios, es decir una vez más de forma antidemocrática. Esta patata, que presenta riesgos potenciales para la salud (como la posible anulación del efecto de determinados medicamentos para curar la tuberculosis^{16, 17}), acabará, lo queramos o no, en nuestros platos. Por mucho que nos digan que es exclusivamente para uso industrial, quedaron autorizados ciertos niveles de «presencia accidental» en los alimentos sin necesidad de etiquetar ni de pedir responsabilidad a la empresa productora.

Recientemente se está hablando y escribiendo mucho acerca de la posible aprobación de un salmón transgénico en EE. UU. y Canadá. La empresa AquaBounty ha desarrollado y quiere comercializar un salmón cuyos huevos contienen material genético que codifica hormonas de crecimiento de un salmón del Pacífico, así como genes *anticongelantes* de un pez parecido a una anguila para acelerar la tasa de crecimiento. Pretende que los huevos sean producidos en Canadá, para luego ser criados en tanques en Panamá, y posteriormente la carne consumida en EE. UU. Si bien existen abundan-



Foto: Greenpeace.

tes datos sobre los efectos sobre el medio ambiente y la salud de la industria acuícola y de engorde, de realizarse con animales MG estos riesgos se multiplicarían^{18, 19}. Es frecuente que un determinado número de individuos escape de estas granjas y se cruce con poblaciones naturales, con el riesgo de desplazamiento de estas últimas²⁰. Existen modelos según los cuales la liberación de un pequeño número de peces transgénicos podría llevar a la extinción de una población salvaje en solamente 40 generaciones²¹.

La producción industrial, con su dependencia de los combustibles fósiles y de los productos tóxicos, ignora los bienes comunes de la humanidad.

En noviembre de 2011 Greenpeace presentaba el informe *Selección Asistida por Marcadores. Una tecnología no invasiva alternativa a la ingeniería genética*²². La Selección Asisti-

da por Marcadores (SAM) respeta las barreras entre especies y lleva a los mismos resultados que la ingeniería genética pero de manera más rápida, más barata y sin producir daños irreversibles en el medio ambiente y la salud. Este documento describe las posibilidades de esta tecnología y sus potenciales comparados con el fracaso y los riesgos de la ingeniería genética y muestra cómo este tipo de tecnologías convierten a la ingeniería genética en una opción cara, insegura, obsoleta y completamente innecesaria.

Las primeras variedades de arroz desarrolladas con SAM ya se están cultivando comercialmente en los países en vías de desarrollo. Greenpeace considera que el futuro de la agricultura pasa por modelos que respeten la biodiversidad y por el desarrollo de políticas que tengan en cuenta los modos de vida rurales y que supongan una investigación y una agricultura sostenible a largo plazo.

¿Acaso la apuesta por los OMG de Argentina, Paraguay o Brasil, la deforestación de cientos de hectáreas cada hora para cultivar OMG, la desaparición a marchas forzadas de la población agraria, la contaminación genéti-



ca de la cuna del maíz en México, o las decenas de miles de suicidios por el algodón transgénico en la India no son ejemplos que valga la pena seguir en la lucha contra el hambre?²³

La agricultura de hoy está en una encrucijada. La producción industrial, con su dependencia de los combustibles fósiles y de los productos tóxicos, ignora los bienes comunes de la humanidad y ha demostrado que es una senda de destrucción sin salida. Los transgénicos, con todos sus fracasos, escándalos de contaminación, patentes y riesgos para el medio ambiente, la salud y la soberanía alimentaria, han demostrado ser un experimento fallido.

Greenpeace seguirá exigiendo a los gobernantes que se financie adecuadamente la investigación en métodos de producción sostenibles social y ambientalmente. Que se apueste por aquello que otorgue a los pueblos soberanía alimentaria, justicia, acceso a los recursos naturales, educación para modelos que busquen la cooperación entre los pueblos, la no violencia en la gestión de los recursos y de las producciones, la libertad real de intercambio de saberes, culturas, semillas y materiales. Pero ello es exactamente lo contrario a lo que pretende la liberación de transgénicos al medio ambiente.



- ¹ Contaminación transgénica: Imposible coexistencia entre cultivos. [Enlace](#).
- ² Cipriano J, Carrasco JF, Arbós M. *La coexistencia imposible*. [Enlace](#).
- ³ Carrasco JF. (2008). *La coexistencia sigue siendo imposible*. [Enlace](#).
- ⁴ Hoja informativa Efectos ambientales potenciales del maíz transgénicos BT. [Enlace](#).
- ⁵ Moratorias e iniciativas en la UE para frenar el cultivo de transgénicos. [Enlace](#).
- ⁶ La prohibición del Gobierno húngaro fue hecha oficial el 18 de junio de 2010 ([enlace](#)). La prohibición en Luxemburgo, el 16 de junio de 2010 ([enlace](#)). La prohibición en Austria, el 28 de abril de 2010 ([enlace](#)). Francia y Polonia han llevado frente al Tribunal Europeo de Justicia la aprobación de esta patata transgénica ([enlace](#)). Además, más de 40 organizaciones sociales han llevado también a la Comisión Europea ante los tribunales ([enlace](#)).
- ⁷ Deliberate release into the environment of GMOs for any other purposes than placing on the market. [Enlace](#).
- ⁸ Se pueden consultar el cable en el que EEUU considera una buena noticia la fusión de los ministerios de Agricultura y Medio Ambiente ([enlace](#)) y el cable en el que EEUU adelanta la posición española en la votación europea sobre transgénicos ([enlace](#)).
- ⁹ Entrevista de la Cadena Ser una entrevista al representante de Monsanto en España, Carlos Vicente, en la que se niega a responder a la pregunta: «¿Tiene la Ministra de Ciencia e Innovación alguna relación con Monsanto?» ([enlace](#)).
- ¹⁰ La Ministra de Ciencia e Innovación, Cristina Garmendia, fue presidenta de la Asociación Española de Bioempresas (Asebio), agrupación de empresas del sector de la biotecnología ([enlace](#)).
- ¹¹ Declaración de personalidades y organizaciones de la sociedad civil sobre las aplicaciones de la biotecnología en la modificación genética de plantas, ante la amenaza que representan para la agricultura y la sostenibilidad. [Enlace](#).
- ¹² Amigos de la Tierra. (2010). *Las Malas Compañías IV: El fraude de la evaluación científica de los transgénicos en España*. [Enlace](#).
- ¹³ EFSA: a playing field for biotech industry. [Enlace](#).
- ¹⁴ EFSA chair in conflict of interest scandal. [Enlace](#).
- ¹⁵ Europe's pesticide and food safety regulators. Who do they work for? [Enlace](#).
- ¹⁶ World Health Organization. (2005). *Critically important antibacterial agents for human medicine for risk management strategies of non-human use*. WHO Press. [Enlace](#).
- ¹⁷ European Medicines Agency. (2007). *Presence of the antibiotic resistance marker gene nptII in GM plants for food and feed uses*. [Enlace](#).
- ¹⁸ Anderson L. (2004). *Genetically Engineered Fish - New Threats to the Environment*. Greenpeace International. [Enlace](#).
- ¹⁹ Stranahan SQ. (2010). *A Monster on the Rise*. Trout Magazine. [Enlace](#). Nota de prensa: [enlace](#).
- ²⁰ Van Aken J. (2000). *Genetically engineered fish: swimming against the tide of reason*. Greenpeace International. [Enlace](#).
- ²¹ Muir WM, Howard RD. (1999). *Possible ecological risks of transgenic organism release when transgenes affect mating success: sexual selection and the Trojan gene hypothesis*. PNAS, 96: 13853-13856. [Enlace](#).
- ²² Vogel B. (2009). *Marker-Assisted Selection: A non-invasive biotechnology alternative to genetic engineering of plant varieties*. Greenpeace International. [Enlace](#). Resumen en castellano: [enlace](#).
- ²³ Como ejemplo, documentos de Greenpeace que ofrecen muchas referencias a fuentes externas: *¿Quién alimentará al mundo? Hacia una agricultura diversa y sostenible como motor de desarrollo* ([enlace](#)). *El ejemplo en la India. ¿Qué cosecha de algodón?* ([enlace](#)). *Cosecha récord hambre en Argentina* ([enlace](#)). Informe de Greenpeace Internacional sobre la deforestación amazónica que se está produciendo para introducir cultivos de soja ([enlace](#)). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano* ([enlace](#)).



EL RINCÓN PRECARIO

Sección dedicada a los investigadores que trabajan en España en condiciones de precariedad laboral

Como en la anterior entrega de esta sección, no he podido evitar echar la vista atrás. En septiembre se cumplen diez años desde que El Rincón Precario apareciera en las páginas de Apuntes (en el tercer número, aunque mi primera colaboración se remonta al primer número de la revista, con el envío a nuestro director fundador de una carta de la entonces joven organización FJI-Precarios). Hay que ver cómo pasa el tiempo. Peinaba entonces mis primeras canas, que ahora se ocultan en uno de mis pocos signos de coquetería (o por no tener escuchar a mi madre ni a mis hijas, no sé cuál es la razón de más peso). Diez años dan mucho de sí, para lo bueno y para lo malo. Me ha encantado compartir los buenos presagios y una mirada ácida en los malos momentos, que espero haya gustado a los lectores, pocos o muchos, que se hayan visto representados en mis reflexiones. También es momento de dar las gracias a la miríada de colaboradores, la mayoría de ellos voluntariamente anónimos, que me han cedido sus palabras para que yo compusiera en mis escritos una especie de collage sobre la realidad precaria de los investigadores en fases iniciales y no tan iniciales. Ello me ha permitido hacer muchos y buenos amigos virtuales (a mí, que soy un poco alérgica a las redes sociales, pero que estoy inevitablemente enganchada al correo electrónico) a los que alguna vez he tenido el gusto de conocer en persona y pasar un buen rato. Pero el tiempo avanza inexorablemente. Hay que dejar paso a las nuevas generaciones cargadas de nuevas ideas, saber cuándo hay que dar el relevo. Nadie es imprescindible y estoy segura de que nuevas voces seguirán manteniendo vivo El Rincón Precario. Como despedida y traca final (al estilo valenciano), dejadme que os resuma por última vez las noticias precarias del trimestre que concluye. O al menos, aquellas que han llamado mi atención, porque ando muy polidispersa últimamente.

Repaso a los recientes comunicados de FJI-Precarios¹ y ANIRC²

14 de marzo (FJI): El gobierno Zapatero, Torre de Babel donde cada ministerio entiende a su manera la palabra “becario”.

La actual Ministra de Ciencia e Innovación ha sido sin duda la más mencionada en esta sección, no pasa un Rincón sin que aporte una perla merecedora de ser reproducida. Durante el paso por el Congreso del proyecto de la ya aprobada Ley de la Ciencia, Tecnología e Innovación (LCTI), afirmó ante los medios de comunicación que la figura del becario iba a desaparecer. Como al pastor del cuento, es difícil creerla, ¿verdad? Sin embargo, con la redacción que aparece en el proyecto que llegó al Congreso, y como pone de manifiesto el comunicado que nos ocupa, «haciendo caso omiso de la Carta Europea del Investigador, el proyecto sigue sin definir una carrera investigadora profesional y perpetúa la figura del becario» y «apuesta temerariamente por articular los recursos financieros de la investigación española con fuentes privadas como las fundaciones, cuyo elevado nivel de opacidad gestora y contable fomenta el encubrimiento de puestos de trabajo mediante becas». En ese momento, el comunicado era un aviso a navegantes, no se podía afinar más hasta que se aprobara el texto definitivo de la Ley.

28 de abril (ANIRC): Limitaciones del programa RyC como programa de *tenure-track*.

En este comunicado la ANIRC hace balance de los 10 años de vida del programa RyC, incidiendo en sus limitaciones, fundamentalmente debidas a la falta de posibilidades de incorporación indefinida y a la falta de independencia como científicos de los investigadores contratados bajo los auspicios del programa. La ANIRC acompaña su escrito con una serie de recomendaciones que esperamos que no caigan en saco roto, aunque son malos tiempos para cualquier reforma que no sea a coste cero y que implique cambios en el *status quo* de las instituciones afectadas.

2 de mayo (FJI): La ley de la ciencia no garantizará la contratación ni la estabilización de los investigadores.

Las espadas seguían en alto. Como dice la entrada del comunicado, «salvo novedades en el pleno de este martes, el Senado aprobará una Ley de la Ciencia que perpetuará las condiciones precarias del personal de investigación durante décadas». Los investigadores en fases iniciales vaticinaban que se iba a perder una oportunidad histórica para mejorar el sistema de I+D+i. Después de meses de trabajo participando activamen-



te en el desarrollo de la ley, preparando enmiendas, reuniéndose con los diferentes grupos parlamentarios y del Senado, redactando comunicados, había que quemar los últimos cartuchos. El final del culebrón se avecinaba. ¿Habría sorpresas de última hora?

28 de abril (ANIRC): Ley de la Ciencia.

También la ANIRC había trabajado activamente en la preparación de enmiendas al borrador de la LCTI y presentó un comunicado tras su aprobación en el Congreso. Como no podía ser de otro modo, el escrito denuncia que «la Ley de la Ciencia en su redacción actual no resuelve el problema de la precariedad laboral de la carrera científica en nuestro país. Concretamente, en lo que respecta a los investigadores Ramón y Cajal, agrava su situación laboral y no resuelve el problema de su estabilización». En el texto se repasan los artículos de la ley en los que se basa su rechazo, y que hacen de la carrera científica en nuestro país una opción muy poco atractiva.

13 de mayo (FJI): La Ley de la Ciencia deja a los investigadores un sabor amargo.

Sí, cambiaron algunas cosas, pero no lo suficiente para dejar contento a nadie. «Aunque la nueva Ley de la Ciencia abre las puertas al fin de las becas de investigación que encubren puestos de trabajo, la falta de definición de la carrera investigadora prolonga la incertidumbre en la vida de los investigadores». La FJI reconoce que el paso por el Senado ha mejorado notablemente el texto aprobado en el Congreso, pero la nueva modalidad de contrato de acceso se ha desvirtuado, eliminando cualquier atisbo de *tenure-track* con estabilizaciones tras una serie de evaluaciones. Y, aunque sí es cierto que se ha incorporado una enmienda para poner fin al fraude de becas que encubren puestos de trabajo, el nuevo Estatuto del Personal Investigador en Formación tardará al menos un par de años en llegar (si todo va bien), por lo que la figura del becario seguirá pululando en diversas convocatorias en los próximos años. La FJI promete seguir vigilante para realizar un seguimiento de la aplicación de la ley y las distintas reglamentaciones que la desarrollen. Queda trabajo para años.

19 de mayo (FJI): El tasazo catalán se extiende por toda España.

Cambio de tercio. Antes de vigilar la aplicación de la Ley de la Ciencia (futuro imperfecto), se impone volver al presente, a la cruda realidad en crisis. Se veía venir, el experimento del año pasado en Cataluña ha dado carta blanca a todo el territorio nacional para la subida espectacular de las tasas que deben abonarse en concepto de «tutela académica» de doctorado. Un incremento de

hasta el 800% en algunos casos. Si al menos eso repercutiera en la calidad de los servicios... cualesquiera que estos sean, porque no resultan tan evidentes.

20 de junio (FJI): La pésima gestión de las ayudas postdoctorales mantiene a más de mil jóvenes investigadores españoles en una situación insostenible.

Otro clásico: la gestión de las ayudas a la investigación, en este caso postdoctorales. A los típicos problemas de retrasos («desde el año 2005 no se han cumplido nunca los plazos que la propia convocatoria establece, llegando a durar más de un año la resolución final en lugar de los seis meses aproximados que establece la convocatoria», dice el comunicado de la ANIRC mencionado más arriba) se suman ciertas negligencias (olvidar incluir candidatos seleccionados en las resoluciones del BOE, errores en las fechas de concesión, dejar sin adjudicar más del 10% de los contratos presupuestados, etc.) y los recortes (un 30% en la última convocatoria). La carrera de obstáculos se hace cada vez más penosa. A finales de abril de este año todavía no se había acabado de conceder la lista de suplentes de las ayudas de la convocatoria de noviembre de 2009. Surrealista, ¿verdad?

Algunas noticias precarias breves

Trabas electrónicas. ¿Quién no ha tenido la experiencia calamitosa de tener que usar una aplicación informática recién instalada y cuyos problemas se detectan sobre la marcha? En esta ocasión me consta que les ha pasado a algunos solicitantes dentro del programa Juan de la Cierva. La solicitud requería de la firma electrónica del centro de adscripción, y algunos centros *olvidaron* este detalle. Consecuencia: la solicitud no era válida a efectos legales, es decir, no consta como solicitud presentada y no se puede subsanar de ninguna forma. Ajo y agua. Por suerte, no ha sido un problema generalizado, pero eso no consuela a los afectados.

EURODOC³. Varios representantes de la FJI-Precarios han participado en las Conferencia Anual y Asamblea General de EURODOC, la confederación de jóvenes investigadores europeos, celebrada en Vilnius (Lituania) del 1 al 3 de abril. Las conferencias y los debates se centraron en la relación entre las distintas tradiciones en la investigación científica y las nuevas generaciones de profesionales.

Nueva Junta Directiva en la FJI-Precarios. El 15 de mayo se celebró en Barcelona la Asamblea Extraordinaria de la FJI, en la que se renovaron los cargos en la Junta Directiva, quedando compuesta como indico a continuación. ¡Enhorabuena a los valientes y mucha suerte en vuestra gestión!



Presidencia: Pilar Navas-Parejo García (ASI-Granada)
 Vicepresidencia: Noelia Fernández Castillo (D-Recerca)
 Secretaría: Elena Capel Malo (D-Recerca)
 Tesorería: Francisco Amils Ruiz (Precarios Córdoba)
 Vocal *Supercoco* (coordinación de coordinadores de las distintas comisiones): Pablo Moreno García (ASI-Granada)
 Vocal *Superrepre* (representación de representantes de las distintas asociaciones): Alejandra Sánchez Polo (INNOVA Salamanca)

El incierto futuro de los investigadores RyC, diez años después.

La crisis se deja notar con fuerza en los planes de estabilización de los investigadores RyC que acaban sus contratos, por muy bien evaluados que estén. Los recortes en las administraciones atacan en todos los frentes, y la investigación no iba a ser menos, por mucho que nos quieran vender el cambio de modelo económico hacia una sociedad basada en el conocimiento (tal vez se refieran al conocimiento de que no hay salida para los investigadores. Si ya lo sabes, para qué te metes). Por poner un ejemplo, en el CSIC, donde se esperan 280 jubilaciones en este año, sólo se han convocado 35 plazas de investigación, un 10% menos de lo previsto en el Plan Estratégico 2010-2013⁴. Bueno, todavía estamos lejos del modelo griego de reducción de los costes de la administración pública.

Para tratar de mejorar las condiciones de los nuevos investigadores RyC que vayan incorporándose al programa, la ANIRC ha tomado dos interesantes iniciativas:

-Ha publicado una guía⁵ muy completa para conocer qué es realmente el programa y presentar unas recomendaciones básicas para la elección del centro y el buen desarrollo del contrato RyC. Como decía antes, puestos a meternos en un programa que resulta atractivo visto desde fuera y en el que uno se mete por vocación a la ciencia, más vale hacerlo con suficiente conocimiento de causa.

-Ha creado un foro⁶ para compartir información sobre cómo se desarrolla el programa en las distintas instituciones, información local, sugerencias de mejora del programa, etc. Desgraciadamente, a pesar de que desde la página principal se anima a los investigadores a participar porque «tu *feed-back* es muy valioso para otros Cajales que van a ir a tu institución o que ya lo están», no parece que demasiada gente se haya animado. Entono el *mea culpa*, yo tampoco he tenido tiempo de hacerlo, siempre hay otras cosas que me lo impiden... O tal vez es que falta ilusión por creer en la posibilidad de mejora.



¹ http://www.precarios.org/tiki-view_articles.php

² <http://www.anirc.es/>

³ <http://www.eurodoc.net/>

⁴ <http://www.iber-campus.es/articulos.asp?idarticulo=14055>

⁵ http://yildun.lunarbreeze.com/~anirc0/pub/ANIRC/PrensA/20110501_GuiaRyC_v2.pdf

⁶ <http://anirc.freeforums.org/anirc-f3.html>

Con espíritu crítico y constructivo,
 desde la diversidad, como amalgama de profesionales
 de todos los estamentos y disciplinas científicas,

¡Luchamos por conseguir el progreso del sistema español de I+D!

Tu opinión es importante
 ¡Hazte de la AACTE!



Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España. <http://www.aacte.eu>

CRÍTICA DE LIBROS



TIENES QUÍMICA, TIENES VIDA Foro Química y Sociedad, 2011

Germán Sastre
Instituto de Tecnología Química UPV-CSIC
gsastre(arroba)itq.upv.es

Año: 2011
Título: Tienes química, tienes vida
Autor: Foro Química y Sociedad, 2011
Editorial: Foro Química y Sociedad



La Asamblea General de Naciones Unidas proclamó 2011 como el Año Internacional de la Química para dar a conocer la indispensable contribución de esta ciencia a la mejora de la calidad de vida y el bienestar de la Humanidad. En 2011 se conmemora también el centenario del Premio Nobel de Química otorgado a Marie Curie. El Foro Química y Sociedad¹, entidad que lidera en España esta conmemoración, ha decidido editar esta excelente publicación para hacer visibles las numerosas aplicaciones de la química que han mejorado nuestra vida en todos sus aspectos. Resumimos, a continuación, algunas de ellas.

Las operaciones quirúrgicas solo pueden realizarse con la utilización de numerosos productos como antisépticos, desinfectantes, gases medicinales e infinidad de materiales químicos que han revolucionado la medicina. El plástico constituye uno de los materiales fundamentales en el área sanitaria, por su capacidad de adaptación a cualquier necesidad, su asepsia y su compatibilidad con otros materiales, y es el componente esencial de bolsas de sangre, tubos quirúrgicos, jeringuillas, lentillas, prótesis, guantes, o válvulas, así como el principal material (PVC) con el que se construyen los quirófanos.

La población mundial aumenta diariamente en 245.000 personas y todas ellas precisan alimentos. Para que lleguen hasta nuestra cocina es necesario cuidar las plantas y protegerlas de plagas y agentes nocivos, obtener buenas y abundantes cosechas y criar un ganado sano y bien alimentado. En todo este proceso intervienen, entre otros, productos agroquímicos y fitosanitarios, los fertilizantes, los fármacos zoonosanitarios, pero también materiales que, como el plástico, han contribuido a mejo-

rar el aprovechamiento de los recursos naturales, llegando incluso a convertir tierras pobres en explotaciones muy productivas. Así, los filmes plásticos son imprescindibles para la creación de cubiertas en invernaderos, para la formación de acolchados, para el control de plagas y enfermedades, y para la fabricación de los componentes de los sistemas de riego.

El agua ha sido considerada siempre como la fuente y el origen de la vida, pero ha sido también, a lo largo de la historia, el vehículo de transmisión del 80% de las enfermedades. Gracias a la química y al uso del cloro y otros productos que permiten potabilizarla, hoy podemos beber agua sin riesgo de contraer enfermedades que, como el cólera, todavía asolan a la población cuando las catástrofes provocan la interrupción de las redes sanitarias.

Más de 200 millones de toneladas de plástico circulan en los automóviles actuales, sustituyendo materiales pesados y permitiendo recorrer iguales distancias con menor gasto de combustible e impacto ambiental. A estos materiales la química les proporciona también antioxidantes, agentes antidesgaste, inhibidores de corrosión y estabilizantes al calor. Los sistemas de climatización se basan en líquidos refrigerantes creados por la química, como son los hidrofluorocarburos. La excesiva rigidez de los asientos y su incomodidad se acabaron con la aplicación de espumas de poliuretano –también utilizadas como aislamiento térmico y acústico–, los faros se fabrican con policarbonato, y la química también fabrica las fibras sintéticas que recubren los asientos, mejorando su resistencia y durabilidad. El airbag, que reduce un 30% el riesgo de muerte en los impactos frontales, debe funcionar en



centésimas de segundo: fabricado con una fibra química sintética como el nylon, un detector de impacto activa su inflado mediante una reacción de boro y nitrato sódico, que provoca la expansión dentro de la bolsa de un gran volumen de gas nitrógeno.

La química ha logrado también revolucionar los materiales con los que se fabrica el equipamiento que permite a los deportistas obtener más rendimiento de su esfuerzo. Las zapatillas de los velocistas abandonaron los materiales tradicionales por poliuretanos termoplásticos, caucho butilo y poliéster; las pértigas de madera o bambú fueron sustituidas por las de poliéster reforzado con fibra de vidrio, y éstas por las de resinas y fibra de carbono. La ropa deportiva se fabrica hoy con nylon, lycra, poliéster y otras fibras sintéticas que mejoran la transpiración, permiten mayor circulación del aire y optimizan la temperatura corporal.

Las fibras sintéticas que proporciona la química permiten vestir cada vez a un mayor número de personas sin necesidad de intensificar la explotación ganadera o agrícola en todo el mundo. Una sola planta de fabricación de fibras químicas sintéticas proporciona la misma materia prima que un rebaño de 12 millones de ovejas, que necesitarían unos pastos del tamaño de Bélgica para alimentarse. Gracias a la química y a sus fábricas, podemos vestirnos cada vez más cómodos y mejor. Las fibras se pueden modificar proporcionando propiedades muy útiles. Gracias a la química podemos disponer de tejidos impermeables a base de poliuretano microporoso, poliéster hidrofílico, teflón, etc. Los bomberos o los pilotos de Fórmula 1 tienen trajes ignífugos, generalmente de Nómex (aramida), y, los policías, chalecos antibalas fabricados con Kevlar (poliamida) y fibras de polietileno. La química también proporciona tejidos elaborados con partículas nanométricas que no se arrugan y repelen las manchas y los líquidos, permiten una mejor ventilación y se adaptan al ambiente.

Sin la química no podría fabricarse un solo ordenador en el mundo, ya que es la ciencia que hace posible la existencia de los chips, ya sean de silicio o arseniuro de galio. Los soportes magnéticos como los DVD y los CD-ROM están fabricados con plásticos como el policarbonato, y las pantallas están recubiertas internamente por productos sensibles a la luz. También las carcasas, los teclados, el cableado y el ratón están hechos con polímeros. Las baterías de ordenadores también son química: desde las primeras NiCad (de níquel-cadmio), pasando por las NiMH de hidruro metálico de níquel, con mejor relación potencia/peso, hasta las de iones de litio, que se están convirtiendo en la tecnología dominante. Gracias a la química se han logrado también tintas conductoras con una excelente adherencia sobre láminas de plástico y otras superficies flexibles, de gran utilidad en la fabricación de circuitos electrónicos, así como plásticos multi-

reciclables, fabricados a partir de vegetales que se utilizarán en informática y electrónica.

Al caer la noche, la luz solar deja paso a la iluminación artificial, con bombillas que nos permiten continuar nuestra vida cotidiana. La lámpara incandescente que inventara Edison en 1878 (que funciona al pasar la electricidad por un filamento de wolframio), ha sido progresivamente sustituida por las lámparas fluorescentes compactas (un tubo de vidrio revestido interiormente con diversas sustancias químicas que contiene vapor de mercurio y un gas inerte, generalmente neón o argón), luces halógenas (que contienen este gas en su interior) o las basadas en tecnología LED, en cuya fabricación pueden emplearse diversas sustancias como arseniuro de galio, arseniuro de fosforo de galio, nitruro de galio, seleniuro de zinc o carburo de silicio.

En la construcción también la química ha contribuido a la sustitución de materiales; el PVC, en concreto, es uno de los materiales mejor valorados por su versatilidad e inocuidad, lo que permite un gran ahorro de recursos debido a su gran resistencia y duración en el tiempo. También se han desarrollado células de parafina microencapsuladas que, incorporadas a los muros, se comportan como un amortiguador térmico, absorbiendo el calor y modificando su estado de sólido a líquido a medida que se incrementa la temperatura. Dependiendo del clima, esta solución aportada por la química limita las necesidades de aire acondicionado y reduce entre el 15% y el 30% del consumo energético. Otras innovaciones han sido los aerogeles, con una capacidad aislante térmica equivalente a 10-20 vidrios de ventana, las planchas de pared de yeso con microcápsulas inteligentes que regulan la temperatura ambiente, o los nuevos papeles pintados aislantes, fabricados a partir de poliestireno expandido y partículas de grafito, que reflejan la radiación térmica y reducen por tanto las pérdidas de calor.

La contribución de la química a la sociedad radica esencialmente en idear soluciones para los retos que plantea el futuro y que contribuyen de forma decisiva a la calidad de vida de las personas y de la sociedad en su conjunto. La energía, el agua, el medio ambiente, la salud, la alimentación, el transporte, cada reto ha obtenido la respuesta necesaria de la química. Esta seguirá siendo una de las principales protagonistas de las nuevas e innovadoras soluciones que, en gran medida, estarán vinculadas a dos campos científicos de gran futuro como son la biotecnología y la nanotecnología, áreas en las que lidera las inversiones y el esfuerzo científico, impulsando la creación de una plataforma tecnológica que fomente el desarrollo de ambas áreas. Esperamos que nuestro país pueda contribuir en los años venideros al desarrollo de nuevas soluciones a los problemas sociales locales y de la humanidad mediante una clara apuesta por la investigación y la innovación en el área de la química.

¹ <http://www.quimicaysociedad.org>. [Enlace](#).



INSTRUCCIONES PARA AUTORES

Objetivos y política editorial de *Apuntes de Ciencia y Tecnología*

Son contenidos aceptables para *Apuntes de Ciencia y Tecnología* los relacionados con la política científica, la relación ciencia-sociedad y los temas científicos de actualidad. Esto incluye:

Las cuestiones relacionadas con la calidad de la investigación científica y tecnológica, su financiación, su relación con la administración y su transparencia.

Lo referido a la formación, la situación laboral y la deontología profesional de los que se dedican a la investigación, ya sea en centros de investigación o en universidades.

También son aceptables contenidos relacionados con las implicaciones sociales de la ciencia y con controversias o temas de actualidad científica.

Tendrán preferencia aquellos contenidos que reflejen cuestiones que afectan a la comunidad científica española.

Estilo

Las contribuciones a *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, salvo que se especifique lo contrario, tendrán un estilo divulgativo y estarán dirigidas al público culto general.

Tipos de contribuciones

Sección Correspondencia

Las contribuciones a esta sección deberán contener **experiencias personales**. Se dará prioridad a las que tengan relación con algún contenido publicado en números anteriores de la revista, así como aquellas relacionadas con algún tema debatido en cualquier foro promovido por la AACTE. Una modalidad alternativa de carta es un chiste o viñeta sobre algún tema científico o de política científica. Los textos de esta sección no deberán exceder las 1500 palabras. Los autores podrán suministrar una imágenes para acompañar su contribución si así lo desean.

Sección Opinión

Las contribuciones a esta sección deberán contener **opiniones y reflexiones**. Se dará prioridad a las que tengan relación con algún contenido publicado en números anteriores de la revista, así como aquellas relacionadas con algún tema debatido en cualquier foro promovido por la AACTE. Su longitud no deberá exceder las 2500 palabras y se aceptan textos breves (a

partir de 300 palabras). Es importante que estas contribuciones aporten críticas constructivas y no sólo la exposición de una situación o un problema. Los autores podrán suministrar imágenes para acompañar su contribución si así lo desean.

Sección Fuego Cruzado

A esta sección contribuirán dos autores con **opiniones opuestas** sobre una cuestión determinada. Cada autor argumentará su postura a favor o en contra en un artículo que no deberá exceder las 2500 palabras. Seguidamente, cada autor recibirá el artículo del otro, al que podrá responder con un texto que no deberá exceder las 1000 palabras. Los textos de respuesta se publicarán en el mismo número que los artículos originales o bien en el número siguiente. Los autores podrán suministrar una imágenes para acompañar su contribución si así lo desean.

Sección Artículos Científicos

Las contribuciones a esta sección deberán contener los resultados de **una investigación realizada por el autor o revisiones (reviews)** de un determinado tema. La investigación no tiene por qué ser original (es decir, puede ser una versión divulgativa de un artículo publicado por el autor en otro medio). Estas contribuciones deberán incluir las siguientes secciones:

Título

Nombre del autor

Afiliación del autor o autores¹

Resumen (máximo 150 palabras)

Cuerpo del artículo

Lista de referencias

La longitud total del artículo no deberá exceder las 2500 palabras. El estilo del texto ha de ser de alta divulgación, comprensible por científicos no especialistas en el tema. Los artículos de investigación podrán incluir tablas y figuras. Para ajustar la longitud del artículo, se considerará que cada figura o tabla con el ancho de una columna equivale a 150 palabras por cada 10 cm de altura, mientras que si el ancho de la tabla o figura es mayor su equivalencia son 300 palabras por cada 10 cm de altura.

En el caso de reproducir resultados ya publicados será responsabilidad exclusiva del autor obtener los permisos correspondientes de las revistas o libros donde hayan sido publicados. El contenido de estos artículos



será revisado por al menos un especialista de la misma área de conocimiento o de un área afín, quien aconsejará sobre su publicación.

Sección Crítica de Libros

Las contribuciones a esta sección deberán ser **reseñas sobre libros de temática científica**. Su longitud no deberá exceder las 2500 palabras.

Envío

Las contribuciones deberán enviarse por correo electrónico al redactor jefe de cada sección en formato MS-Word o rtf. Los ficheros gráficos podrán estar en cualquier formato de uso común.

Criterios generales de aceptación

Como criterio general para la aceptación de cualquier contribución, la dirección de la revista vigilará que su contenido se adapte a unas normas éticas y de estilo elementales y que no resulte ofensivo o falta de respeto para personas o instituciones.

No se aceptará la reproducción literal de contenidos

previamente publicados en otro medio sin el permiso de la dirección de la revista. En el caso de las imágenes suministradas por los autores, será su responsabilidad obtener el permiso para su publicación.

Todas las menciones a datos, opiniones o investigaciones de otras personas tendrán que ir acompañadas de la correspondiente referencia.

La dirección de la revista no comparte necesariamente las opiniones vertidas en los artículos que publica, que expresan la posición personal de sus autores. Así se hará constar en la revista.

Direcciones de correo electrónico

Dirección de la revista: Daniel Aguilar
(daniel.aguilar@upf.edu)

Sección de Correspondencia/Opinión/Puntos de vista: José A. Cuesta (jose.cuesta@icman.csic.es)

Sección de Artículos Científicos: Daniel Farias
(daniel.farias@uam.es)

Sección de Crítica de libros: Germán Ignacio Sastre
(gsastre@itq.upv.es)

¹ La afiliación ha de incluir el centro donde trabajan, investigan o ejercen la docencia. Es especialmente importante que conste la afiliación profesional cuando el artículo pueda tener implicaciones comerciales. La revista recomienda que la afiliación no incluya grados académicos ("licenciado", "doctor") o profesionales ("catedrático", "director del departamento de...") a menos que lo justifique el contenido del artículo.