



# DESPERTAR A LA NORMALIDAD

Nº 28 / MAYO 2022

**REDACCIÓN**

Dirección:  
Ana Isabel Elduque Palomo

Subdirección:  
Ángel Francés Román

Diseño gráfico y maquetación:  
Víctor Sola Martínez ([www.vicsola.com](http://www.vicsola.com))

Comisión de publicación:  
Blanca Bauluz Lázaro  
María Luisa Sarsa Sarsa  
María Antonia Zapata Abad

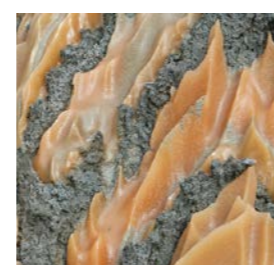
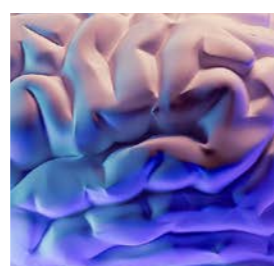
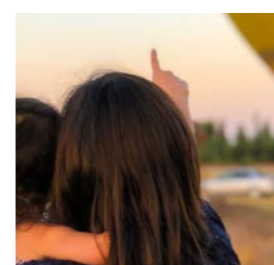
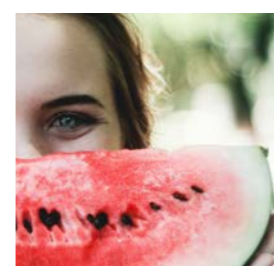
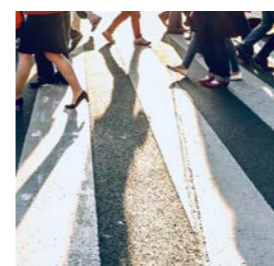
**EDITA**

Facultad de Ciencias,  
Universidad de Zaragoza.  
Plaza San Francisco, s/n  
50009 Zaragoza  
[web.ciencias@unizar.es](mailto:web.ciencias@unizar.es)

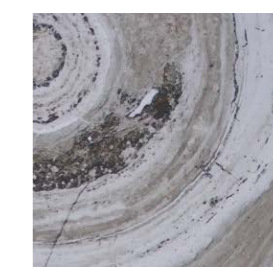
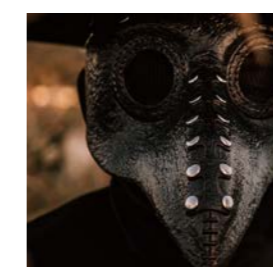
IMPRIME: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza  
DEPÓSITO LEGAL: Z-1942-08  
ISSN: 1888-7848 (Ed. impresa)  
ISSN: 1989-0559 (Ed. digital)

Imágenes: fuentes citadas en pie de foto.  
Fotografía de la portada: **Almendro en flor**, por Ana I. Elduque

La revista no comparte necesariamente las opiniones  
de los artículos firmados y entrevistas.



<b>EDITORIAL</b> .....	<b>2</b>
<b>ASPECTOS DE INTERÉS SOBRE LA SALUD (PÚBLICA) ORAL</b> .....	<b>4</b>
Claudio Yepes, Isabel Mauriz y José Manuel Martínez	
<b>DESPERTANDO SUEÑOS</b> .....	<b>14</b>
Mercedes López	
<b>ZARAGOZANOS SUPERVIVIENTES A TODAS LAS ENFERMEDADES. DE LAS PANDEMIAS DE PESTE A LA DE COVID-19</b> .....	<b>24</b>
Luis A. Arcarazo	
<b>LO ÚNICO IMPRESCINDIBLE PARA SER MARIE CURIE ES SER MUJER... LO DEMÁS LO APORTA EL CONOCIMIENTO</b> .....	<b>38</b>
Ana Isabel Elduque	
<b>ESCRITO EN LAS ROCAS</b> .....	<b>56</b>
Blanca Bauluz y Elisa Laita	
<b>2037. PARAÍSO NEURONAL</b> .....	<b>70</b>
Conversación con José María de Teresa.	
<b>NOTICIAS Y ACTIVIDADES</b> .....	<b>84</b>



**DESPERTAR A LA NORMALIDAD**

Hace un poco más de dos años comenzó uno de los episodios más inesperados y desgraciados que nos han ocurrido en los últimos años. Se extendió por el mundo una pandemia que nadie vio ni supo prever sus consecuencias. Millones de muertos en el mundo, una situación de parón social y todo ello sin reparar ni en fronteras, ni en situación económica ni en cualquier otra cuestión. La pandemia de la COVID-19 lo alteró todo y nos tememos que por mucho tiempo. Así que ahora nos toca despertar poco a poco de este mal sueño, de esta pesadilla y volver, en la medida de lo posible, a la normalidad, sea vieja o nueva, pero seguro que diferente.

En nuestra revista intentamos aportar nuestro grano de arena. Seguimos, así lo hemos hecho incluso durante los tiempos de mayor virulencia de la enfermedad, gracias a nuestro formato digital. Las nuevas tecnologías nos lo han permitido. Pero quien lo ha posibilitado han sido los autores de los artículos que hemos publicado en los números anteriores. Gracias a ellos, seguimos en el camino. Y, esta vez, no iba a ser diferente. Por esto, una vez más, nuestras palabras en este editorial están dedicadas a ellos.

Como venimos de una situación sanitaria extremadamente grave, hemos incluido dos artículos relacionados con el tema. En el primero Claudio Yepes, Isabel Mauriz y José Manuel Martínez nos hablan de la importancia de la prevención de la formación y el desarrollo de enfermedades bucodentales. ¡Qué diferentes hubieran sido las cosas si hubiéramos aplicado todas las recomendaciones de profilaxis que nos han recomendado los auténticos expertos! Ya es tarde para la COVID, pero no para nuestra salud bucal. En el segundo, otro profesional de la medicina, pero aficionado a otras muchas cosas, Luis Arcarazo, nos habla de las pandemias pasadas en nuestra ciudad, pero desde una óptica más que optimista, porque ninguna de ellas, a pesar de sus graves consecuencias sociales y demográficas, pudieron acabar con nuestro desarrollo humano. Buenas lecturas para aprender de los errores del pasado y saber qué hacer para un mejor futuro.

También encontraréis en este número tres artículos que, me atrevo a decir, tienen en común su relación directa con el tiempo. Por un lado, José M<sup>a</sup> de Teresa, en un formato diferente al artículo convencional, reflexiona sobre el futuro de la neurociencia hoy y lo que podemos esperar en el futuro próximo a la luz de los conocimientos

actuales. A raíz de la publicación de su novela "2037. Paraíso neuronal", hemos creído muy interesante indagar más con el autor sobre qué podemos esperar, tanto lo interesante como lo preocupante, sobre una ciencia nueva que incide de lleno en el comportamiento de las personas y la posibilidad de manipularlas. Otro artículo que nos lleva de lleno a pensar en el tiempo como algo consustancial de la vida es el artículo de Blanca Bauluz y Elisa Laita. Ellas, como profesionales de la Geología, saben "leer" en las rocas y quieren enseñarnos a los



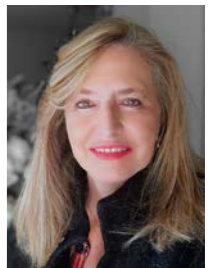
Ciruelo en flor.  
Fotografía por Ana I. Elduque

demás cómo lo hacen y qué se puede ver en esas líneas que, nunca mejor dicho, están escritas en piedra. La Ciencia es esto, saber escudriñar en la Naturaleza para entenderla mejor. También hemos incluido un artículo diferente, pero que se enmarca de lleno en esto que estamos llamando la relación tiempo y vida. Haciendo un pequeño repaso histórico a sus ya treinta y cinco años de vida, Mercedes López nos cuenta de dónde viene y a dónde va un certamen, el Premio Nacional Don Bosco organizado por el Colegio Nuestra Señora de El Pilar (Salesianos Zaragoza), que ha superado los límites de las paredes de un colegio zaragozano hasta lograr una dimensión internacional donde la Facultad de Ciencias participa como miembro del jurado desde hace muchas ediciones. Ver año tras año cómo jóvenes, al final de su adolescencia o en su primera juventud, se esfuerzan en poner en práctica ideas tremendamente novedosas llenas de satisfacción a cualquiera que asista a las presentaciones de los proyectos elegidos. Y ser considerados para formar parte del jurado debe hacer que todos los miembros de esta facultad nos sintamos orgullosos.

Finalmente hemos incluido un artículo sobre un análisis detallado de la situación de las mujeres, especialmente las jóvenes preuniversitarias, y las carreras STEM. Desde hace tiempo estamos asistiendo a numerosos debates sobre cómo incrementar el atractivo de estas titulaciones entre las mujeres, y no solo en términos cuantitativos. Aquí encontraréis nuestra opinión.

Paradójicamente, al final de estas líneas hemos llegado al principio. Porque lo importante es leer y reflexionar sobre lo que los autores nos cuentan. Y esperar que, de una vez por todas, la normalidad social se vuelva a instaurar entre nosotros y podamos decir sin miedo adiós pandemia, adiós. Hasta el próximo número.

Ana Isabel Elduque Palomo  
Directora de conCIENCIAS



**“Ahora nos toca despertar poco a poco de este mal sueño, de esta pesadilla y volver, en la medida de lo posible, a la normalidad, sea vieja o nueva, pero seguro que diferente”.**

A photograph of a dental clinic. In the foreground, a patient with blonde hair is seated in a white dental chair, viewed from behind. The chair has a black strap across the back. In the background, two dental staff members in white scrubs and masks are working at a desk with a computer monitor. The room is bright and clean.

# Aspectos de interés sobre la salud (pública) oral

“Prevenir la formación y el desarrollo de enfermedades bucodentales requiere establecer diferentes niveles de actuación.”

Claudio Yepes,  
Isabel Mauriz y  
José Manuel Martínez

## 60. Educación para la salud en Odontología Comunitaria



**H**oy en día existen múltiples programas sociales para la atención, prevención de la enfermedad y promoción de la salud. La población está cada vez más concienciada con su estado sanitario, en concreto en el ámbito bucodental. De hecho, “una mala salud bucodental puede tener profundas repercusiones en la salud general y en la calidad de vida” (Petersen y cols., 2005).

El personal sanitario directamente implicado debe ser además de técnico especialista en su campo de actuación- un profesional en la transmisión del conocimiento; dicho de otra manera, un educador para la salud.

Una parte sustancial del ámbito bucodental es la vigilancia microbiológica, de cara a controlar a largo plazo el desarrollo de la caries y la enfermedad periodontal.

La microbiota oral puede verse alterada por múltiples factores; las características de esta se interrelacionan con la situación inmunitaria del hospedador y de su dieta. De hecho, existe un continuo balance entre factores protectores y patológicos, de ahí que el análisis del ecosistema oral habitual frente al ataque de potenciales agentes bacterianos patógenos sea un factor clave para prevenir, controlar o erradicar enfermedades bucodentales en el futuro.

Es un tema muy interesante, puesto que una de las patologías más prevalentes a nivel global es la caries. Por este motivo llevan desarrollándose múltiples investigaciones con la meta de obtener una vacuna contra la misma desde hace ya varias décadas (Patel, 2019). Los ensayos arrojan resultados muy prometedores, en concreto al evaluar los antígenos asociados en la formación de la biopelícula de *Streptococcus mutans* (Chamorro-Jiménez y cols., 2013) y *S. sobrinus* (Smith, 2002), aunque también con otras bacterias no patógenas como *S. lactis* (Iwaki y cols., 1990), sin olvidar los coadyuvantes (Jiang y cols., 2017; Yang y cols., 2019).

### LA SALUD (PÚBLICA)

Cuando se trata el concepto general de salud es necesario ampliar la simple carencia de enfermedades. Las patologías alteran el normoestado de salud, pudiendo provocar trastornos en el cuerpo y/o en la mente.

La salud es responsabilidad de agentes tanto públicos como privados (servicios y agencias sanitarios, organizaciones estatutarias, etc.). Por ello huelga decir que la salud es “pública”, puesto que está destinada a “mejorar la salud, prolongar la vida y mejorar la calidad de vida de las poblaciones mediante la promoción de la salud, la prevención de la enfermedad y otras formas de intervención sanitaria” (Acheson, 1988).

### LA EDUCACIÓN PARA LA SALUD EN EL ÁMBITO BUCODENTAL

Se entiende como Educación para la Salud al cúmulo de “experiencias de aprendizaje diseñadas para predisponer, capacitar y reforzar adopciones voluntarias de comportamientos individuales o colectivos que conducen a la salud” (Green, 1992).

Las principales esferas de actuación de la Educación para la Salud son la escuela y el medio laboral, amén del evidente ámbito sanitario (Cardona y Franco, 2005). No en

“Las patologías alteran el normoestado de salud, pudiendo provocar trastornos en el cuerpo y/o en la mente.”

vano existen materias impartidas en Ciclos Formativos cuya temática es exactamente la Educación para la Salud Oral. Lo cierto es que la sintonía entre los agentes implicados (sanitario y paciente, o sanitario-educador y futuros pacientes) debe fomentarse desde la confianza mutua.

Dentro de la Educación para la Salud Oral tienen especial relevancia los Programas de Salud Bucodental, cuyo enfoque ha de ser integral. Este adjetivo calificativo es necesario remarcarlo, no solo es responsabilidad de los médicos, odontólogos, higienistas bucodentales y auxiliares de clínica, también de cualquier otro profesional sanitario que esté implicado directa o indirectamente en cada situación concreta. Es muy fácil recordar que diariamente se toman muestras en la clínica dental para ser remitidas a laboratorios externos con el objetivo de confirmar posibles diagnósticos, y esto lo hacen otros profesionales sanitarios. Tampoco es raro ver cómo existen implicaciones con otras ramas médicas y se derivan a pacientes hacia estas o hay una interconexión entre los especialistas. En consecuencia, para abordar con eficacia los aspectos correspondientes a diagnóstico, prevención y control de patologías hay que conformar “grupos multidisciplinares”.

En el terreno bucodental, aspectos como la edad, la educación, la motivación y el desarrollo cognitivo hay que tenerlos en cuenta de cara a generar una confianza con

el paciente. El clima que se genere durante la consulta puede suponer una ayuda para la resolución favorable del caso, y la mayor parte de responsabilidad recae sobre el profesional sanitario implicado. Asimismo, la coordinación entre los técnicos asociados hará que pueda desarrollarse con éxito todo el proceso.

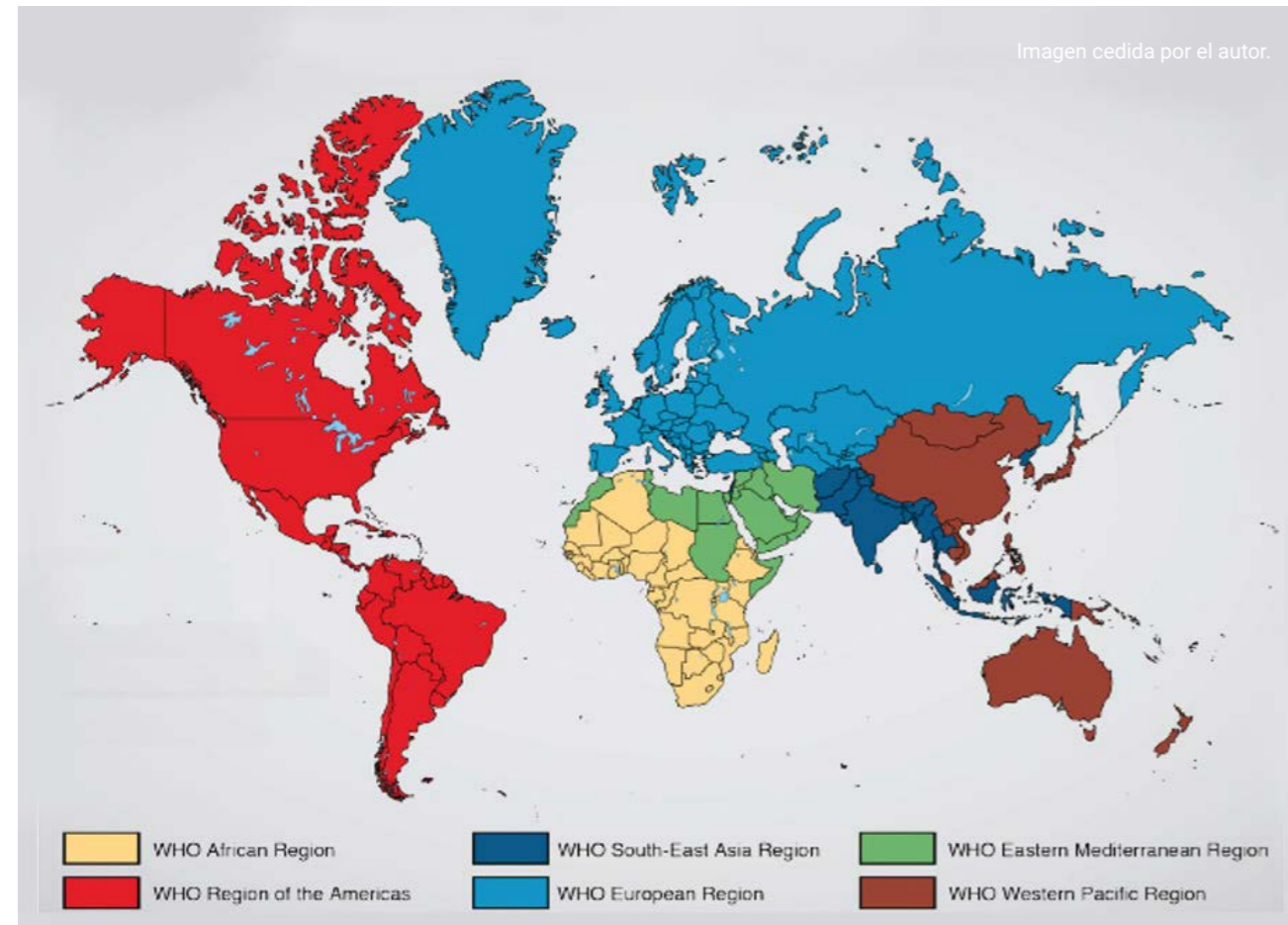
En la actualidad, el programa de Salud Oral de la OMS propone que las políticas sanitarias opten por: i) estrategias focalizadas en los grupos de alto riesgo; ii) promover estilos de vida saludables que reduzcan factores de riesgo derivados de causas ambientales, económicas, sociales y de comportamiento; iii) desarrollar sistemas sanitarios que mejoren equitativamente los resultados de salud bucodental; y, iv) integrar la salud oral dentro de los programas nacionales y comunitario como parte de las políticas de desarrollo social.

Existe un Observatorio Mundial de la Salud (GHO), portal de la OMS para valorar datos anuales en materia sanitaria. Tiene como objetivo proporcionar el acceso

a estadísticas nacionales y poder realizar análisis y estimaciones para monitorizar las políticas de control, prevención y promoción de la Salud.

Como las patologías orales son distintas dependiendo de los países, la OMS se planteó nuevos objetivos en materia de Salud Oral a partir del año 2020. Tales metas se han circunscrito a nivel de Regiones, dependiendo España de la Oficina Regional de la OMS para Europa. Se han establecido normas enmarcadas en el control del dolor, de los trastornos funcionales, de las enfermedades infecciosas, de las caries dentales y de los servicios y sistemas de información de la salud, entre otros (Bravo y cols., 2009; OMS, 2019).

**Regiones de la OMS.**



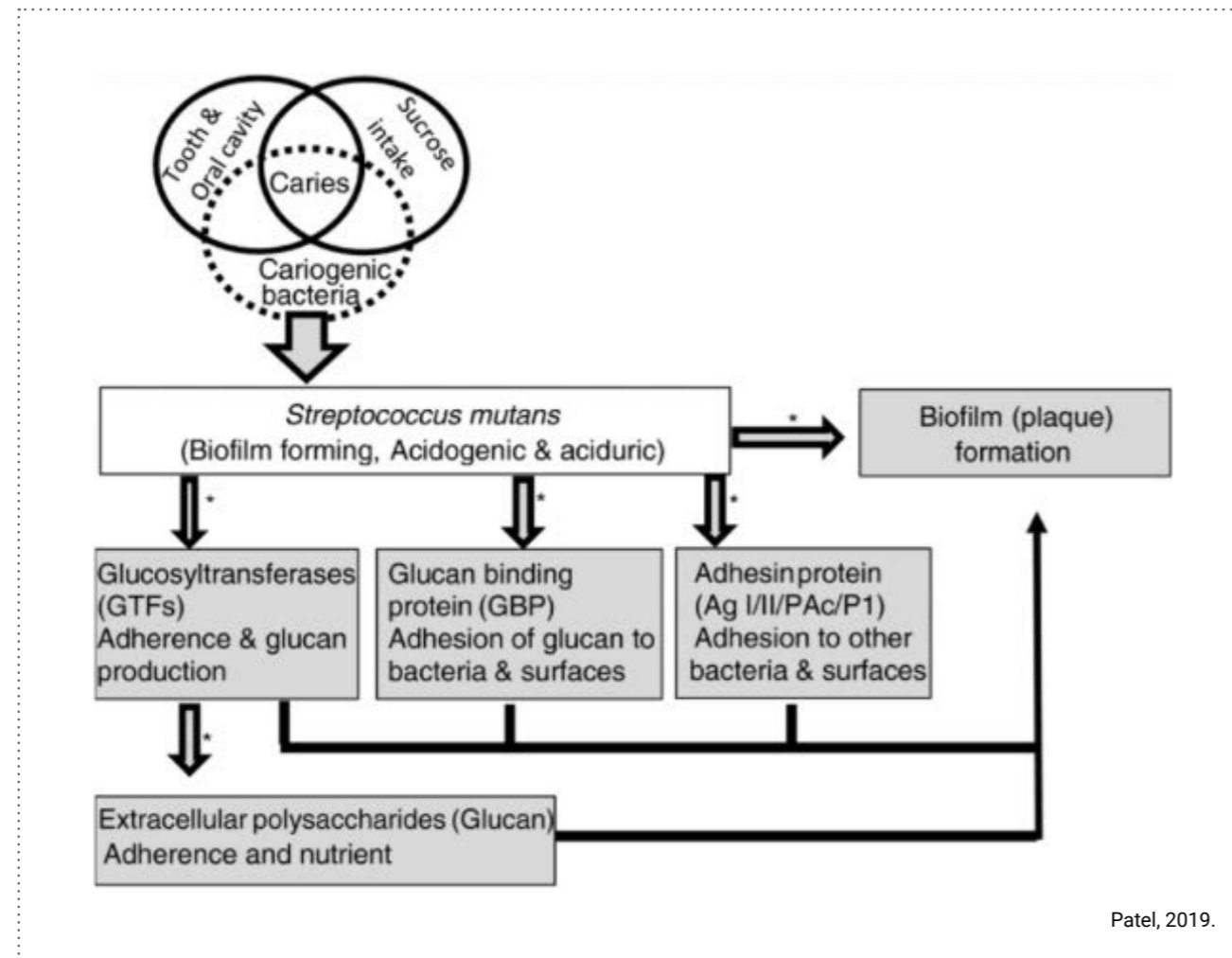
**LA CARIES: PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA**

Es bien sabido que, en la actualidad, no se le da especial importancia a esta patología en los países desarrollados debido a que suele estar bajo control. Por el contrario, esta situación es totalmente diferente en países en vías de desarrollo; igualmente, descuidados en su vigilancia en el "primer mundo" hacen que se incrementen sus casos de manera alarmante. De hecho, en 2004, la Dra. Catherine Le Galès-Camus, en calidad de subdirectora general de la OMS para enfermedades no transmisibles y salud mental, declaró que *"existe la idea de que la caries dental ha dejado de ser un problema en los países desarrollados, cuando en realidad afecta a entre el 60% y el 90% de la población escolar y a la gran mayoría de los adultos. La caries dental es también la enfermedad bucodental más frecuente en varios países asiáticos y latinoamericanos"*.

Queda claro que hay una prevalencia de caries diferente entre países (y entre determinadas áreas de estos), en especial por cuestiones derivadas de la adecuada presencia de flúor en las aguas de suministro. Pero también puede deberse a variaciones en el consumo de agua por motivos climatológicos, hábitos alimentarios incorrectos (consumo de azúcares alto), nula profilaxis, etc. Lo que se constata es que las concentraciones idóneas de fluoruros en el agua de consumo (entre 0,6 y 1,2 ppm) ayudan inevitablemente a desarrollar menos caries. No hay que olvidar la variación obligada en cuanto a las concentraciones de flúor según la edad del individuo, puesto que una elevada cantidad durante el desarrollo dentario es la principal causa de fluorosis.

Por otra parte, la presencia de caries puede acarrear otros problemas asociados en diferentes áreas corporales. Así, la infección crónica en las encías altera la glucemia, aumentando las posibles complicaciones en diabéticos; una salud oral deficiente puede relacionarse con endocarditis bacteriana (Ramos Perfecto y Brañez, 2016) o con artritis reumatoide (Chopra y cols., 2012). La caries no se comporta como una enfermedad clásica. Tiene un carácter multifactorial, ya que implica la interrelación del hospedador, de su dieta y de los microorganismos. El diagrama clásico de Keyes demuestra, en animales de experimentación, cómo la caries dental es una enfermedad infecciosa y transmisible (Keyes, 1960). En la actualidad, el modelo de Featherstone (2006) conforma la base científica de los protocolos CAMBRA (Caries Management by Risk Assessment) de manejo de caries, entendiéndola como un equilibrio o desequilibrio continuo entre factores protectores y patológicos.

En cuanto al hospedador, hay que considerar principalmente las estructuras orales (dientes, mucosas, etc.), la saliva (composición, cantidad producida), la flora bacteriana habitual, la genética y la situación inmunitaria. En su etiología también inciden diversos factores sociales, culturales y conductuales. Una disbiosis de la microbiota oral puede originar una acumulación de productos ácidos y proteolíticos, ocasionando desmineralización de la superficie del esmalte y digestión de la matriz orgánica. Las bacterias forman parte de la placa bacteriana, siendo elementos con potencial cariogénico siempre que tengan poder acidogénico, poder acidúrico



▲  
**Factores de virulencia de *Streptococcus mutans* y antígenos útiles para el desarrollo de una futura vacuna contra la caries.**

al verse alterada, puede verse favorecida negativamente si el sustrato (dieta) es apropiado para el agente patógeno, así como las condiciones de pH, temperatura, humedad, oxigenación y, por supuesto, tiempo.

**IMPORTANCIA DE LA MICROBIOLOGÍA EN EL ÁMBITO BUCODENTAL**

La microbiología dental se desarrolló paralela a la aparición de los primeros antibióticos. Los principales hábitats de la cavidad oral son dientes, mucosas, surco gingival, saliva y lengua. Se sabe que hay variaciones en cuanto a las cepas de bacterias según las zonas orales donde se ubica la lesión, sin olvidar la presencia de hongos (*Candida* spp. e *Histoplasma capsulatum*), parásitos (*Entamoeba gingivalis* y *Trichomonas tenax*), o virus (*Herpes simplex*, papilomavirus) (Prieto Prieto y Calvo, 2004).

La colonización bacteriana de la cavidad oral comienza inmediatamente en los individuos tras el parto, puesto que las condiciones de humedad, pH, temperatura, y aero- anaerobiosis son propicias. La microflora oral usa como fuente nutricional el sustrato proveniente de la dieta del hospedador, pero también se sirve de sus tejidos y secreciones, sin olvidar las colonizaciones secundarias con la consiguiente ingesta de subproductos de microorganismos aledaños.

La cavidad oral no es homogénea en el tipo de tejido ni en los espacios o recovecos, de ahí que la flora pueda variar si comparamos superficies dentales, interproximales, fosas y fisuras, etc. La identificación del género *Streptococcus* en los dientes, sobre todo en fosas y fisuras, al igual que a nivel de tejidos blandos, saliva y lengua, es muy característica. Igualmente ocurre con agentes como *Veillonella parvula* y *Neisseria* spp. En cambio, *Lactobacillus* spp. tiene un carácter más oportunista y suele aislarse únicamente de la superficie dentaria y de la lengua. También más circunscrito es el género *Actinomyces*, localizado en la placa bacteriana supra- y subgingival, así como en la lengua. Tampoco es raro encontrar complejos bacterianos constituidos por *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis* y *Tannerella forsythia* en células epiteliales de la cavidad oral (Sampaio y Monteiro, 2014). En la dentina, los cocos y bacilos Gram (+) anaerobios son muy característicos (*Propionibacterium* spp., *Bifidobacterium* spp., *Actinomyces* spp. y *Lactobacillus* spp.).

A nivel de saliva predominan los cocos Gram (+) y Gram (-) anaerobios facultativos y estrictos (*Veillonella* spp.) y los bacilos Gram (+) anaerobios facultativos (*Actinomyces* spp.) (Palmer, 2014).

En la mucosa oral tienen tropismo los cocos Gram (+) anaerobios facultativos (*S. viridans*); ocurre igual en la mucosa yugal y en el paladar duro. En cambio, en el paladar blando aparecen especies como *Haemophilus* spp., *Corynebacterium* spp. y *Neisseria* spp. Las áreas de transición con la piel -como los labios- pueden estar colonizadas por *Staphylococcus epidermidis* y especies de los géneros *Kocuria* y *Micrococcus* (Liébana, 2002).

En la lengua aparecen cocos Gram (+) anaerobios facultativos, destacando *S. salivarius*, *S. mitis* o *S. mucilaginosus*. También se aíslan cocos Gram (-) anaerobios estrictos (*Veillonella* spp.), bacilos Gram (+) anaerobios facultativos (*Actinomyces* spp.), y otras especies (*Lactobacillus* spp., *Neisseria* spp., *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas gingivalis* y *Haemophilus* spp.) (Liébana, 2002).

**BIBLIOGRAFÍA**

- Acheson, D. (1988): *Public Health in England: The Report of the Committee of Inquiry into the Future Development to the Public Health Function*. Her Majesty's Stationery Office, Londres.
- Bravo, M. y cols. (2009): "Basic oral health goals for Spain 2015/2020", en *Int. Dent. J.* 59, 78-82.
- Cardona, A. y Franco, A. (2005): "La Salud Pública como disciplina científica: Fundamento para los programas de formación académica", en *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 23: 107-114.
- Chamorro-Jiménez, A.L. y cols. (2013): "Effect of secretory IgA on the adherence of *Streptococcus mutans* on human teeth", en *Rev. CES Odont.* 26, 76-106.
- Chopra, M. y cols. (2012): "Salivary immunoglobulin A in rheumatoid arthritis (RA) with focus on dental caries: A cross-sectional study", en *Clin. Rheumatol.* 31, 247-250.
- Featherstone, J.D.B. (2006): "Caries prevention and reversal based on the caries balance", en *Pediatr. Dent.* 28, 128-132.



Finalmente, a nivel del surco gingival pueden encontrarse *Proteobacterias* (*Acinetobacter* spp. y *Moraxella* spp.) y especies del Phylum *Firmicutes*, en la mayoría de los casos en situación de simbiosis (Yamanaka y cols., 2012). En la bolsa periodontal también pueden encontrarse Arqueobacterias (*Methanobrevibacter oralis*, *Desulfovibrio* spp. y *Desulfobulbus* spp.) (Nguyen y cols., 2013).

**COLOFÓN**

Prevenir la formación y el desarrollo de enfermedades bucodentales requiere establecer diferentes niveles de actuación. Hay que proteger a los individuos mediante el uso de barreras (generales y específicas) que aislen al hospedador del agente etiológico. También es necesario limitar la progresión y los efectos patogénicos nada más que se hacen visibles. En consecuencia, se hace obligado conocer a la perfección la historia natural de la enfermedad, los posibles pacientes de riesgo, las

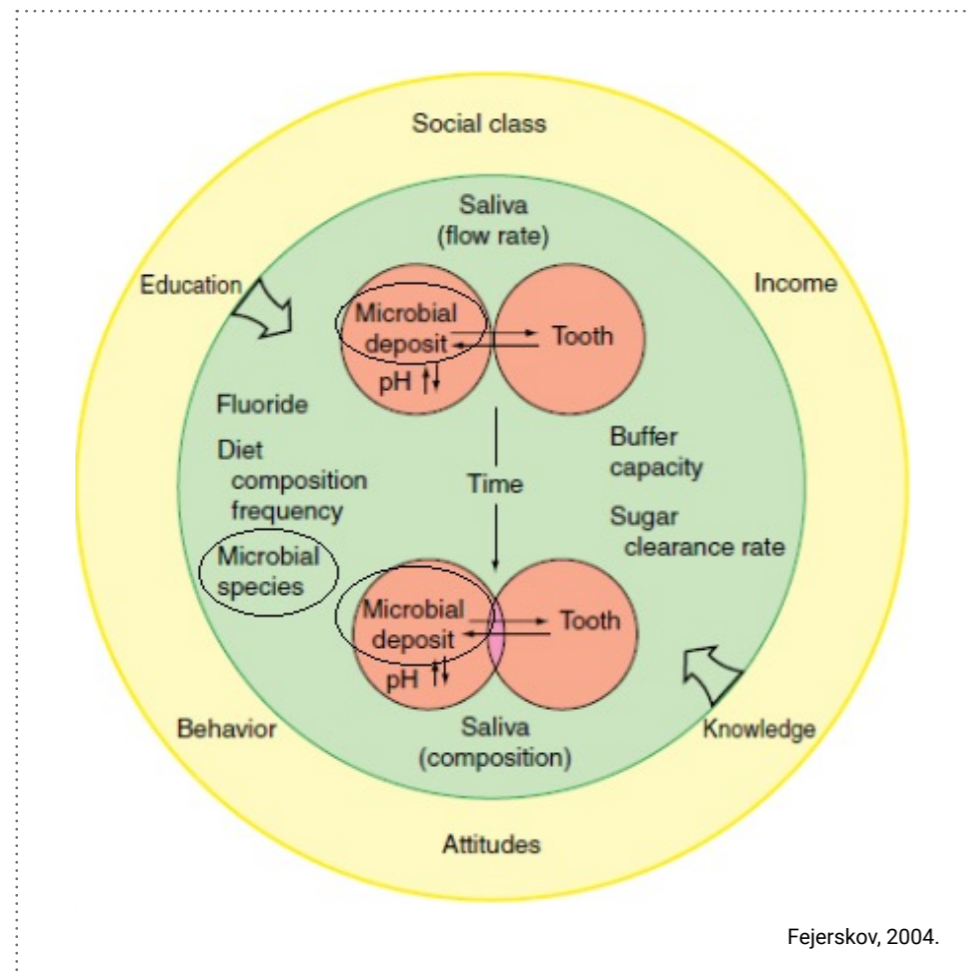
lesiones características, etc. La vuelta a la normalidad supone una intervención sobre las estructuras orales específicas con la idea de evitar involucrar otras estructuras adyacentes.

Claudio Yepes del Álamo  
Laboratorios Menarini

Isabel Mauriz Turrado  
Universidad de Oviedo

José Manuel Martínez Pérez  
I.E.S. "La Quintana" (Asturias)  
Universidad de León

- Fejerskov, O. (2004): "Changing paradigms in concept on dental caries: Consequences for oral health care", en *Caries Res.* 38, 182-191.
- Green, L.W. (1992): *Prevención y Educación Sanitaria en Salud Pública*. Ed. Interamericana, Madrid.
- Ver: [http://www.who.int/oral\\_health/](http://www.who.int/oral_health/)
- Iwaki, M. y cols. (1990): "Oral immunization with recombinant *Streptococcus lactis* carrying the *Streptococcus mutans* surface protein antigen gene", en *Infect. Immun.* 58, 2929-2934.
- Jiang, H. y cols. (2017): "Enhanced immune response to a dual-promoter anti-caries DNA vaccine orally delivered by attenuated *Salmonella typhimurium*", en *Immunobiology* 222, 730-737.
- Keyes, P.H. (1960): "The infectious and transmissible nature of experimental dental caries: Findings and implications", en *Arch. Oral Biol.* 1, 304-320.
- Kuriyama, T. y cols. (2000): "Bacteriologic features and antimicrobial susceptibility in isolates from orofacial odontogenic infections", en *Oral Surg. Oral Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol. Endod.* 90, 600-608.
- Liébana, J. (2002): *Microbiología Oral*. Editorial McGraw-Hill/Interamericana, Madrid.
- Nguyen, T. y cols. (2013): "Methanogenic archaea in subgingival sites: a review", en *Acta Pathol. Microbiol. Immunol. Scand.* 121, 467-477.
- Palmer, R.J. (2014): "Composition and development of oral bacterial communities", en *Periodontol.* 2000, 64, 20-39.
- Patel, M. (2019): "Dental caries vaccine: Are we there yet?", en *Lett. Appl. Microbiol.* doi: 10.1111/lam.13218.
- Petersen, P.E. y cols. (2005): "The global burden of oral diseases and risks to oral health", en *Bull. World Health Organ.* 83, 661-669.
- Prieto Prieto, J. y Calvo, A. (2004): "Bases microbiológicas en las infecciones bucales y sensibilidad en los antibióticos", en *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal* 9, S11-18.
- Ramos Perfecto, D. y Brañez, K. (2016): "*Streptococcus sanguinis* y *Actinomyces viscosus*. Bacterias pioneras en la formación del biofilm dental", en *KIRU* 13, 179-184.
- Sampaio, B. y Monteiro, S.F. (2014): "Acquisition and maturation of oral microbiome throughout childhood: An update", en *Dent. Res. J.* 11, 291-301.
- Smith, D.J. (2002): "Dental caries vaccines: Prospects and concerns", en *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 13, 335-349.
- Yamanaka, W. y cols. (2012): "Compositional stability of a salivary bacterial population against supragingival microbiota shift following periodontal therapy", en *PLoS One* 7, e42806.
- Yang, H. y cols. (2019): "Anti-caries vaccine based on clinical cold-adapted influenza vaccine: A promising alternative for scientific and public-health protection against dental caries", en *Med. Hypotheses* 126, 42-45.



Aerobic	No. of isolates	Anaerobic	No. of isolates
<i>Streptococcus viridans</i>	139	<i>Peptostreptococcus</i>	105
<i>Staphylococcus</i>	9	<i>Pigmented Prevotella</i>	93
<i>Corynebacterium</i>	9	<i>Fusobacterium</i>	90
<i>Campylobacter</i>	9	<i>Non-pigmented Prevotella</i>	56
<i>Neisseria</i>	8	<i>Gemella</i>	36
<i>Actinomyces</i>	7	<i>Porphyromonas</i>	35
<i>Lactobacillus</i>	6	<i>Bacteroides</i>	14
Others	13	Others	35
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>Total</b>	<b>464</b>

Kuriyama y cols., 2000.



# Despertando sueños



Participantes.

Fotografía cedida por la autora.

Mercedes López



▲  
Acto de entrega de premios 34ª edición

**F**ue un sueño hace 35 años y hoy es una realidad extraordinaria que ha superado fronteras de todo tipo.

Con gran admiración recorreremos brevemente la historia y el desarrollo del Premio Nacional Don Bosco a la investigación e innovación tecnológica.

Fue allá por el año 1987, una maravillosa iniciativa del salesiano Mario Rubio, que quiso crear un concurso que estimulase la creatividad de los jóvenes, promoviera su espíritu de superación, y propiciara el interés del mundo empresarial hacia los estudiantes de Formación Profesional. Y es que la Formación Profesional de los jóvenes estuvo siempre presente en el corazón de Don Bosco, resultado de su amor por la sociedad de su tiempo y, de manera especial, por todo lo que vivió junto a los jóvenes más desfavorecidos, que necesitaban una formación técnica y humana.

En sus comienzos, el concurso estaba dirigido a estudiantes de Formación Profesional del colegio Salesianos de Zaragoza. A partir de 1993 el Presidente de la DGA convocó su proyección regional. En 1998, alcanzó nivel nacional, participando alumnado de la mayor parte

de las autonomías de España. En la actualidad tiene ámbito internacional y abierta a alumnado de Bachillerato, FP y Universidad.

La 34ª edición fue especial al realizarse la exposición y defensa de proyectos totalmente ONLINE, a través de una plataforma telemática, por causa de la pandemia, superando con creces las expectativas y la excelente calidad de los proyectos participantes.

La 35ª edición ha cerrado el periodo de inscripción el pasado 1 de diciembre de 2021 con récord de proyectos presentados. En total, se han recibido 83 proyectos que concursan en las diferentes áreas y categorías, un 33% más de participación que en ediciones anteriores. Esta edición también viene de la mano de la "I Edición del Premio Don Bosco Junior" para estudiantes de Primaria y Secundaria de la ciudad de Zaragoza.

Hasta la pasada edición del Premio Nacional Don Bosco, han participado cerca de 2500 alumnos, 650 tutores, 500 colegios y cerca de 1200 proyectos.

Efectivamente, los proyectos presentados a lo largo de su historia y la calidad de los mismos dan fe de la notoriedad de la convocatoria y de la aceptación de esta propuesta eminentemente educativa que, con gran ilusión y trabajo, el personal del Colegio Salesiano organiza para seguir siendo un referente a nivel nacional.

**“La intensa convivencia durante un par de días entre jóvenes procedentes de diversas geografías y con distintos conocimientos es muy motivante.”**



Proyecto presentado en la 33ª edición.

Fotografías cedidas por la autora.

**VALORES A DESTACAR**

El Premio Nacional Don Bosco, promueve de forma integral el desarrollo de los valores más importantes y necesarios, reconociendo e impulsando las capacidades innovadoras y las iniciativas emprendedoras de los jóvenes para la incorporación de futuros profesionales a la sociedad y al mundo empresarial.

Aglutinan y conjugan en su interior saberes tecnológicos y de innovación, capacidad de esfuerzo, superación, constancia, compromiso, responsabilidad, habilidades sociales, excelencia, trabajo en equipo y creatividad al servicio de la calidad de vida y del progreso de la sociedad.

En definitiva, el alumnado y profesorado que participan presentando un proyecto experimentan situaciones enriquecedoras:

- Inicialmente la ilusión de pensar en un sueño o en una idea, la planificación de las actuaciones a realizar para poder llegar al final, la dedicación de largas jornadas de trabajo a su desarrollo, la superación de dificultades y el saber gestionar recursos (conocimientos que no se poseen, materiales que necesitan y no tienen a su disposición...).
- El trabajo en equipo compartiendo conocimientos, el sufrir la presión de plazos cuando se aproximan las fechas del Certamen, la frustración por los imprevistos cuando las cosas no salen bien, los ensayos para la preparación de la presentación del proyecto ante el jurado, el vivir la experiencia de defender un proyecto sabiendo transmitir y comunicar.
- La convivencia con otros compañeros en los días de la exposición y el orgullo de haber llegado al final y celebrarlo sea cual sea el resultado conseguido...



Entidad colaboradora en exposición 31ª edición

Fotografías cedidas por la autora.



Entidades colaboradoras en exposición 33ª edición

Fotografías cedidas por la autora.



**“El Premio Nacional Don Bosco promueve de forma integral el desarrollo de los valores más importantes y necesarios.”**

Todo esto enseña, enriquece, forma parte del desarrollo personal y constituye un sólido aprendizaje para el futuro profesional que les espera.

El enriquecimiento personal, humano, social y científico deja una huella imborrable en todos sus participantes.

**INTERNACIONALIZACIÓN Y EXTENSIÓN EN TODO EL TERRITORIO NACIONAL**

Al exponer en el Centro Salesiano de Zaragoza los proyectos presentados, además en sus instalaciones, en plataformas telemáticas, medios de comunicación y redes sociales, da a dichos proyectos una visibilidad muy amplia, lo que facilita que empresas e instituciones patrocinadoras del premio puedan interesarse por ellos.

Al optar a los premios alumnado de Formación Profesional, Bachillerato de centros públicos y privados de las Comunidades Autónomas de España, universitarios, así como los procedentes de la Unión Europea que cursen estudios equivalentes a los españoles, se puede considerar que los resultados son, en diversos aspectos, de nivel internacional.

La intensa convivencia durante un par de días entre jóvenes procedentes de diversas geografías y con distintos conocimientos, pero con iguales intereses, es muy motivante, enriquecedor y desarrolla redes de contactos que pueden dar lugar a futuras colaboraciones de éxito.

**APOYANDO EL PREMIO Y EL DESARROLLO EMPRESARIAL DE LOS PROYECTOS**

La innovación e investigación tecnológica y social que promueve el Premio Nacional Don Bosco no sería posible sin el apoyo de las empresas (patrocinadores, colaboradores, proveedores) que año tras año, con conciencia de responsabilidad social, hacen posible la organización del Certamen.

El Premio Don Bosco es uno de los semilleros de ideas más avalados por la experiencia.



Presentación proyectos ante los diferentes tribunales

Fotografías cedidas por la autora.

Algunas empresas descubren, en los proyectos que se presentan en cada edición, elementos imprescindibles para la optimización de sus recursos, complementos esenciales de sus productos, o una nueva línea de negocio por la que deciden apostar.

Otras empresas, contagiadas por la ilusión y el entusiasmo de las nuevas aptitudes, deciden colaborar para poner en práctica los proyectos de estos prometedores emprendedores.

#### ÁREAS QUE SE CONVOCAN Y PREMIOS OTORGADOS

La variedad y tipología de proyectos que concurren en el Premio Nacional Don Bosco viene enmarcada en dos áreas con diferentes categorías:

##### Área de Investigación

- Categoría Ciencias (Física, Química, Matemáticas, etc.).
- Categoría Ciencias Salud y Ciencias Sociales y Jurídicas (Medicina, Psicología, Humanidades, etc.).

##### Área de Innovación Tecnológica

- Categoría Tecnologías de la Información y la Comunicación (Telecomunicaciones, Tecnologías audiovisuales, TIC's, etc.).
- Categoría Tecnologías Industriales (Electrónica, Robótica, Mecatrónica, etc.).

“Algunas empresas, contagiadas por la ilusión y el entusiasmo de las nuevas aptitudes, deciden colaborar para poner en práctica los proyectos de estos prometedores emprendedores.”



Exposición proyectos por grupos participantes

Fotografías cedidas por la autora.

**Criterios de evaluación**

El Jurado efectúa el proceso de selección de los mismos de conformidad con los siguientes criterios de valoración, todos y cada uno de los cuales tendrá la misma ponderación, hasta un máximo de 100 puntos:

- Calidad y claridad en la exposición: Se valorará positivamente el grado de definición del proyecto, el contenido, la claridad expositiva, el uso adecuado del lenguaje y la redacción del mismo.
- Innovación y/u originalidad: Se valorará la originalidad, grado de novedad y adecuación del proyecto y la innovación técnica o tecnológica en el área de aplicación.
- Aplicación y viabilidad: Se valorará la viabilidad del proyecto en términos de rentabilidad social, económica y medioambiental y de la disponibilidad de recursos adecuados para su desarrollo y realización.

- Utilidad y finalidad: Se valorará el impacto científico-técnico esperable de los resultados del proyecto presentado, valorando su utilidad e impacto social y económico.

**Premios que se otorgan**

Se otorgan 4 primeros premios dotados económicamente con 1500€, además de 4 segundos premios de 750€. Todos ellos acompañados de galardón y diploma de la correspondiente edición.

Otros premios otorgados por entidades patrocinadoras:

- Premio del Ministerio de Defensa dotado con 1.200€, más galardón y diploma de la edición, al mejor proyecto de cualquiera de las áreas convocadas, presentado por alumnos de centros docentes no pertenecientes al Ministerio de Defensa, que tenga su aplicación o esté relacionado con la seguridad y defensa, independientemente de que haya obtenido o no otro premio.
- Premio Suministros Herco dotado con 500€, más galardón y diploma de la edición, al mejor proyecto de la categoría de Tecnologías Industriales, presentado por un equipo de estudiantes femeninas.
- Premio de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y el Instituto de Investigación de Ingeniería de Aragón, ambos centros de la Universidad de Zaragoza, dotado con 500€, más galardón y diploma de la edición, al mejor proyecto de Investigación en Ingeniería.
- Premio del Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra, dotado con 500€ más galardón y diploma de la edición, al mejor proyecto de la categoría de Ciencias relacionado con la disciplina de Química.
- Premio Fundación Carreras, dotado con 1000€, más galardón y diploma de la edición, al mejor proyecto de cualquiera de las áreas convocadas, relacionado con la innovación en el sector de la logística y el transporte.

“Se otorgan 4 primeros premios, todos ellos acompañados de galardón y diploma de la correspondiente edición.”

Premios de formación, no acumulables a los económicos, consistentes en asistencia a jornadas o formación en empresas y/o centros universitarios, al:

- Proyecto con mayor relevancia dentro del ámbito de la mecatrónica, categoría de Tecnologías Industriales, otorgado por la empresa FESTO.
- Mejor trabajo en Investigación Científica, categoría de Ciencias, otorgado por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza.

**RESUMEN**

El Premio Nacional Don Bosco a la investigación e innovación tecnológica ha sido pionero en formar a jóvenes que, en un futuro, con su trabajo, podrán cambiar y mejorar nuestras vidas. Alimentar su vocación, estimular su creatividad, generar conocimiento y acompañarlos en el camino es lo que viene haciendo desde hace 35 años el Colegio Salesianos de Zaragoza.

En el Premio Nacional Don Bosco, la Congregación Salesiana, renueva la visión de su fundador, Don Bosco, confirmando una vez más la confianza que tenemos y que siempre hemos de tener en los jóvenes.

Al mismo tiempo, se afianza la certeza de que, si les ofrecemos posibilidades, estimularemos su ilusión, y con el entusiasmo juvenil y los medios apropiados, seguiremos ofreciendo a la sociedad buenas personas y profesionales, buenos ciudadanos y ciudadanas, y jóvenes abiertos al sentido profundo de sus vidas.

Mercedes López  
Directora Colegio Salesianos de Zaragoza



Acceso al espacio virtual edición on line  
<https://zaragoza.salesianos.edu/premiodonbosco/xxxiva-edicion/>




Acceso a la página del Premio Don Bosco  
<https://zaragoza.salesianos.edu/premiodonbosco>



32ª Edición. Entrega del Premio de la Facultad de Ciencias.

Fotografías cedidas por la autora.





# Zaragozanos supervivientes a todas las enfermedades. De las pandemias de peste a la de Covid-19

“La epidemia arrasó Europa y en la Corona de Aragón causó la muerte de las tres cuartas partes de la población, modificando definitivamente el equilibrio de poder en beneficio de la Corona de Castilla.”

Luis A. Arcarazo



▲  
La peste se dirige  
hacia una población.  
Alfred Rethel.

Desde las pestes medievales hasta el momento actual diversas pandemias y enfermedades han asolado periódicamente a Zaragoza, produciendo descensos demográficos importantes y cambios culturales, a la vez que la medicina y la higiene iban avanzando, todo lo cual modificó la morfología urbana y los hábitos de las personas que sobrevivieron a tanta calamidad. El contagio en las enfermedades infectocontagiosas se produce de hombre a hombre o de los animales al hombre, aunque la mayoría de estas han disminuido en su incidencia y letalidad en el mundo civilizado, debido a mejoras en la higiene, en la nutrición y al descubrimiento de vacunas y antibióticos. Pero, en cambio, ha habido un aumento de las enfermedades de transmisión sexual, han aparecido otras nuevas, como la Legionella o el SIDA, mientras que las enfermedades exóticas se van acercando gracias a los viajes rápidos.

Para conocer los escalones que dan lugar a la transmisión de una enfermedad, hay que tener en consideración la denominada cadena epidemiológica, en la que hay un reservorio de gérmenes, una fuente de contagio, un mecanismo de transmisión y un huésped receptivo. La fuente de infección es un ser animado o inanimado, que pasa de un enfermo al sano o huésped. El hombre es la fuente de infección principal, pero el microorganismo tiene que salir del enfermo para contagiar al sano, que es lo que se conoce como vía de eliminación, que puede ser respiratoria, mediante gotas de Pflugge o aerosoles, que transmiten la gripe, la tuberculosis o la COVID; las heces, que transmiten la disentería o el cólera; la sangre, que puede contagiar directamente por la picadura de un mosquito en el paludismo o por una jeringa en la hepatitis o el SIDA; o las secreciones genitourinarias, que transmiten las enfermedades venéreas. Y, por último, hay que valorar la resistencia del germen al medio exterior, que suele ser escasa, porque la deshidratación y el sol lo eliminan. En todas las grandes pandemias se han dado tres factores principales, el hambre, que disminuye las defensas de las personas, la falta de higiene, que facilita el contagio, y el movimiento de ejércitos, que transportan las enfermedades de un lugar a otro.

#### LA PESTE

Es una enfermedad de los roedores y el reservorio principal es la rata negra. Las epidemias de peste más terribles fueron la de Justiniano en el siglo VI, la peste negra de 1348, las de 1630 a 1647 y de 1652 a 1655, y la epidemia de 1896 en Hong-Kong. Esta nueva enfermedad llegó a Europa en octubre de 1347 en barcos genoveses venidos de Caffa y se difundirá a los tres continentes medievales: Europa, Asia y África. Por otra parte, el siglo XIV estuvo marcado por la Guerra de los Cien Años entre Francia e Inglaterra, la pobreza y las hambrunas, que eran el sustrato idóneo para cualquier enfermedad. Se calcula que pudo morir la tercera o la cuarta parte de la población, desapareciendo unas 200.000 aldeas y pueblos. Pero a finales del siglo XVII la peste desapareció de Europa como epidemia, debido a mejoras en la alimentación, en la higiene y porque las hambrunas fueron más leves, además, la rata negra fue desplazada por la gris y aunque surgirá la peste puntualmente, ya no se difundirá como anteriormente.

La peste la produce la Enterobacteria Yersinia Pestis y presenta dos formas clínicas, la bubónica y la neumónica. La peste bubónica la transmite la pulga de la rata, la Xenopsylla Cheopis, que se contagia al picar a una rata

“Como la medicina no era científica y no había tratamiento, lo único útil era huir de los lugares infectados, con el consiguiente peligro de difundir la enfermedad.”

enferma y transmitirá la enfermedad al picar al hombre. El paciente presenta fiebre, escalofríos, náuseas, congestión conjuntival, marcha tambaleante y una linfadenitis importante, sobre todo en los ganglios del cuello, axilas o ingle, lo que denominaban bubones. La forma neumónica o pulmonar se puede contagiar por aspiración de las gotitas respiratorias de un enfermo, por el bacilo que va en el polvo o puede ser secundaria a la bubónica, cursa con neumonía, disnea y cianosis, por lo que fue denominada peste negra, y también se gangrenan los dedos de manos y pies. Como la medicina no era científica y no había tratamiento, lo único útil era huir de los lugares infectados, con el consiguiente peligro de difundir la enfermedad. Los médicos recomendaban el lavado de manos y la cremación de ropas y enseres infectados, pero desconocían la vía de contagio, pensaban que eran las “miasmas”, que estaban en el aire corrompido de basureros, estercoleros o cadáveres. Los

pacientes eran ingresados en lazaretos, pero como no se les quitaba su ropa parasitada, seguía transmitiendo la enfermedad a sus cuidadores. En aquel contexto, la muerte negra del siglo XIV solo se podía explicar por la ira divina frente a los pecados de los hombres, por lo que pagaron las minorías, pobres, judíos o brujas, y comenzó la devoción a San Roque, que se convirtió en el protector de pobres y enfermos.

### La peste negra en la Corona de Aragón

La epidemia arrasó Europa y en la Corona de Aragón causó la muerte de las tres cuartas partes de la población, modificando definitivamente el equilibrio de poder en beneficio de la Corona de Castilla. Posteriormente, se produjeron rebrotes en 1362, 1371, 1384 y 1396 cuyas secuelas afectaron a todo el tejido social y económico. Zaragoza sufrió varias oleadas de peste, especialmente duras fueron las de 1348 y de 1564, que fue una de las epidemias más mortíferas de la historia de la ciudad. En el siglo XVII destaca por su virulencia la peste de 1644 a 1649, provocada por el paso del Ejército Real a la Guerra de Cataluña, y en 1652 hubo otro brote proce-

dente de Valencia, en el que Aragón perdió la cuarta o la quinta parte de su población, afectando a Zaragoza de marzo a noviembre, y de los 29.000 vecinos que tenía la ciudad, murieron 7.000. La única medida efectiva fue aislar a los pacientes en edificios extramuros, como el molino nuevo y el convento de los Trinitarios descalzos, denominado Hospital de la Trinidad, pero ante el aumento de casos, hubo que habilitar también el convento de los Capuchinos, el molino de aceite del campo del toro y el molino de los Algorines. En aquellos hospitales de circunstancias los pacientes eran asistidos por médicos, cirujanos, frailes trinitarios y jesuitas; disponían de salas para hombres y mujeres, que se desinfectaban con vinagre y para evitar las miasmas se ventilaban o se quemaba en braseros pólvora y plantas aromáticas. El tratamiento era totalmente ineficaz, utilizándose los medios habituales, como vomitivos y purgantes, que empeoraban al paciente, mientras que los cirujanos escarificaban los bubones más dolorosos. Por su parte, los vecinos ponían bolitas de enebro o de ciprés dentro de una esponja con vinagre fuerte, que colocaban junto al corazón para protegerse de la "invasión del veneno". Mientras que el Consejo Municipal limpió las calles para



*fonscca incid.*

▲  
Escarificando una vacuna. Pedro Hernández. *Origen y descubrimiento de la Vaccina.*

evitar la infección del aire y encomendó a Carmelitas, Dominicos y Jesuitas que socorrieran con alimentos a los pobres para que no mendigaran. Finalmente, en diciembre desapareció bruscamente la epidemia, por lo que se organizaron procesiones a la Virgen del Pilar y a la del Portillo para dar gracias.

La peste remitió en Europa a finales del siglo XVII, pero la fiebre amarilla, el tifus o la tuberculosis tomaron el relevo. Mientras tanto la medicina fue avanzando, hasta que Edward Jenner descubrió la vacuna contra la viruela en 1798, lo que supuso el inicio de la medicina preventiva y la lucha eficaz contra las enfermedades infectocontagiosas. La Monarquía Hispánica colaboró activamente en la difusión de la vacuna con el viaje del médico militar Francisco Javier Balmis entre 1808 y 1810 a Sudamérica y las Filipinas para llevar la vacuna.

### El siglo XVIII

Una vez finalizada la Guerra de Sucesión en 1710, la Monarquía Hispánica disfrutó de casi un siglo de paz, favoreciendo la recuperación en todos los aspectos, aunque se vería ensombrecida por la fatal Guerra contra

“Se utilizaban los medios habituales, como vomitivos y purgantes, que empeoraban al paciente, mientras que los cirujanos escarificaban los bubones más dolorosos.”



Cerámica del Hospital de Ntra. Sra. de Gracia

◀  
Apestados siendo conducidos a una morbería.





◀ **Llegada de heridos al Hospital de Ntra. Sra. de Gracia.**

**“En 1808 comenzó la Guerra de la Independencia y a partir de 1833 se sucedieron tres guerras carlistas, que sumado a diferentes edemias lo hicieron totalmente desastroso.”**

la Convención francesa entre 1793 y 1795, que fue el prolegómeno de un nefasto siglo XIX, ya que en 1808 comenzó la Guerra de la Independencia, que arrasó la Península Ibérica y a partir de 1833 se sucedieron tres guerras carlistas, que sumado a diferentes edemias lo hicieron totalmente desastroso.

#### EL TIFUS EXANTEMÁTICO

Es una enfermedad habitual en todas las guerras y hambrunas hasta que se descubrió el DDT. Brota con el frío y en condiciones higiénicas deficientes. El germen causal es la Rickettsia Prowazeki, siendo el reservorio el hombre, pero el contagio lo produce el piojo de la ropa, Pediculus Humanus, que se infecta al picar a un enfermo y transmite la enfermedad bien al picar a uno sano o por sus heces secas, que se inhalan junto con el polvo. Presenta un cuadro con fiebre elevada, grave alteración

del estado general y en 48 horas brota un exantema, sobre todo en las palmas de las manos y las plantas de los pies, muriendo los enfermos por colapso tóxico. En Zaragoza la epidemia de tifus fue denominada “calenturas pútridas” o “tabardillo pintado” y comenzó en el otoño de 1808, antes del Segundo Sitio, pues en noviembre se detectó una epidemia de fiebres entre los militares venidos de Navarra y en muy poco tiempo la situación estuvo fuera de control, ya que en diciembre había ingresados en el Hospital de la Real Casa de la Misericordia más de 6.000 pacientes. El hacinamiento y la falta de aislamiento de los enfermos hicieron que el contagio adquiriera cifras inimaginables, afectando también a los civiles, que vivían hacinados en sótanos y subterráneos. La enfermedad obligó a rendir la ciudad el 21 de febrero de 1809, al quedarse sin defensores, pues la mayoría se hacían en más de 60 hospitales improvisados sin ninguna asistencia.

La epidemia se desencadenó por las malas condiciones higiénicas de la ciudad tras el primer ataque francés y el hacinamiento de unos 30.000 soldados en lugares no apropiados y sin ninguna higiene, favoreciendo que la epidemia se propagara de una forma descontrolada, aunque ni el Colegio de Médicos ni la Junta de Sanidad quisieron declararla, considerándola más como “un mal moral que enfermedad del cuerpo”. Para hacerse una idea de cómo evolucionó, hay constancia de que la fuerza en revista del 21 de diciembre de 1808 era de 44.000 defensores, pero el 1 de enero de 1809 se había reducido a 19.912 y el 19 de febrero solo quedaban 2.822 defensores útiles, mientras que se contabilizaban 13.737 hospitalizados entre enfermos y heridos. Los combates dentro de la ciudad eran de tal encarnizamiento que el mariscal Lannes, que dirigía el sitio, remitió al Emperador Napoleón una carta a primeros de febrero de 1809 que decía “El sitio de Zaragoza no se parece en nada a la guerra que nosotros hemos hecho hasta ahora. Pues aquí se precisa una gran prudencia y un gran rigor. Ya que estamos obligados a tomar con minas o al asalto todas las casas. Estos desgraciados se defienden con un encarnizamiento del que no se puede dar idea. En fin, Sire, esta es una guerra que da horror”. Se calcula que fallecieron unas 54.000 personas, entre militares y civiles, de los que unos 48.000 lo fueron por enfermedad y solo 6.000 en los combates. Los franceses concentraron a los pacientes en el convento de San Lázaro, donde fallecerían 8.000 más. La ciudad tardó en recuperarse unos cien años.

#### EL CÓLERA-MORBO-ASIÁTICO

Es una enfermedad procedente del delta del Ganges, que ha producido siete pandemias y millones de muertos. Las guerras coloniales facilitaron que en 1822 se propagara a Europa, aunque la 1ª pandemia no afectó a España hasta 1833, al desembarcar en Vigo varios soldados enfermos del buque London Marchant, coincidiendo con la muerte de Fernando VII y la Primera guerra carlista. La enfermedad dio lugar a teorías conspirativas, ya que sus síntomas eran similares a los del envenenamiento por estricnina, y mucha gente pensó que se trataba de algo diseñado por las autoridades o las élites y no un hecho natural. La 2ª pandemia se desarrolló entre 1854 y 1856, también en un momento de inestabilidad política y movimiento de tropas. La 3ª fue la de 1859 a 1860. La 5ª pandemia afectó a España con los brotes de 1865 y 1885 y la 7ª pandemia, que se inició en 1961 en las islas del Pacífico, llegó a España en 1971, con más de mil casos en Aragón, en la cuenca del río Jalón.

El agente causal es el Vibrio Cholerae o el Vibrio Eltor, produciendo un cuadro clínico brusco con diarreas profusas en agua de arroz y vómitos, que evoluciona a la deshidratación y al colapso circulatorio, aunque también puede cursar de forma leve o colerina. El contagio se debe al consumo de agua o alimentos contaminados. Cuando las heces de los enfermos contaminan el

▶ **Evacuación del Hospital Real y General de Ntra. Sra. de Gracia en 1808. Grabado de Gálvez y Brámbila.**

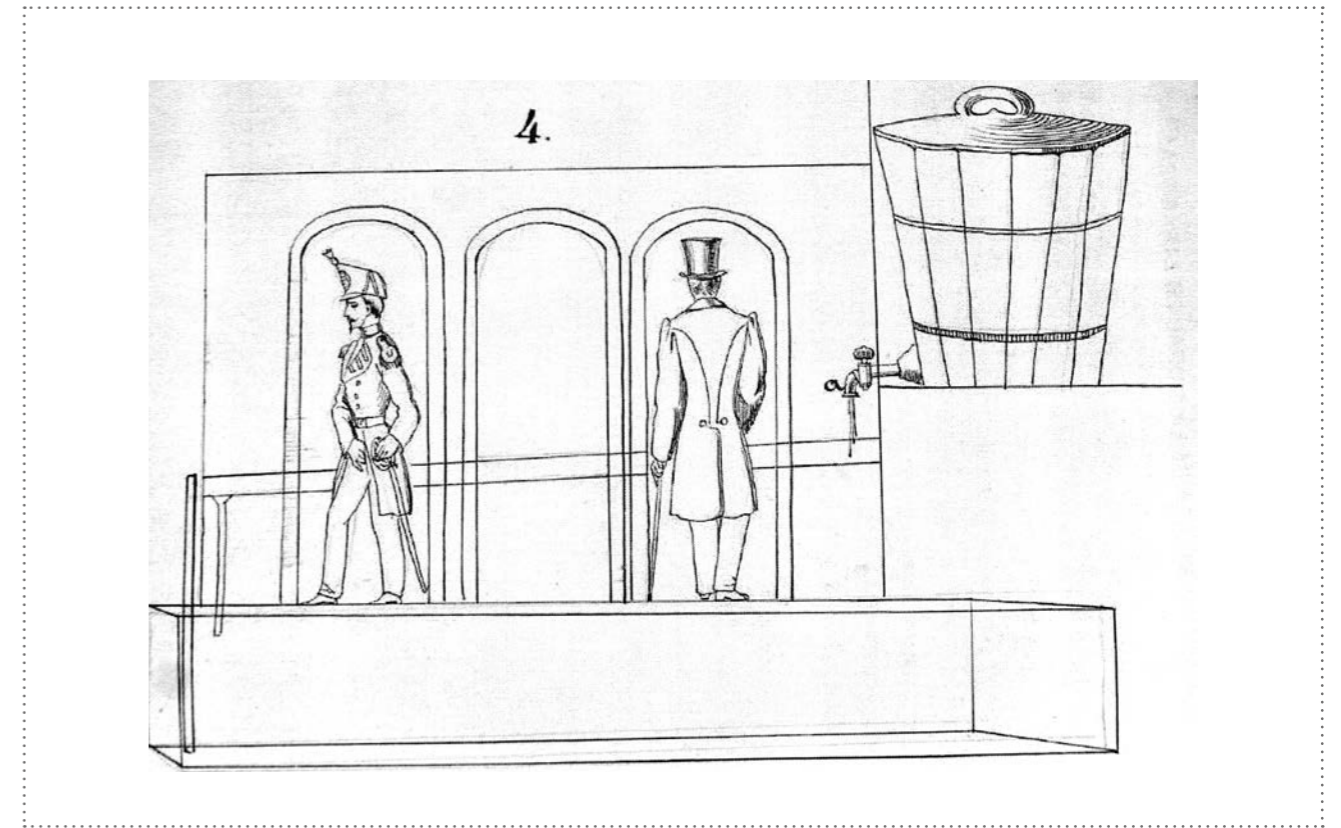


agua, al beberla, guisar o asearse se produce lo que se denomina "brote hídrico", que produce un gran número de casos en muy poco tiempo, mientras que el "brote alimentario" se debe a la contaminación de los alimentos por las moscas o bien ingiriendo mariscos crudos o mal cocidos. Hay otra forma denominada "endémica", cuando la situación es más prolongada en el tiempo. El tratamiento consiste en administrar líquidos con soluciones electrolíticas para evitar la deshidratación y actualmente la vacuna, que es de eficacia relativa. Aunque lo principal es la prevención, garantizando la pureza del agua de boca, lavar frutas y verduras en agua con lejía, controlar el alcantarillado, luchar contra las moscas con insecticidas y mosquiteras, y proteger los alimentos cocinados de las moscas. Los brotes de cólera se caracterizaron por crear gran alarma social e impacto psicológico, dada la evolución fulminante de muchos enfermos y por sus graves consecuencias económicas, pues los cordones sanitarios y el cierre de fronteras obstaculizan de forma importante el comercio, dando lugar al desabastecimiento de las zonas afectadas y aisladas por la epidemia.

### La sociedad española del siglo XIX

Había creado el substrato idóneo para que este tipo de epidemias se expandiesen con gran facilidad, ya que existían capas sociales desfavorecidas susceptibles de sufrir cualquier patología. Las ciudades tenían una falta de higiene general, sin redes de alcantarillado ni de agua potable, que procedía de pozos y ríos, muchas veces contaminados, la basura y el estiércol se acumulaban en calles y mercados, y Zaragoza tenía muchos de aquellos problemas, calles

**Cuartel de Convalecientes.**  
Al fondo la iglesia de Santiago y a la derecha el Hospital Provincial.



**Retrete público.**  
*La epidemia de cólera de 1854-1856 en la provincia de Zaragoza.*

mal pavimentadas, que se convertían en lodazales cuando llovía, mezclados con las excretas de las caballerías, sin alcantarillas eficaces y casi sin fuentes, por lo que el agua se tomaba de los ríos, problemas agravados por la emigración procedente del campo, que habitaban en casas con exceso de inquilinos, sin higiene y con animales domésticos. Los diferentes ayuntamientos intentaron defenderse del cólera adoptando medidas, la mayoría erráticas por desconocimiento, como la desecación de charcas y pantanos, o la mejora del empedrado de las calles para evitar los supuestos vapores contaminantes y las miasmas. A pesar de todo, la ciudad padeció varios brotes de cólera, el primero fue el de 1834, que se manifestó el 16 de agosto, enfermando 3.941 vecinos de los cuales murieron 1.258. El siguiente brote se declaró en el verano de 1854, aunque el momento álgido fue en el verano de 1855. Los médicos consiguieron que se suspendieran las fiestas del Pilar, a pesar de las amenazas de muerte que recibieron algunos concejales por parte de los comerciantes. Este brote se cebó especialmente en las ciudades, ya que Zaragoza contabilizó 2.412 enfermos, falleciendo 914 personas.

Como se desconocía el agente causal y el mecanismo de transmisión, los médicos recomendaban medidas de higiene personal, dietéticas, limpieza y ventilación

de las casas, lavado de ropa, tratamiento de sumideros y para desplazar las miasmas se quemaba azufre o hipoclorito de cal y también se utilizaba el vinagre como desinfectante. A los pacientes se les ingresó inicialmente en el Hospital de Ntra. Sra. de Gracia, pero se llenó rápidamente, de forma que se desalojó el cuartel de Convalecientes, que estaba enfrente, y el 1 de noviembre se transformó en el Hospital de coléricos de Ntra. Sra. del Pilar, acogiendo a todos los pacientes, mientras que los soldados fueron asistidos en el Hospital Militar de San Ildefonso. El tratamiento consistía en la administración de agua de arroz, jarabe de goma arábiga, agua caliente y alimentación ligera.



**Hospital Militar de San Ildefonso (arriba) y antiguo colegio de la Victoria (abajo).**

“En Zaragoza se crearon centros de socorro, como el de la Casa de la Infanta, la escuela de la Victoria o en el nº 17 de la calle Torre Nueva.”

El último brote de cólera fue el de 1885. Como el verano anterior había brotado en Marsella, la Junta de Sanidad de Zaragoza recomendó a los vecinos extremar la higiene de casas, cuartos de baño, retretes, pozos negros y blanquear las habitaciones. La higiene ciudadana había mejorado, generalizándose el alcantarillado y la potabilización del agua, además se crearon avenidas amplias y zonas verdes. Pero en este momento ya se sabía que el agente causal era el Vibrio Cholerae, descubierto por Robert Koch en 1883, así que se retiraron los estercoleros, se limpiaron las fuentes, se fumigaron las alcantarillas y se controló los mercados, fondas, cafés y restaurantes, aunque con poco éxito, ya que el 29 de junio se diagnosticó los primeros casos y el 21 de julio fue declarado el estado de epidemia, que se daría por terminado el 17 de septiembre. Al ayuntamiento le preocupaba las fiestas del Pilar, ya que los visitantes podrían traer el cólera y a la vuelta se lo llevarían a sus pueblos. Pero en la provincia había ayuntamientos y caciques que se resistían a adoptar las medidas higiénicas que proponían los médicos que, al estar sujetos a contratos municipales, poco podían hacer.

En Zaragoza se crearon centros de socorro, como el de la Casa de la Infanta, la escuela de la Victoria o en el nº 17 de la calle Torre Nueva, además, la Asociación de San Vicente de Paúl repartió raciones de carne y garbanzos entre los necesitados y el ayuntamiento imprimió una cartilla, informando de la necesidad de her-

vir el agua, usar filtros de carbón y echarle café, ron o aguardiente, y desde luego no ingerir frutas, legumbres y hortalizas frescas. Se formaron dos brigadas para desinfectar las calles y las casas de los enfermos con cloruro de cal y se crearon hospitales de circunstancias extramuros, en la calle de la Noria, en el Camino de la Torres y en la carretera de Navarra, atendidos por sanitarios e Hijas de la Caridad de San Vicente, mientras que los militares tuvieron que habilitar el cuartel de Hernán Cortés para el ingreso de coléricos, ya que el Hospital Militar estaba completo, al tiempo que en el Campo del Sepulcro se instaló un campamento con tiendas de campaña para los abundantes enfermos del cuartel de Ingenieros. El tratamiento consistió en los remedios tradicionales, aplicando ventosas, sanguijuelas y sangrías, administrando purgantes, antiespasmódicos, atropina, opio con cicuta y abundantes bebidas, que era lo único efectivo. La provincia de Zaragoza fue la más castigada de España con más de 50.000 casos y 13.500 muertos, mientras que la capital tuvo 11.603 contagiados, superando los 2.100 fallecidos. Se calcula que el cólera en cincuenta años produjo en la provincia de Zaragoza 35.408 muertos. En reconocimiento al esfuerzo ejemplar que realizó la ciudad de Zaragoza durante la epidemia de 1885, el 13 de junio de 1886 la Reina María Cristina le concedió el título de “Muy Benéfica” para ponerlo en el escudo, y la Cruz de Beneficencia de 1ª Clase.

#### LA GRIPE

La palabra procede del francés “Grippe” o del alemán “Gruppen”. Es una enfermedad que se conoce desde antiguo, la primera pandemia conocida de 1580 afectó a Europa, Asia y África, y desde finales del siglo XIX ha habido tres pandemias, 1889-1890, 1918-1919 y 1957. La pandemia de 1918 tuvo su origen en la base militar de Fort Riley, en Kansas, donde enfermaron algunos soldados, que esperaban su traslado a Europa y una vez en Francia, la confluencia de tropas norteamericanas, europeas y africanas proporcionó el medio para una epidemia de proporciones desconocidas, que se ocultó para mantener la moral de los ejércitos. Tras el armisticio, los combatientes regresaron a sus países, dispersando la enfermedad por todo el planeta, afectando a unos 500 millones de personas y causando la muerte de entre 50 y 100 millones. El germen causal es un Myxovirus con un grupo Influenzavirus tipos A y B y C de origen aviar, que se transmite vía aérea, al hablar, toser o estornudar, dando cuadros clínicos menores con fiebre, secreción nasal y mal estar general y puede complicarse con neumonía. Tiene un elevado poder de difusión.

Como España no intervino en la Gran Guerra, se benefició de la exportación a los países contendientes, pero la gripe arruinó aquellas ganancias, ya que causó unos 8 millones de afectados, de los cuales fallecieron 200.000. La Gripe de 1918 fue denominada Gripe Española o Gran Pandemia, porque fue el único país que la declaró. Y como Zaragoza seguía teniendo problemas higiénicos, con calles mal pavimentadas, agua corriente solo en los barrios céntricos, la mayoría de los vecinos la tomaban de las fuentes o de los ríos. Seguía habiendo un exceso de emigrantes hacinados en casas sin condiciones higiénicas y, aunque se dictaron bandos para evitar que la basura se tirara a la calle o que hubiera estercoleros dentro del casco urbano, la pandemia no tardó en llegar y afectar gravemente a la ciudad. El *Heraldo de Aragón* publicó constantes noticias, como la alarmante difusión de una epidemia traída desde Francia por temporeros, ferroviarios o guardias. La llegada el 25 de mayo de la epidemia a Zaragoza. Las malas condiciones higiénicas de la ciudad o que las autoridades eran incapaces de imponer medidas de limpieza a la población. También publicó cartas de los médicos, intentando tranquilizar a los vecinos y aconsejando medidas higiénicas, como ventilar bien las casas. El 31 de mayo ya había 3.999 afectados, por lo que se suspendieron las clases y ante la impotencia de los médicos por llevar a cabo medidas para controlar la epidemia, el 20 de septiembre se manifestaron 200 facultativos de la provincia, ya que la gente ignorante desoía sus consejos, sobre todo por falta de interés de los políticos, más "preocupados por su interés político que por la salud de las personas". El 12 de octubre se declaró oficialmente la pandemia en la provincia y se suspendieron las fiestas del Pilar, medida considerada exagerada por los vecinos, que siguieron acudiendo a cafés, cines, teatros o bailes, como si no pasara nada, ya que las autoridades no los cerraron, alegando que no querían deprimir el ánimo de los vecinos. El ayuntamiento creó un servicio de desinfección para ir a las casas con enfermos, pero el laboratorio municipal carecía de desinfectantes, como el Zotal, porque venían del extranjero y la guerra era un inconveniente. En junio remitió el brote, pero en septiembre se recrudeció, sobre todo, en los cuarteles, por lo que se suspendió el reclutamiento y en Zaragoza se montaron tiendas de campaña en los cuarteles para evitar el hacinamiento.

Para el aislamiento de los enfermos se utilizó el sanatorio que la Cruz Roja tenía cerca de la estación del Arrabal, en el Hospital Provincial se habilitó una sala con 60 camas y en las Clínicas de la Facultad de Medicina se dedicó la tercera planta para infectados. Se prohi-

bieron los velatorios y la conducción de los cadáveres debía de hacerse sin pasar por el centro. La 1ª oleada de gripe se produjo en la primavera de 1918, que afectó más a las ciudades, ya que en Zaragoza hubo pocos pacientes pero muchos muertos, mientras que en los pueblos hubo mucho afectado, pero menos muertos. En la 2ª oleada, que se declaró en otoño, en Zaragoza hubo 1.145 enfermos y 72 muertos, afectando especialmente a menores y a mujeres embarazadas. Pero en el medio rural la gripe fue devastadora, por carecer de infraestructuras sanitarias y, en muchos casos, de médico, por lo que la atención de los enfermos terminó en manos de los vecinos. En la provincia se contabilizaron 48.862 afectados y 1.170 muertos. Finalmente, el 14 de noviembre se dio por concluida la epidemia y, aunque en 1919 hubo algunos casos, en la primavera desapareció totalmente. Aquella pandemia produjo en Aragón unas 10.000 defunciones.

#### LA COVID-19

Después de cien años de tregua volvemos a estar inmersos en una pandemia mundial producida por un coronavirus, el SARS-Cov-2, específico del mundo animal, que ha causado hasta la fecha más de 5 millones de muertos, que en comparación con los que produjo

la pandemia de gripe de 1918-1919 es mucho menor, pero las repercusiones económicas y mediáticas están siendo catastróficas. Como el origen del virus estuvo en China, los países occidentales no pensaron que llegaría a ellos, por lo que cuando se declaró los cogió sin los recursos necesarios ya que la deslocalización de muchas empresas occidentales dio lugar al desabastecimiento, obligando a algunos países a adoptar medidas casi de "guerra", transformando empresas dedicadas a otra actividad a fabricar respiradores, mascarillas o equipos de protección individual (EPI), al tiempo que resurgía un voluntariado dedicado a apoyar a vecinos mayores, gente necesitada o los mismos rastreadores. La última variante del virus, la Ómicron, está siendo especialmente contagiosa y con un periodo de incubación más rápido, por lo que ha producido un número de pacientes incomparable, hasta el punto de que hay carencias de personal para prestar servicios indispensables, como sanidad, transportes, seguridad o abastecimiento de productos de primera necesidad, llevando a los gobiernos a situaciones críticas, a pesar de las vacunaciones masivas en occidente. En este momento la esperanza de los científicos radica en que en el año 2022 la pandemia se transforme en endemia, es decir, en una enfermedad que se mantenga constante en el tiempo y en equilibrio con la inmunidad de cada persona.

#### COLOFÓN

Como refiere Frank M. Snowden, los seres humanos nos hemos adaptado sutilmente al ambiente del planeta durante los últimos diez mil años, pero hemos pagado un alto precio. "Las enfermedades epidemiológicas sacan provecho al máximo de las oportunidades que las sociedades crean para ellas.../...Las pandemias atacan nuestras estructuras sociales en sus puntos más débiles", pero moldearon las sociedades y las economías, aceleraron los cambios sociales, aunque profundizaron el racismo y el nacionalismo. Fueron la fuerza impulsora detrás del nacimiento del Estado moderno, ya que requería que las comunidades se organizaran para formar autoridades civiles, que supervisaran la salud y la vigilancia. Y para finalizar, refiere que "La peste no impidió el Renacimiento, la viruela no acabó con la Ilustración, la gripe de 1918 no impidió la democracia liberal y el coronavirus no detendrá la innovación tecnológica, la globalización, las ganas de vivir y el deseo de abrir nuevas fronteras.


Luis A. Arcarazo García

Médico especialista en Medicina familiar y comunitaria

Doctor en Medicina

►  
**Clínicas de la  
 Facultad de Medicina.  
 Exposición en el  
 Paraninfo El Paraninfo  
 de Zaragoza, 125 años.  
 Las fotografías de los  
 hermanos Villuendas  
 Torres. Octubre de 2018  
 a febrero de 2019.**





Lo único  
imprescindible para  
ser Marie Curie es  
**ser mujer...**  
lo demás lo aporta  
el conocimiento

“¿Quién es capaz de convencer a una adolescente de que estudie resistencia de materiales en vez de subir vídeos a TikTok?”

Ana Isabel Elduque



hipertextual.com

▲  
Marie Curie (1867-1934).

**E**l debate sobre cómo aumentar, y si es conveniente hacerlo, el porcentaje de mujeres en los estudios de las carreras STEM (*Scientific, Technological, Engineering and Mathematics*) es complejo y no tiene ni una respuesta única ni mucho menos sencilla. En las siguientes líneas trataré de abordar el tema desde dos perspectivas.

¿Es necesario y conveniente fomentar la corrección del desequilibrio existente en el número de alumnas y de alumnos en las carreras STEM?

¿Qué puede causar que las mujeres, a pesar de su masiva incorporación a la educación superior, no las encuentren suficientemente atractivas para sí mismas?

### ¿DEBEMOS CORREGIR EL DESEQUILIBRIO?

Mucho se habla de la falta de equilibrio en el género de los alumnos de las denominadas carreras STEM y el resto comparándolo con las curvas demográficas. Las chicas parecen menos interesadas en estas titulaciones que en otras, por lo que, a pesar de ser mayoritarias frente a sus compañeros varones en el conjunto de la universidad, en estas áreas concretas son claramente minoritarias. En las carreras científicas hay grandes diferencias entre las titulaciones más cercanas a la química (Química, Bioquímica, Biotecnología y equivalentes) y las más cercanas a la física, la ingeniería o las matemáticas, pero sí podemos aceptar el hecho del desequilibrio como algo general.

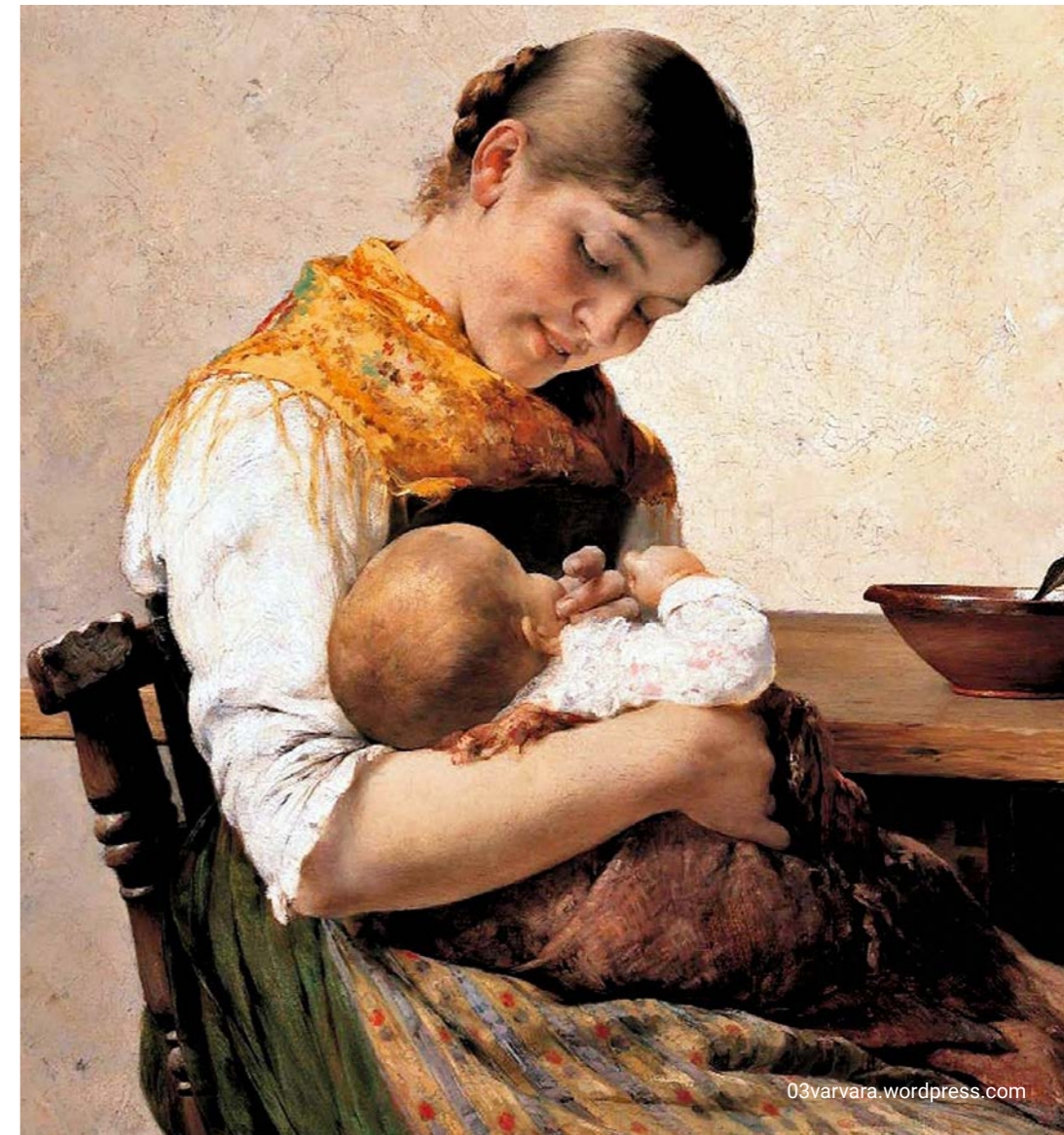
Lo primero sobre lo que quiero reflexionar es determinar si realmente es necesario cambiar la situación de que las adolescentes sientan menor atracción por la formación STEM.

No he encontrado una respuesta desde un punto de vista psicológico. Nada nos lleva a pensar que las mujeres científicas y tecnólogas sean más capaces de proponer y de crear invenciones mejores que los hombres, entendiéndose por mejores aquellas que más ayudan a la humanidad. Tampoco pienso que se produzca un aumento en la innovación porque haya más participación femenina. Pero la pregunta sigue en el aire y debo responderla.

Desde una óptica de igualdad social, feminista si alguien prefiere usar el término, llego a la conclusión de que sí hay que defender la idea de corregir el desequilibrio y hacer un esfuerzo por conseguirlo. A continuación, explicaré la argumentación.

Históricamente, la defensa de la inferioridad de la mujer se ha asociado a la asignación de roles diferentes entre nosotras y los varones. Como cada género estaba predestinado a tareas diferentes, el trato social y la implicación de cada uno en las labores colectivas debían ser

▶  
"Madre e hijo",  
Georgios Iakovidis  
(último cuarto del  
siglo XIX).



diferentes. El hombre debía recibir su formación para su trabajo extramuros del hogar, donde se enfrentaba al conjunto de la sociedad. Todas las tareas domésticas, intramuros, quedaban asignadas a la esposa-madre-hija, es decir, a la mujer. Por tanto, la formación que cada uno debía recibir debía ser, sin ninguna duda, diferente.

Con el tiempo, esta discriminación necesitaba ser explicada mejor, ya que un mero cambio en los papeles hubiera llevado a la conclusión de que sí, que sí era adecuado asignar una formación diferente a aquel que se quedaba en el hogar frente al que trabajaba fuera, pero esto no significaba que el trabajo del hogar fuera para la mujer y fuera de él para el hombre. La Primera Guerra Mundial puso de manifiesto que las mujeres podían ocupar perfectamente puestos de trabajo en las fábricas que habían estado reservados a los hombres. Estos estaban en las líneas de trincheras y ellas en las líneas de montaje. Ningún género estaba en el sitio que la sociedad ordenada de principios del siglo XX exigía. El fin del conflicto demostró que, al menos en los países más avanzados, las mujeres ya no estaban dispuestas a resignarse y volver intramuros. Sufragistas y luchadoras por la igualdad femenina ya no pudieron ser silenciadas

en sus protestas. Por tanto, los defensores de la sociedad tradicionalista segregada entre hombres y mujeres necesitaban argumentos nuevos.

Como ya hacía varios siglos que se nos reconoció que teníamos alma, que las mujeres éramos seres humanos completos, la argumentación se centró en que nuestras aptitudes innatas eran diferentes. La maternidad, hecho diferencial entre hombres y mujeres como en todos los animales sexuados, y el dimorfismo sexual, por el que los hombres suelen tener un tamaño corporal mayor que el de las mujeres, como en la mayoría de los mamíferos superiores, son hechos inapelables de que no somos iguales. Como esgrimen los defensores de la desigualdad, la Naturaleza, en su enorme sabiduría, nos ha hecho diferentes. Pero este hecho diferencial natural, que nadie niega, no implica que nuestras capacidades intelectuales sean diferentes. El bipedismo del homo sapiens supone unas terribles dificultades para el parto vaginal. Esto ha provocado que seamos una de las especies que más prematuramente deba nacer, lo que supone un mayor riesgo y obliga a una mayor dedicación para el cuidado de madres y, sobre todo, de hijos. Conclusión lógica de lo anterior: las mujeres somos



Imágenes de mujeres trabajando en la industria a principios del siglo XX.

“La Primera Guerra Mundial puso de manifiesto que las mujeres podían ocupar perfectamente puestos de trabajo en las fábricas que habían estado reservados a los hombres.”

más incapaces de relacionarnos con nuestros semejantes y debemos quedarnos en casa porque necesitamos algunos días para recuperarnos de los partos.

Esto suena a caricatura, pero todas hemos escuchado a hombres decir que, en un momento dado, se despierta en nosotras el sentimiento maternal innato y que estamos dispuestas a dejarlo todo por convertirnos en madres. Además de la maternidad, las mujeres tenemos un ciclo menstrual durante toda nuestra edad fértil. También es frecuente oír que ellos se dan perfecta cuenta de la situación, dada nuestra mayor sensibilidad e irritabilidad. Estos hechos puramente biológicos han permitido extender la creencia entre muchos varones de que el absentismo laboral femenino es mucho mayor, lo cual está demostrado que es absolutamente falso. Finalmente, también se nos asigna un mayor sentido estético, pero no en que tendamos a buscar la belleza en las acciones y los comportamientos, sino en que nos dedicamos a redecorar nuestros entornos laborales inmediatamente, colocando cortinas y alfombras, macetas en el alféizar de las ventanas y otros adornos típicos de nuestra condición femenina. Los que así opinan, nunca nos considerarán capaces de planificar el trabajo y dirigir tareas complejas.

Hoy en día la discriminación sigue justificándose por medio de afirmaciones del estilo de que nuestras capacidades son diferentes y nuestra formación y dedicación debe atenerse a lo que la Naturaleza nos ha otorgado a cada uno. Aunque entraré en más detalle más adelante, quiero afirmar aquí que, según esta forma discriminatoria de pensar, se produce inexorablemente la circunstancia de que los puestos con mayor poder y remuneración siempre exigen competencias que caen en el lado masculino, nunca en el femenino.

Parir con dolor no nos hace menos capaces que un hombre para comprender la complejidad de una situación. Por tanto, si queremos desterrar definitivamente la idea de que no tenemos las mismas capacidades, sí hay que dar un paso al frente y romper todas las situaciones donde se dan diferencias. Una sociedad moralmente responsable no debe soportar ninguna situación de desigualdad.

Al igual que las sufragistas de 1918 reclamaron sus derechos y que no era necesario que los hombres se mataran entre sí para que una mujer ocupara un puesto de trabajo, al igual que en los años sesenta del siglo XX las mujeres del mundo libre tuvieron que exigir,



unsplash

hasta lograrlo, que sus cuerpos eran suyos, lo mismo tenemos que seguir haciendo ahora. Tenemos que decir que las científicas, las ingenieras, las tecnólogas y las matemáticas no deben ser formaciones vergonzantes para las chicas que las condene a una posición laboral tradicionalmente ocupada por hombres y que les va a exigir copiar su comportamiento. Los roles y estereotipos solo sirven para justificar la discriminación, sea por sexo o por otras muchas causas y los ciudadanos de una sociedad democrática no podemos permitirlo.

#### CAUSA DEL DESEQUILIBRIO

A lo largo del siglo XX, las mujeres nos hemos ido incorporando a la formación universitaria en la mayoría de los países industrializados, allí donde no hay condicionantes de orden religioso que restringen, e incluso impiden, nuestro acceso a la educación superior.

**“La maternidad y el dimorfismo sexual no implican menor capacidad para acometer los mismos retos.”**

Evidentemente, la incorporación no se ha producido al mismo ritmo en todas las formaciones. Las áreas sociales y humanísticas han sido las pioneras, seguidas por las que, hasta hace poco, eran consideradas auxiliares en las áreas biomédicas. Seguimos diciendo que la enfermera o la parvulista hizo esto o aquello. Pero hay que reconocer que en la formación STEM sigue habiendo una diferencia clara y, en casi todos los países, no solo en España donde podríamos recurrir a nuestro retraso social histórico o a una mayor influencia de la Iglesia Católica en la conformación de nuestras costumbres y hábitos sociales. Países con un retraso menor, digamos del área centroeuropea, y sin la Iglesia tan involucrada en tareas educativas, muestran datos análogos y perfectamente comparables. Las causas, por tanto, debemos buscarlas en otro sitio.

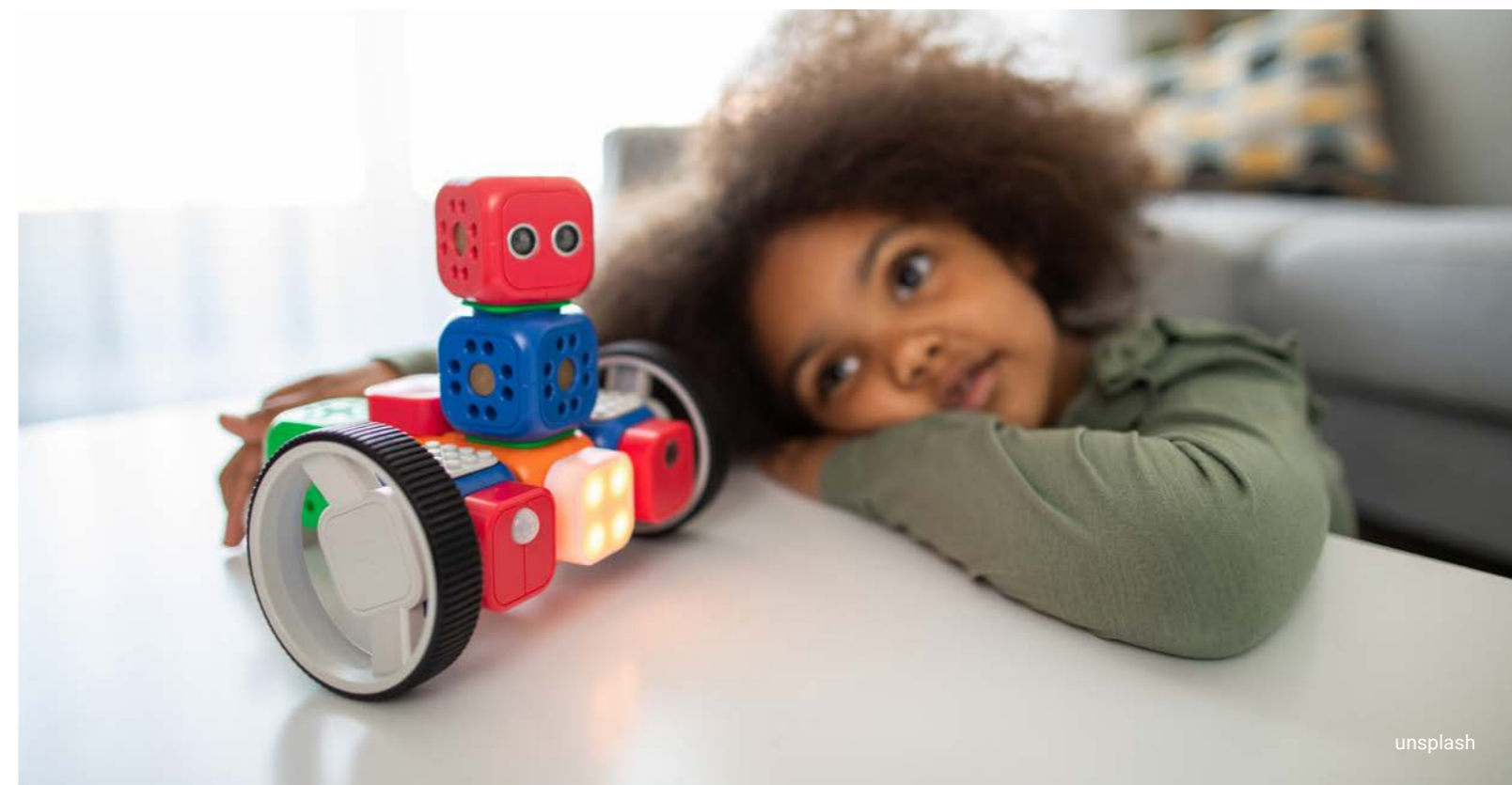
Al primero que creo que debemos dirigir nuestro estudio es a aquel que me ha llevado a pensar que sí estoy obligada a pensar en cómo se puede ayudar para eliminar la brecha entre alumnas y alumnos en las carreras STEM. Y este argumento no es otro que hay demasiadas personas que consideran que nuestra aptitud, entendida como capacidad, y nuestra actitud, entendida como nuestra disposición al esfuerzo requerido, son diferentes a las de los hombres. Concluyen que, si una mujer no es ni apta ni actúa conforme a lo que se exige de un ingeniero, ¿cómo va a convertirse en una buena

ingeniera? Para lograrlo se le exigiría un esfuerzo ímprobo que redundaría en que otras muchas de sus facetas femeninas, como la maternidad, se verían resentidas. Al final, la sociedad tendría una ingeniera mediocre y una mala madre. Es obvio que no merece la pena fomentar que las chicas se dediquen a la tecnología, piensan.

Hay que luchar contra esta argumentación. Para poderlo hacer debemos tener en cuenta factores intrínsecos que tienen las actividades relacionadas con el mundo STEM, como son:

- Las áreas de conocimiento STEM son cada vez más complejas, en el sentido de que requieren un conocimiento más multidisciplinar en la resolución de problemas.
- La misma complejidad anterior precisa que el trabajo colectivo, frente al individual, sea imprescindible para llegar a alguna conclusión o propuesta interesante.
- Las áreas STEM suelen desarrollarse en muchos ambientes. Aunque la formación, como el resto, se lleve a cabo en un determinado centro, el desarrollo profesional es muy probable que requiera un alto grado de movilidad personal.

Y otros de carácter sociológico que influyen notablemente el posible desarrollo de las personas:



unsplash





otras, que ya no debe haber puestos de trabajo que requieran de un esfuerzo físico extraordinario que solo un varón puede desempeñar, pues la colocación que exija esto debe desaparecer por peligrosa.

#### LA VALORACIÓN PROFESIONAL DE LAS CARRERAS STEM

Hasta ahora me he circunscrito a las barreras de entrada que existen para la incorporación de las mujeres al mundo STEM. Voy a dedicar las siguientes líneas a su aceptación social y a su capacidad para el desarrollo profesional.

Las carreras STEM han estado casi siempre relacionadas con el mundo masculino, sobre todo en su parte más tecnológica. La imagen del tecnólogo, del ingeniero o del científico más aplicado están asociadas casi indefectiblemente con efigies de varones. Desde la antigüedad, solo el hombre ha estado dedicado a las cosas prácticas. La máquina era territorio exclusivo suyo. La entrada de alguna mujer en este mundo se ha considerado una extrañeza. Si se hace la búsqueda de ingenieras históricas, nos encontramos con nombres como Sarah Matter (inventó el periscopio), Ada Lovelace (propuso algoritmos para máquinas calculadoras), Barbara Crawford Johnson (participó en el programa de la NASA para los viajes a la luna) y otras muchas que son perfectas desconocidas. Las mujeres tecnólogas simplemente no han estado bien vistas y su reconocimiento social es mínimo.

Con este antecedente, ¿cómo vamos a conseguir que una familia promueva a sus hijas hacia el mundo STEM si este no está valorado?

El sistema educativo debe ofrecer a los alumnos las herramientas que precisan para que puedan desarrollar su vida, personal y laboral. Nadie puede olvidarse de su entorno. Es muy frecuente que los padres transmitan a sus hijos sus querencias formativas, aunque muchas veces no sean más que filias y fobias hacia unas determinadas áreas de conocimiento. Por tanto, el impulso formativo de padres no familiarizados con áreas STEM hacia sus hijos va a ser siempre tendente a no fomentar estas carreras entre las adolescentes. No es posible pensar que alguien promueva lo que no conoce o no considere que es lo mejor para sus hijos.

Junto a la falta de apoyo familiar en considerar la formación STEM como una posibilidad para sus hijas, los

- La mujer que se incorpore al mundo STEM, especialmente fuera del entorno académico, se va a encontrar en clara minoría en la generalidad de los casos, lo cual puede hacer que se sienta menos segura en un ambiente marcadamente masculino. La mujer, al menos al inicio de su carrera profesional, va a requerir fuertes dosis de estabilidad emocional, pues va, con toda seguridad, a enfrentarse a situaciones complicadas, al menos hasta que alcance la autoridad necesaria en su grupo.
- Este mismo hecho tiene su efecto entre los hombres. Los que no creen en la igualdad, se sentirán incómodos por la presencia femenina, por lo que su nivel de colaboración se verá afectado. Este hecho puede llevar a algunos a rechazar el cooperar y compartir con la compañera femenina.

Este último punto llega al paroxismo cuando son los empleadores los que opinan que determinados puestos no pueden ser ocupados por una mujer. Es muy frecuente que se oiga en ambientes de trabajo tradicionales que, para mandar sobre los operarios, las mujeres no valen. Dicho así, sin ninguna prueba ni

contraste, y sin que nadie contradiga al que ha emitido este juicio de valor, es lógico que cualquier mujer que lo oiga esté incomoda y opte por buscar una posición de mayor confort. Un efecto perverso de esto mismo es la repetición de esta idea que hacen muchos varones en su práctica laboral diaria, sin que ninguna experiencia personal les haya hecho llegar a esta conclusión. La situación discriminatoria se retroalimenta.

Por tanto, ante la diferencia de roles que se nos asignan a mujeres y a hombres y que suponen un lastre para el desarrollo de las carreras STEM entre mujeres, solo podemos decir que es imprescindible no cejar en el empeño y solicitar a nuestros compañeros hombres que sean testigos y portavoces de la falacia de la existencia de diferentes capacidades. La Ley ya está de nuestra parte, pues nadie puede exigir un determinado género para cubrir un determinado empleo, pero, con demasiada frecuencia, compañeros nuestros son los que hacen elecciones sesgadas y discriminatorias.

Sigamos diciendo, cada vez más alto, que no, que no hay roles femeninos y masculinos, que no hay mayores capacidades intelectuales en unos y habilidades en

“Sigamos diciendo, cada vez más alto, que no, que no hay roles femeninos y masculino.”

vástagos también aprenden por imitación. Pocas familias tienen entre sus elementos una mujer que se ha desarrollado en el mundo STEM. Por tanto, no hay ejemplos que imitar entre las niñas de hoy.

Ni los padres forman en ese camino, ni los hijos ven ejemplos sociales que emular. La siguiente herramienta de apoyo es, por tanto, el sector educativo, y la pregunta que surge es clara: ¿debe la escuela suplir estas carencias?

En temas formativos, asignar a la escuela aquello que las familias no llevan a cabo es terreno muy arriesgado. Hay cuestiones fundamentales que la escuela puede estructurar mejor, facilitando su comprensión. Existen valores sociales que se deben poner en práctica y las aulas son magníficos laboratorios donde hacerlo. La integración social de diversos colectivos y la superación de cualquier discriminación se deben hacer en las clases. Desde esta óptica, es decir, entendiendo que la incorporación de las mujeres a todos los aspectos de la vida es un valor que requiere la participación de todos, está claro que la escuela debe involucrarse y comprometerse al máximo para alcanzar el objetivo.

### EL PAPEL DE LA SOCIEDAD

Debo comenzar este punto diciendo que el voluntarismo no es garantía de éxito. Muchas y muchos podemos poner en práctica numerosas acciones encaminadas hacia este fin, pero precisamos apoyos claros que deben venir de varios frentes.

El primero debe tener su origen en las autoridades educativas.

He explicado anteriormente mi convencimiento de que la necesidad de aumentar la participación de las mujeres en el mundo STEM viene fundamentalmente del hecho de que el desequilibrio de género se sostiene por la creencia de que hay roles femeninos y masculinos.

Debemos, por tanto, reclamar a todas las autoridades educativas que impidan al máximo la existencia de centros formativos segregados y que, como mínimo, no dediquen ni un solo recurso público, sea económico o de otra naturaleza, mientras la segregación por sexos sea una seña de identidad de esa institución. Ningún



sistema que impide que niños y niñas compartan pupitre puede formar en igualdad entre hombres y mujeres. Es imposible que se ofrezca la misma imagen de la sociedad, en términos de posibilidades de desarrollo personal, si el entorno inmediato ya es diferente para hombres que para mujeres.

Todo intento de negar este hecho es solo una justificación, pues los que lo practican tampoco se atreven a decir que están convencidos de la desigualdad, que en el caso de los géneros es el reconocimiento tácito de la inferioridad que nos asignan a las mujeres. Por tanto, repito la idea: la administración pública no puede ayudar ni apoyar a ninguna institución educativa que promueva o permita la segregación por género en sus aulas.

Los padres, que aparentemente tienen la libertad de elección de la educación de sus hijos, deben ser conscientes de que determinadas opciones tienen efectos muy serios sobre sus hijos. El primer ejemplo es lo comentado con anterioridad. Los progenitores tienen que asumir la responsabilidad de que separar educativamente a sus hijos y sus hijas tiene una trascendencia social mucho más allá de lo que hayan podido pensar.

Un segundo aspecto es la elección del centro. No todos los centros educativos ofrecen una oferta similar. La variedad de itinerarios permite y obliga a que determinados centros hagan unas propuestas más acordes con sus posibilidades. Un centro pequeño es muy posible que deba restringir la oferta de sus itinerarios para evitar que la escasez de alumnos le lleve a situaciones económicas insostenibles, y esto no depende de que la titularidad del centro sea pública o privada. La racionalidad de la oferta en cada centro está por encima de su carácter.

Antes de continuar con esta línea, quiero retroceder un poco y volver a comentar con más profundidad la diferente aceptación social de cada profesión y el reconocimiento social derivado de la misma.

En la sociedad actual no todas las profesiones tienen el mismo reconocimiento. Aquellas con mayor contacto con otras personas parecen haber disfrutado de un respeto social notable. Es el caso del médico, del farmacéutico, del maestro, gentes formadas y letradas que estaban en comunicación permanente con la población en general.

**“Es imposible que se ofrezca la misma imagen de la sociedad, en términos de posibilidades de desarrollo personal, si el entorno inmediato ya es diferente para hombres que para mujeres.”**

A otras profesiones se les daba un rango de especial deferencia, ya que entrar en contacto con ellos no era una buena señal y se prefería siempre no entender nada de su trabajo, pero tampoco tener que hacerlo. El caso de los profesionales de la justicia, jueces y abogados, es paradigmático. Disfrutaban de un predicamento social enorme, influenciado también por el temor de que su aparición en la vida de las personas comunes estaba aparejada a la existencia de problemas económicos o penales graves.

Los tecnólogos y las áreas afines (científicos, ingenieros, etc.) son reconocidos como sabios por la sociedad, pero su influencia mediática para la mayoría de la gente es tan pequeña que son más una rareza que un modelo. En todas las sociedades se reconoce la necesidad de las áreas STEM, lo contrario sería volver a tiempos anteriores a la revolución industrial, donde el método tecnológico básico era el de ensayo y error. En algunas áreas de especial desarrollo industrial, la figura del tecnólogo se asociaba al directivo de alguna empresa o sociedad, pero no era lo más frecuente.

Desde mediados de los años 90 del siglo pasado, la deslocalización industrial ha contribuido a la pérdida de peso social del profesional STEM. Ahora solo algunas actividades referidas a las TICs parecen disfrutar de algo de prestigio, pero las empresas protagonistas del cambio tecnológico se identifican en demasía con un determinado personaje, mezcla de visionario y líder, que con el colectivo que subyace en todas ellas. La imagen que se transmite de las grandes empresas es que Apple era Steve Jobs y otros, que Amazon es Jeff Bezos y otros, que Tesla es Elon Musk y otros, que Facebook es Mark Zuckerberg. ¿Este es el concepto real que tenemos de tecnología? ¿Crear empresas en las que solo uno disfruta de todo? Sus fortunas, absolutamente impensables hace apenas unos años, y su conversión en iconos visionarios que preceden al resto de la humanidad no es fomentar la tecnología como base del desarrollo humano. Estas compañías, inmersas en el mundo STEM, podían haberse dedicado a otras actividades, pues no son con las relacionadas con el mundo STEM con las que están logrando su respeto social. No, son las tremendas y hasta obscenas fortunas que gozan sus fundadores. Y emplean mucho de su predicamento para generar creencias sociales que redundan en aumentar su poder. Este es el modelo social que estamos transmitiendo a las próximas generaciones. Hablamos de liderazgo intelectual de los que gobiernan las empresas tecnológicas del mundo sin caer en

la cuenta de que son solo unas docenas de personas dentro de un planeta de casi ocho mil millones de habitantes. El resto, ¿qué somos? ¿Fracasados sociales?

Todo esto viene a colación de las rutas formativas que pueden ofrecer muchas de las escuelas. Los padres se consideran con el derecho de elegir el camino educativo de sus hijos. Si no hay una experiencia personal significativa entre los progenitores, la decisión se tomará gracias a muchos factores que interactuarán simultáneamente. ¿Alguien piensa que el hecho de que Elon Musk, cofundador de PayPal, Tesla y SpaceX, sea físico va a hacer que los adolescentes vean interés en esta formación académica? Si el personaje tiene atractivo es porque goza de una fortuna y poder descomunales, no por su formación STEM. La consecuencia de ello es que, ante la falta de demanda de este tipo de formación, difícilmente las instituciones educativas van a hacer esfuerzos adicionales en esta oferta. Volvemos a estar en un dilema de círculo vicioso. Los padres quieren el máximo éxito para sus hijos. Estos

“¿Cómo vamos a convencer a las chicas de que se decanten por esta formación si hay pocos éxitos que obtener ni modelos que imitar?.”

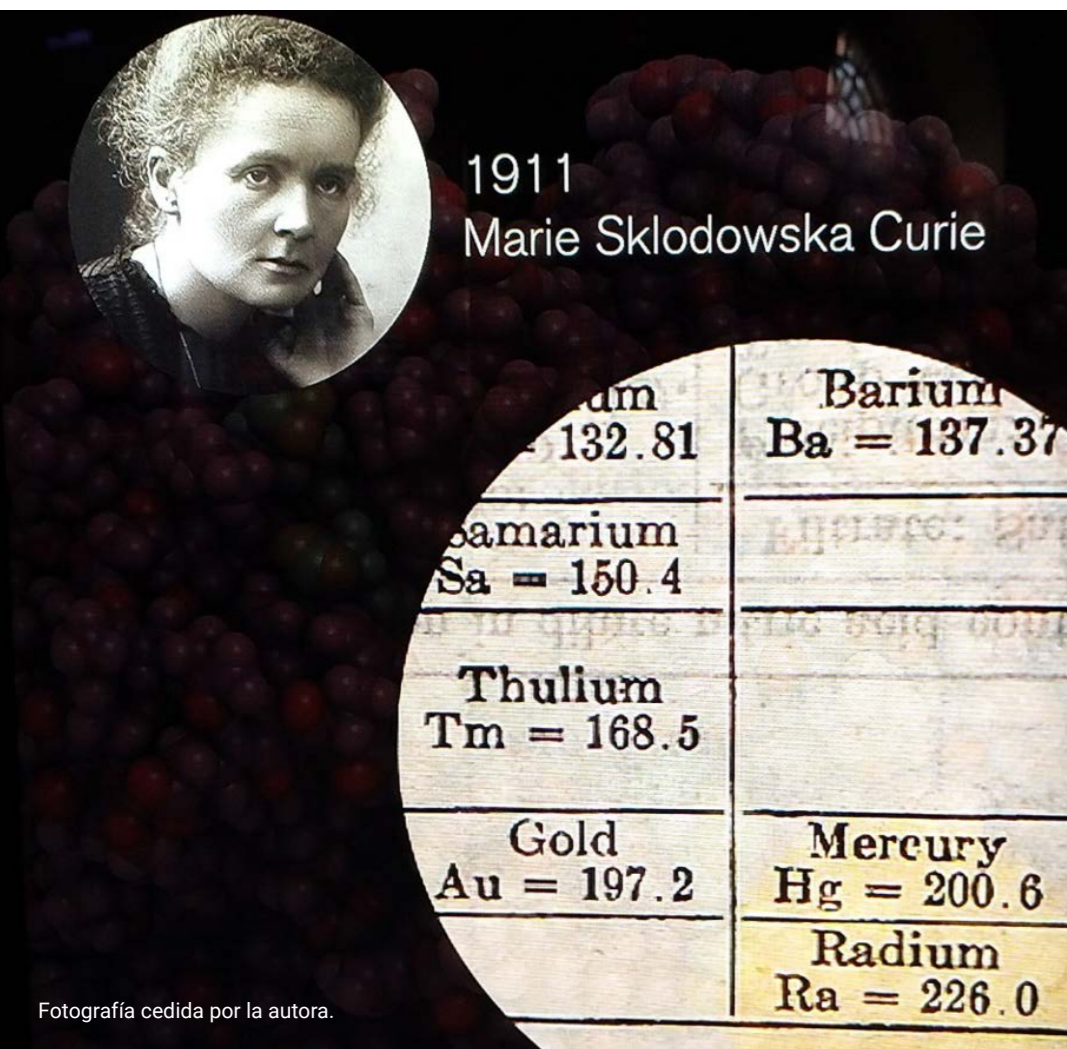
toman como ejemplos a aquellos que lo han logrado de forma más notoria y son portada de los medios de forma permanente. Ambos, padres e hijos, eligen ir donde piensan que van a lograr las herramientas mejores para poder, al menos en parte, alcanzar las metas que se han propuesto. Las instituciones formativas que ven que su oferta es rechazada, rápidamente comienzan a analizar el por qué y a imitar las prácticas que han llevado a cabo los otros centros que parecen tener mayor éxito. En poco tiempo, la oferta educativa converge hacia un único modelo que se retroalimenta.

Ahora vayamos con la segunda derivada. Todo lo dicho de la oferta educativa orientada hacia unos modelos basados en el éxito social en base del poderío económico, y no en el conocimiento, está protagonizado por hombres casi en exclusividad. Si este modelo, que esconde el conocimiento STEM, pues es el potencial económico lo único importante y solo parece ser accesible para hombres, parece casi un milagro, o una temeridad, que las chicas opten por la formación STEM.

¿Cómo vamos a convencer a las chicas de que se decanten por esta formación si hay pocos éxitos que obtener ni modelos que imitar? Parece obvio que el estereotipo que se asigna a las chicas vuelve a ser aquel que presente mucha menor agresividad o confrontación, menor exposición, pero que conlleva mucha menor necesidad de innovación, lo cual les resta posibilidades de crecimiento personal y profesional. Seguimos inmersas en el mismo círculo vicioso.

El enfrentamiento, no físico pero sí de carácter psicológico, se considera demasiado agresivo para las mujeres. Muchos gestores consideran que las chicas no tienen entereza suficiente para afrontar crisis de esta naturaleza manteniendo la cabeza fría y sin crisis sentimentales, las mujeres lloran, los hombres no, y con la máxima autoridad, es decir, sin tener que recurrir a sus superiores en busca de apoyo para confirmar su autoridad frente a sus compañeros. La exposición pública a los agentes sociales, los medios, la competencia, también se considera una actividad de alto riesgo para las mujeres, pues su





◀  
Detalle de un cartel  
en el Museo Nobel de  
Estocolmo.

Fotografía cedida por la autora.

estabilidad emocional, afirman, es menor. El héroe abnegado y sacrificado es, en casi todas las películas, varón. La capacidad de innovación, de invención, de prever las necesidades futuras, también son virtudes que se asignan de forma muy mayoritaria a los hombres, especialmente a todos estos visionarios-millonarios que, aprovechándose de los conocimientos de las áreas STEM, son los que realmente están caracterizando nuestro siglo.

A las chicas, dentro del mundo STEM, se les asignan otros valores. Son típicos y tópicos aquellos que requieren una capacidad de mantener ordenadas las ideas, aunque no sean propias, hacer un aprendizaje con elevado carácter memorístico, dejando poco a la iniciativa propia, y que requiera de una actitud cuidadosa y casi maternal. Es más frecuente encontrar en las empresas tecnólogas con batas que con cascos, encerradas en laboratorios que entre los equipos de producción y realizando más cursos de formación que visitas a clientes y

proveedores. Por supuesto que los empleadores tienen una elevadísima responsabilidad en esto, pero no es de despreciar que las chicas son, con demasiada frecuencia, demasiado acomodaticias. El modelo y el reconocimiento sociales no ayudan, pero no hacer nada por cambiarlo, mucho menos.

El modelo educativo debe afrontar, en mi opinión, algunos cambios de orientación que pasan por la eliminación de ayudas y apoyos a todos los que discriminan a la mujeres en cualquier forma o aspectos; fomentar entre los padres la idea de que el progreso social puede alcanzarse de muchas formas y que en el futuro próximo el conocimiento STEM será diferencial para las personas; ayudar a los centros para que no se vean abocados a ofertar un único modelo homogéneo que orienta la formación hacia unas pocas figuras de éxito social, que viene definido por la obtención de fortunas económicas imposibles de lograr para la inmensa mayoría.

El conjunto debe completarse con una nueva lucha para evitar que las mujeres que sí han emprendido este camino no trunquen sus oportunidades encasillándose desde su inicio en las áreas de menor desarrollo. Luchar contra la idea de que hay actitudes que solo un hombre puede desempeñar de forma satisfactoria es obligado. Las mujeres debemos rebelarnos siempre contra la idea de que, si hemos alcanzado una meta es porque somos tan buenas como los hombres. Rechacemos esta máxima, pues lo único que dice es que los varones, casi por nacimiento, son todos buenos en su trabajo y tienen derecho a participar en todas las escalas sociales y ascenderlas sin ningún impedimento, mientras que nosotras debemos demostrar que nuestro nacimiento no fue un error, que somos igual de buenas que ellos y que, en definitiva, estamos dispuestas a convertirnos en hombres con faldas. Somos mujeres y debemos reivindicarlo.

#### EL ENTORNO DE LAS REDES SOCIALES

No quiero terminar este escrito sin hacer una mención crítica a las propias mujeres. Hace algunos años parece que habíamos superado el estereotipo de que toda mujer estaba obligada a cumplir con unos cánones estéticos determinados. Dicho con palabras sencillas, que estábamos obligadas a presentarnos siempre como unas señoras estupendas cuyo objetivo parecía ser el convertirnos en un adorno del decorado.

La lucha feminista iniciada en los años sesenta, algo más tarde en España, se centró mucho en este aspecto. No debíamos aceptar el comportarnos de una forma concreta y vestir de una determinada manera, porque ello era lo que el machismo imperante esperaba: una mujer adoctrinada y obediente, pero cuyo aspecto despertara la envidia del resto de hombres.

Esta actitud no se quedaba solo en lo estético, pues incluía también las formas de expresión. Las mujeres siempre éramos posesión de algún hombre, que se responsabilizaba de nosotras y de nuestro honor, aunque la realidad es que era exclusivamente el suyo.

Avanzaron los años y todo esto pareció que, poco a poco, quedaba como un resto del pasado. Pero con la mejora económica, se volvieron a implantar valores que parecían superados. De repente, comenzaron a surgir modelos sociales surgidos de tiempos remotos, juntándose todo ello con un tiempo de mayor libertad, en que las licencias erótico-sexuales hubieran escandalizado a muchos unas pocas décadas antes.

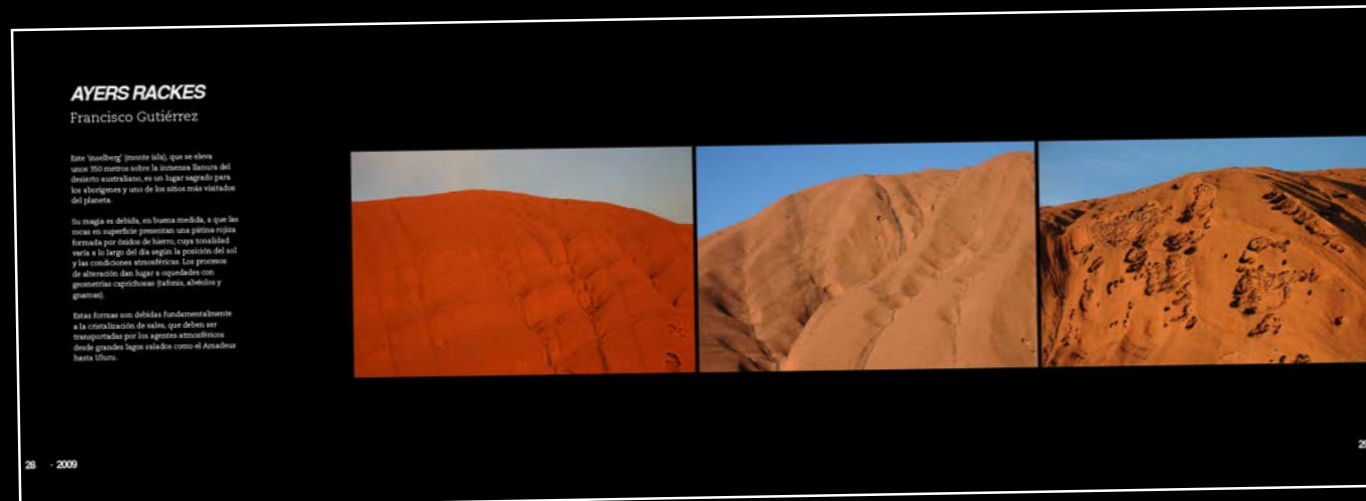
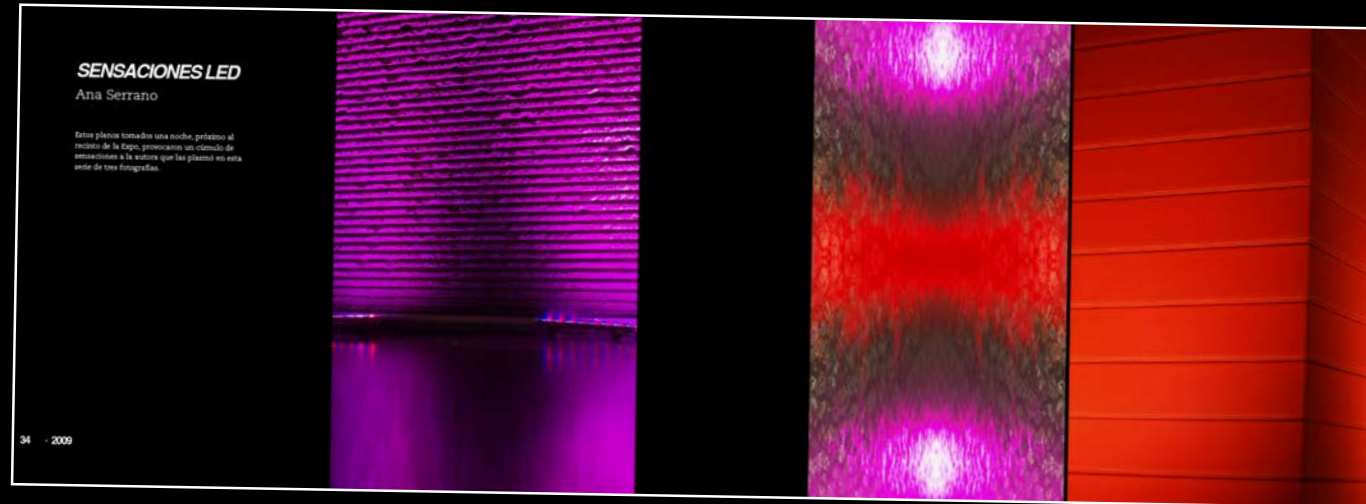
Creo estar en la obligación de denunciar que la sexualización de la sociedad me parece lamentable. Que los medios están llenos de personajillos de medio pelo que degradan la dignidad de las mujeres hasta niveles insospechados. Que es inaceptable que muchas mujeres, incluyendo a profesionales de todo tipo, sean víctimas de lo que denomino dictadura del tacón, y que creo suficientemente claro como para no precisar mayor explicación. No es de recibo que muchas madres estén incitando en sus hijas actitudes de exposición pública de sus atributos físicos exclusivamente, sin que se fomenten entre esas mismas jóvenes actividades intelectuales.

No podemos seguir calificando como herramientas de defensa de nuestra libertad a unas redes sociales en las que la impostura campa a sus anchas y que nada aportan al desarrollo personal de sus mayores usuarios. Se mide su actividad por número de followers, incluso de haters, se define como influencer a cualquiera que grita mucho, a pesar de no decir nada. Los mensajes de ciento cuarenta caracteres, los vídeos de unos pocos minutos y las temáticas que en ellos se ven no precisan una crítica más profunda para darnos cuenta de lo poco recomendables que son para que nuestras hijas puedan convertirse en las personas críticas que toda sociedad democrática precisa.

Estos mismos protagonistas de este nuevo mundo millennial se presentan a sí mismos, aunque no sé si de verdad o es una impostura más, como auténticos ignorantes. Como alguien crecido en las calles y en la vida, aunque ahora recluso en su habitación y escondido detrás de una pantalla y un teclado. Sus cabellos de colores y sus ropas extravagantes son la única prueba que presentan al mundo de estar de máxima actualidad, pues sus ideas, o la falta de ellas, no aportan nada. Pero todos los días nos informan sobre las fortunas que han logrado con apenas veinte años. Alguien que es incapaz de diferenciar entre una ecuación de segundo grado y una reacción química dispone en su cuenta corriente de varios millones de dólares. ¿Quién es capaz de convencer a una adolescente de que estudie resistencia de materiales en vez de subir vídeos a TikTok?

Todo lo anterior es perfectamente aplicable a todos los jóvenes, chicas y chicos. Este es el peligro real, que nuestros jóvenes crean a estos falsos apóstoles de la ignorancia.

Ana Isabel Elduque  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza



Disponible en la red...



Descárgalo gratis:



[https://ciencias.unizar.es/sites/ciencias.unizar.es/files/users/fmlou/pdf/Proyeccion\\_social/cientificamente\\_objetivo.pdf](https://ciencias.unizar.es/sites/ciencias.unizar.es/files/users/fmlou/pdf/Proyeccion_social/cientificamente_objetivo.pdf)

“Entonces...  
¿El clima y sus variaciones se  
*leen* en las rocas?”

# Escrito en las rocas

Blanca Bauluz y Elisa Laita



**L**a Tierra, desde que se formó hace más de 4500 millones de años, ha estado y está siendo sometida a cambios constantes. En la actualidad somos testigos de numerosos procesos que afectan a nuestro planeta como son las erupciones volcánicas, procesos de fragmentación y disolución de rocas, formación de sedimentos y cristalización de nuevos minerales. Observamos también cómo la superficie de la Tierra está sometida a diversas condiciones climáticas y fenómenos catastróficos como tsunamis y terremotos.

Todos estos procesos, desarrollados en el pasado y en la actualidad, tienen en común que modifican la corteza terrestre, generan nuevos materiales, nuevos minerales y nuevas rocas. El análisis de las rocas nos permite, por tanto, deducir cuál fue la historia y los procesos que controlaron su formación. Esto no es una tarea sencilla porque la gran diversidad de procesos y fenómenos que quedan registrados en la corteza terrestre generan y generaron una gran diversidad de rocas y minerales diferentes.



Cova dets Ases Mallorca (arriba) y Volcán de La Palma (abajo).

J.J. Enseñat (Societat Espeleològica Balear)



Instituto Geográfico Nacional

A modo de ejemplo, el análisis de rocas metamórficas nos habla de la generación de cordilleras, del incremento progresivo de las condiciones de presión y temperatura cuando las placas tectónicas chocan, lo que favorece la formación de minerales estables en condiciones de alta presión y temperatura. Las rocas sedimentarias son el registro de los procesos de la meteorización y erosión de la superficie terrestre, de la dinámica de los ríos y del mar, de la formación de suelos donde se desarrolla la cobertura vegetal y los cultivos. Las rocas ígneas, a su vez, registran eventos térmicos debidos al ascenso y enfriamiento de masas fundidas (magmas) desde el manto y/o la corteza terrestre o a través de erupciones volcánicas.

Los procesos generadores de rocas controlan tanto la composición mineral y química de las mismas, como su textura, que estará condicionada por el tamaño y la distribución de las fases que la formen. Estas características que presentan las rocas pueden, en ocasiones, ser observadas en muestra de mano. Sin embargo, es necesario recurrir frecuentemente a la microscopía de luz polarizada, o incluso a la microscopía electrónica en el caso de rocas de tamaño de grano fino, formadas por fases y minerales de tamaños nanométricos.

Gracias a la investigación de los materiales geológicos podemos responder a numerosas preguntas que se hacen los investigadores y la sociedad. Posiblemente, algunas de las preguntas más frecuentes son ¿Cómo fue el clima en el pasado? ¿El clima y sus variaciones se “leen” en las rocas?

Hay diversos trabajos que determinan las variaciones de temperatura en el agua del mar a partir de análisis químicos isotópicos de las conchas de composición calcítica ( $\text{CaCO}_3$ ) de organismos marinos microscópicos. Los isótopos de oxígeno más abundantes en el agua son  $\text{O}^{16}$  y  $\text{O}^{18}$ , siendo el  $\text{O}^{16}$  el más ligero y que,

“Las rocas sedimentarias son el registro de los procesos de la meteorización y erosión de la superficie terrestre.”

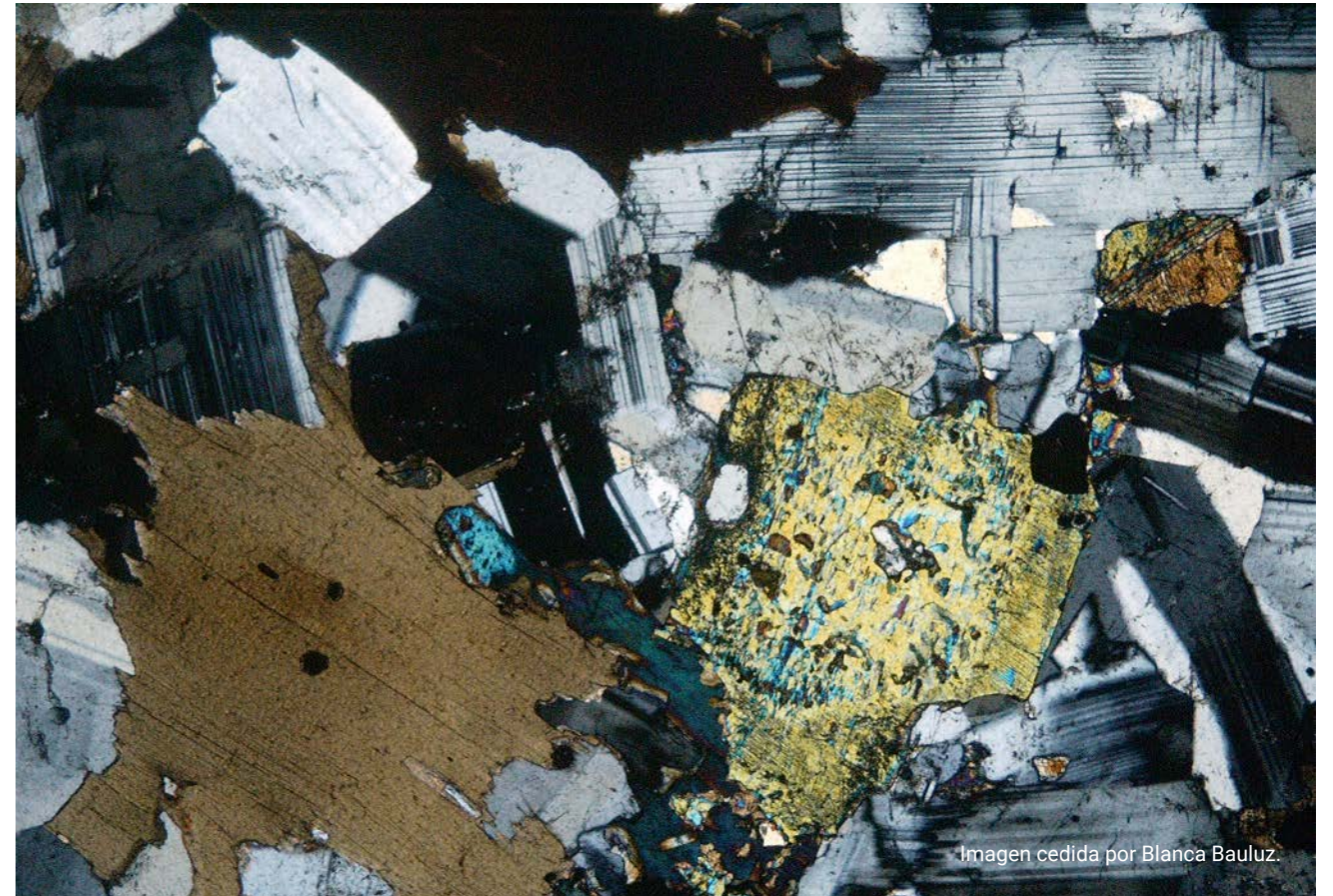


Imagen cedida por Blanca Bauluz.

▲  
Diorita. Roca ígnea.  
Imagen de microscopía  
de luz transmitida.

por tanto, más fácilmente se evapora de los dos. Las conchas de los organismos marinos, al crecer, incorporan oxígeno del agua del mar. Si la temperatura del agua varía, se producen enriquecimientos o empobrecimientos en el  $\text{O}^{18}$  de dicha agua y esta señal queda registrada en las conchas fósiles de los organismos compuestos de  $\text{CaCO}_3$ . A partir de estos datos se calcula la temperatura del agua del mar.

**Pero... ¿Cómo queda registrado el clima en rocas continentales?**

La distribución de suelos, a escala global, tiene un fuerte control latitudinal, es decir, la formación de suelos está controlada fundamentalmente por el clima. Los factores que condicionan el desarrollo de los diferentes tipos de suelos que encontramos a escala global son la temperatura, la precipitación y el tiempo, es decir, la duración del proceso de formación del suelo.

Cuando el agua de lluvia penetra en las rocas, comienza un proceso de meteorización química, a partir del cual se forman los suelos. Este proceso implica la disolución

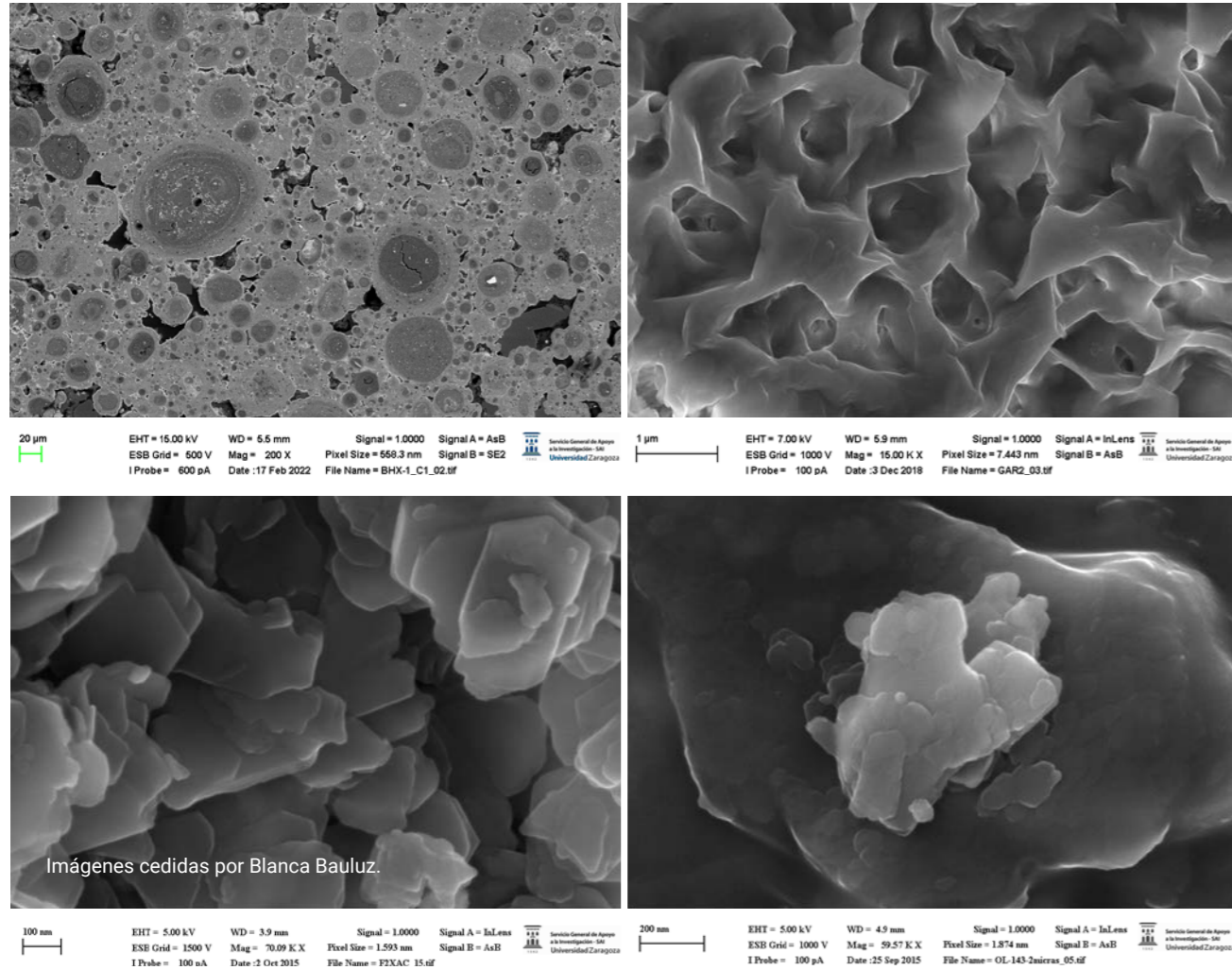
de los minerales que forman la roca y la cristalización de nuevos minerales, frecuentemente minerales de la arcilla como esmectitas, caolinitas, illitas, y óxidos e hidróxidos de hierro, titanio y aluminio como hematites, goethita, rutilo, anatasa, bohemita y gibbsita. Cuanto más cálido y húmedo es el clima más avanza la meteorización química y el proceso de edafización.



Rocas detríticas (sedimentarias) en estratos discordantes, Noroeste de Argentina.

Imagen cedida por las autoras.





Imágenes cedidas por Blanca Bauluz.

Imágenes de Microscopía electrónica de barrido. De izquierda a derecha y de arriba a abajo: bauxita, esmectitas, caolinitas e illitas.

Los minerales de la arcilla son filosilicatos hidratados de tamaño muy pequeños, claramente inferiores a  $2\mu\text{m}$ , que se forman a baja temperatura ( $<200^\circ\text{C}$ ) y que, además, tienen un comportamiento plástico al mezclarlos con agua. Al iniciarse la meteorización química se suelen formar illitas, conforme avanza el proceso se forman esmectitas y, en las etapas más avanzadas, caolinitas. Si extrapolamos esta secuencia a las condiciones climáticas, podemos deducir que los suelos de zonas frías serán ricos en illitas, los de climas templados húmedos en esmectitas y en los climas tropicales muy húmedos se forman caolinitas.

Una vez formado el suelo, pueden darse una serie de procesos geológicos que afecten a dicho suelo con el paso del tiempo. Este conjunto de procesos se denomina "diagénesis" y tienen lugar a temperaturas de hasta  $200^\circ\text{C}$ , muy superiores, por tanto, a las temperaturas a las que se generaron los suelos, habitualmente entre 10

**“El final del Paleoceno y el inicio del Eoceno tuvo lugar hace unos 55 millones de años.”**

y  $30^\circ\text{C}$ . Estos procesos son: a) recristalización, en el que los minerales incrementan su tamaño, b) cementación en el que cristalizan carbonatos u otras fases que aportan dureza y consistencia al suelo, y c) modificación de minerales, en los que los minerales formados durante el proceso edáfico son reemplazados por nuevos minerales estables en condiciones diagénéticas. Estos suelos que se formaron en el pasado se denominan paleosuelos y los encontramos en el registro geológico.

Si nos centramos en el análisis de paleosuelos ricos en arcillas, podemos encontrar la coexistencia de arcillas autigénicas, es decir, formadas durante el desarrollo del suelo, arcillas detríticas, que formaban parte de la roca a partir de la cual se formó el suelo y arcillas diagenéticas, generadas durante la diagénesis. De estos tres tipos de arcillas, sólo las autigénicas nos darán información sobre las condiciones climáticas en las que se generó el suelo, lo que hace indispensable diferenciar el origen de las diferentes arcillas presentes en el paleosuelo.

Al ser las arcillas minerales de tamaños micro a nanométrico es difícil caracterizarlas y establecer su origen. Las arcillas no son visibles en un microscopio óptico y es necesario utilizar diversas técnicas como la difracción de rayos-X para su identificación, espectroscopía

de infrarrojos y Raman para determinar detalles estructurales, microscopías electrónicas de barrido y de transmisión para caracterizar la textura, la composición química y la estructura cristalográfica, entre otras.

Un ejemplo excelente de la formación de paleosuelos que se observa en el registro geológico lo encontramos en el límite Paleoceno-Eoceno. El final del Paleoceno y el inicio del Eoceno tuvo lugar hace unos 55 millones de años. En este "momento" la temperatura incrementó a escala global brusca y rápidamente, generándose lo que se denomina un "evento hipertérmico". Esto fue debido a la emisión de metano desde el fondo marino que posteriormente generó  $\text{CO}_2$ . Este evento climático, denominado en la bibliografía "máximo térmico del Paleoceno-Eoceno" (PETM), duró unos 150.000 años, hasta que el exceso de carbono en la

**Rocas sedimentarias que contienen el Límite Paleoceno- Eoceno, Noroeste de Argentina.**



Imagen cedida por Blanca Bauluz.



Imagen cedida por Blanca Bauluz.



Imagen cedida por Marcos Aurell.

atmosfera se reguló de modo natural. Este máximo térmico propició en el continente el desarrollo de mamíferos y euprimates; en el agua del mar incrementó el contenido en CO<sub>2</sub>, haciéndola más ácida y provocando la disolución de los caparzones calcícos de algunos organismos y la extinción de algunos foraminíferos.

**Y... ¿Cómo influyo este evento térmico en áreas continentales?**

En el Hemisferio Sur, en zonas continentales del NO de Argentina, este evento fue el responsable del desarrollo de diferentes tipos de suelos en rocas sedimentarias detríticas de ambientes fluviales (ríos y lagunas de inundación). En las rocas previas al tránsito Paleoceno-Eoceno se formaron vertisoles cálcicos, que evolucionaron a oxisoles en el tránsito al Eoceno, reflejando un incremento en la intensidad de la meteorización química. Este desarrollo de suelos produjo la cristalización de nuevas arcillas a partir de la disolución de aluminosilicatos de

potasio en las rocas sedimentarias que actuaron como sustrato. Las nuevas arcillas generadas fueron fundamentalmente esmectita en los vertisoles y caolinita en los oxisoles. En estos materiales se observa, además de las características propias de los oxisoles, como son los colores violáceos y abundantes nódulos de óxidos de hierro, que las proporciones relativas de caolinita y esmectita varían en los paleosuelos, registrando una ciclicidad en la mineralogía. En concreto, se han descrito cinco ciclos de paleoprecipitación y paleotemperatura. Los ciclos con altos contenidos en caolinita reflejan periodos húmedos y cálidos de intensa meteorización química, en los que hubo un incremento medio anual de la precipitación de unos 1500mm y de 5°C. Por otro lado, los ciclos en los que predomina la esmectita corresponden a momentos menos cálidos y húmedos. Estos ciclos reflejan “breves” eventos hipertérmicos en el límite Paleoceno-Eoceno en el Hemisferio Sur, que se correlacionan bien con episodios de calentamientos bien establecidos y documentados en el Hemisferio Norte.

Otro ejemplo de paleosuelos observables en el registro geológico, son los que se localizan en el límite Jurásico-Cretácico, hace unos 130 millones de años, en el NE de la Península Ibérica. Estos paleosuelos se sitúan sobre calizas karstificadas del Hauteriviense-Barremiense Inferior (Cretácico Inferior). Mientras que en el oeste de Europa se describen para este periodo del tiempo geológico una alternancia de estaciones húmedas y secas, en la Península Ibérica y, en concreto, en la Cordillera Ibérica, se observa el desarrollo de lateritas y bauxitas formadas a partir materiales continentales margosos y calizos generados a partir del agua de lagos. Estos paleosuelos lateríticos y bauxíticos, característicos de climas tropicales húmedos, están enriquecidos en hierro, silicio, aluminio y titanio, en comparación con las rocas a partir de las cuales se han formado.

Las lateritas contienen abundantes pisoides ferruginosos, generalmente de tamaños milimétricos que suelen estar formados por laminas concéntricas de hematites

▲  
**Paleosuelos ferruginosos en la zona de Salta, Noroeste de Argentina (izquierda) y Paleosuelos lateríticos en Fuentespalda, Teruel, Noreste de la Península Ibérica (derecha).**

“Los ciclos con altos contenidos en caolinita reflejan periodos húmedos y cálidos de intensa meteorización química.”

y goethita y que se incluyen dentro de las matrices arcillosas que forman el suelo. Esta estructura interna concéntrica sugiere un crecimiento episódico de los pisoides, formándose goethita (oxihidróxido de hierro), cuando el suelo está embebido en agua de lluvia, y hematitas (óxido de hierro) en periodos más secos. Las arcillas donde se alojan los pisoides se caracteriza por contener altas concentraciones de caolinita autigénica, que forma agregados vermiculares.

En las bauxitas, el contenido en caolinita es menor que en las lateritas, lo que sugiere que la meteorización química que forma estos paleosuelos es mucho más intensa y la sílice entra en disolución y es lixiviada, evacuada, del paleosuelo. Esto produce un incremento relativo de titanio, aluminio y hierro, favoreciendo la cristalización de abundantes hidróxidos de aluminio (bohemita, diásporo y gibbsita) y óxidos de hierro y titanio. Una característica de las bauxitas es el desarrollo de ooides de tamaños centímetros con envueltas concéntricas visibles en muestra de mano que contienen además geles amorfos, a partir de los cuales pudieron cristalizar las fases mencionadas anteriormente. En las bauxitas, a diferencia de las lateritas, no quedan restos de las rocas

de partida, lo que implica que la meteorización química fue extremadamente intensa, debido a un clima muy cálido y húmedo.

En el caso de las lateritas de la Cordillera Ibérica, se observa además una variación vertical de base a techo, caracterizada por una disminución del contenido en caolinita y el incremento en illita y esmectita, sugiriendo un cambio en las condiciones climáticas de cálidas y húmedas a frías y secas en el final del Hauteriviense y el inicio del Barremiense.

**“Es posible leer el clima que se desarrolló en los continentes en el pasado a partir del estudio mineralógico de las arcillas.”**

**Bauxita (roca sedimentaria aluminica) en muestra de mano, formada por pisoides centimétricos constituidos por envueltas de fases ferruginosas y aluminicas.**

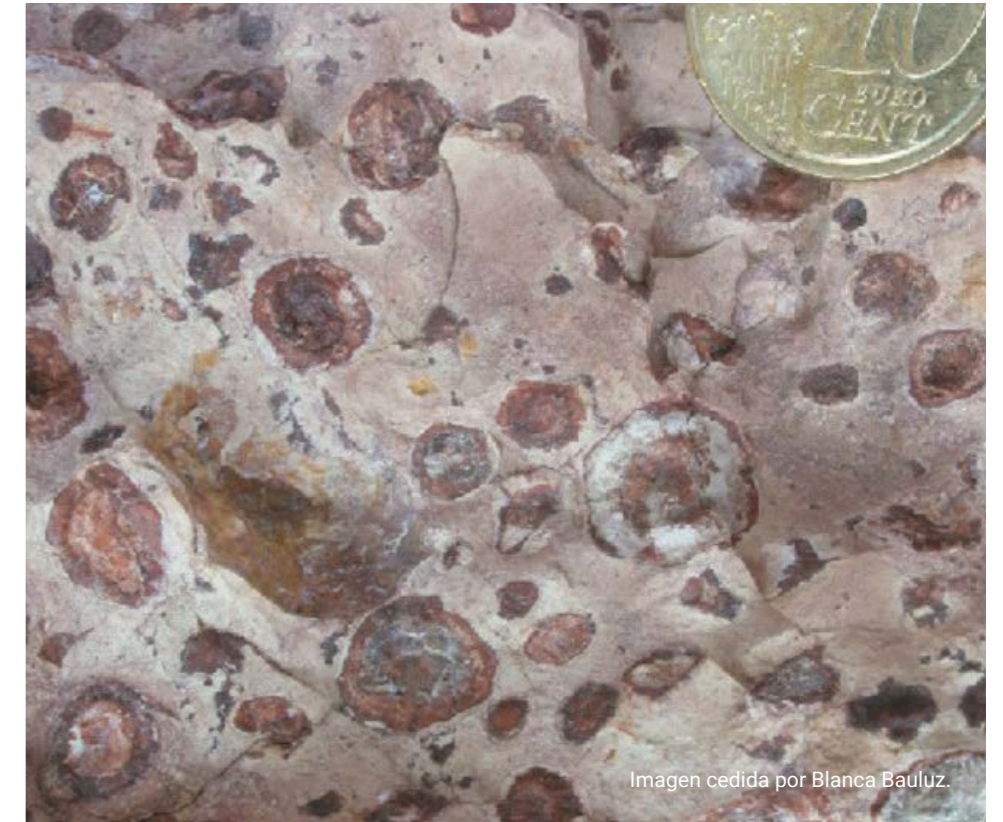


Imagen cedida por Blanca Bauluz.



Imagen de microscopía de luz reflejada de un pósito de un paleosuelo laterítico, formado por laminas concéntricas de hematitas y goethita que reflejan cambios cíclicos en las condiciones de humedad.

Imagen cedida por Elisa Laita

**Entonces... ¿El clima y sus variaciones se “leen” en las rocas?**

Efectivamente podemos afirmar que es posible “leer” e identificar el clima que se desarrolló en los continentes en el pasado, así como sus variaciones, a partir del estudio mineralógico de las arcillas, investigando para ello paleosuelos que no hayan sufrido intensas modificaciones tras su formación y utilizando herramientas específicas.

Blanca Bauluz y Elisa Laita  
Dpto. de Ciencias de la Tierra  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza

**REFERENCIAS**

- Do Campo M., Bauluz B., del Papa C., White T., Yuste A., Mayayo M.J. (2018). Evidence of cyclic climatic changes recorded in clay mineral assemblages from a continental Paleocene-Eocene sequence, northwestern Argentina. *Sedimentary Geology*, 368, 44–57.
- Laita E., Bauluz B., Aurell M., Badenas B., Canudo J. I., Yuste A. (2020). A change from warm/humid to cold/dry climate conditions recorded in lower Barremian clay-dominated continental successions from the SE Iberian Chain (NE Spain). *Sedimentary Geology*, 403, 105673.
- Laita E., Bauluz B., Aurell M., Badenas B., Yuste A. (2022). Weathering events recorded in uppermost Hauterivian–lower Barremian clay-dominated continental successions from the NW Iberian Range: climatic vs. tectonic controls. *Journal of Iberian Geology*, 48, 45–63
- Yuste A., Camacho I., Bauluz B., Mayayo M.J., Laita E. (2020). Palaeoweathering events recorded on siliciclastic continental deposits (Albian, Lower Cretaceous) in NE Spain. *Applied Clay Science*, 190, 105598.

PUBLICACIONES  
DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS

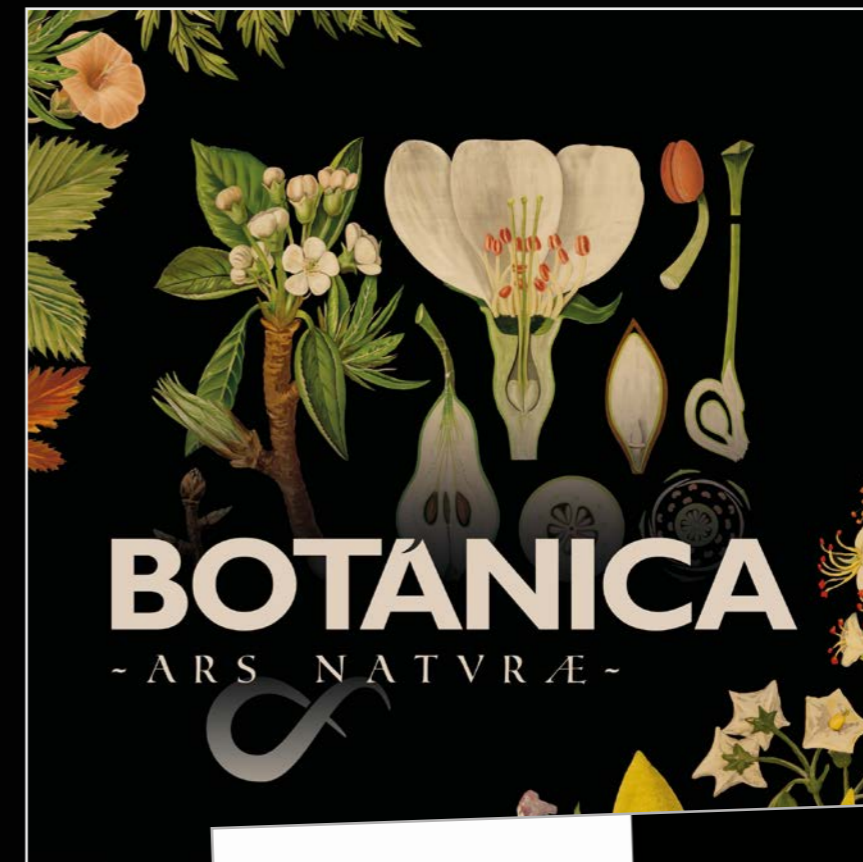


**INSTRUMENTA**

Depositorio de instrumentos históricos  
laboratorio de la Facultad de Ciencias,  
Universidad de Zaragoza.



**LOS ÁRBOLES DEL CAMPUS**



**BOTÁNICA**

- ARS NATVRÆ -



Descárgalas gratis



INSTRUMENTA

[ciencias.unizar.es/sites/ciencias.unizar.es/files/users/fmlou/pdf/Proyeccion\\_social/instrumenta.pdf](https://ciencias.unizar.es/sites/ciencias.unizar.es/files/users/fmlou/pdf/Proyeccion_social/instrumenta.pdf)

LOS ÁRBOLES DEL CAMPUS

[ciencias.unizar.es/sites/ciencias.unizar.es/files/users/fmlou/pdf/Proyeccion\\_social/los\\_arboles\\_del\\_campus.pdf](https://ciencias.unizar.es/sites/ciencias.unizar.es/files/users/fmlou/pdf/Proyeccion_social/los_arboles_del_campus.pdf)

BOTÁNICA ARS NATVRÆ

[ciencias.unizar.es/sites/ciencias.unizar.es/files/users/fmlou/pdf/Proyeccion\\_social/botanica\\_ars\\_naturae.pdf](https://ciencias.unizar.es/sites/ciencias.unizar.es/files/users/fmlou/pdf/Proyeccion_social/botanica_ars_naturae.pdf)



# 2037. Paraíso neuronal

Conversación con José María de Teresa.  
Por Ana Elduque



Fotografía cedida por Ana Elduque.

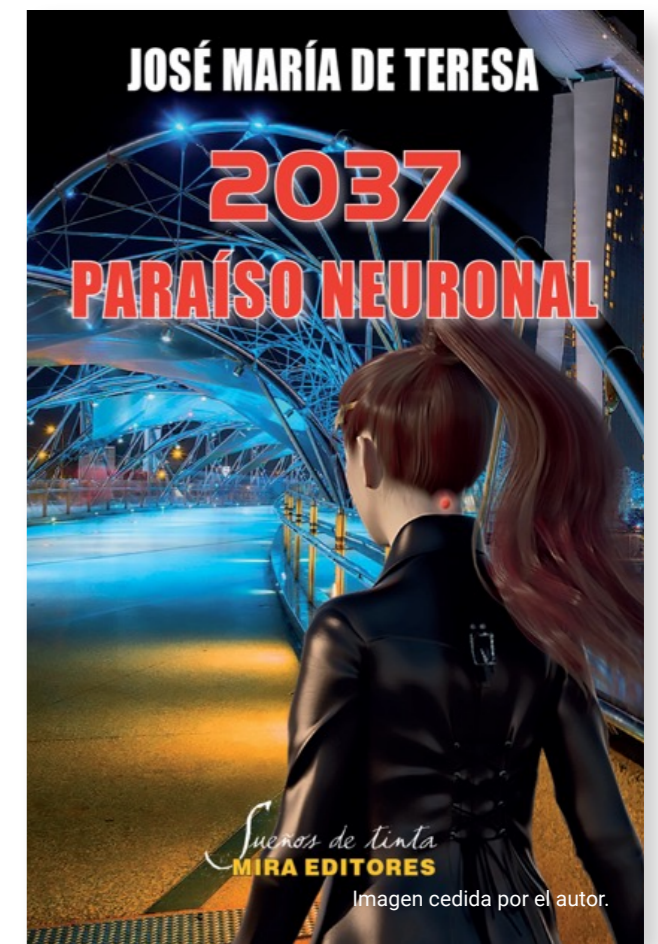


Un momento de la conversación.

#### CONVERSACIÓN CON JOSÉ MARÍA DE TERESA POR ANA ELDUQUE

**N**uestro compañero José María de Teresa, profesor de investigación del INMA, ha escrito la novela "2037. Paraíso neuronal" que nos cuenta un relato interesante pero muy intrigante a la vez. Es una historia de ficción pero, a tenor de los últimos avances de las neurociencias, quizás no esté tan lejos de convertirse en un relato más realista de lo que puede parecer a simple vista. La descripción de una distopía futura siempre es algo que nos debería llevar a reflexionar sobre el presente. Qué hacemos y cómo lo hacemos ahora es la clave para saber qué nos podremos encontrar en el futuro. José María de Teresa nos propone su visión, suya por supuesto, pero basada en el conocimiento de un científico actual. Hay mucho más que conjeturas en su planteamiento.

“Es una historia de ficción pero quizás no esté tan lejos de convertirse en un relato más realista de lo que puede parecer a simple vista.”



La novela, los personajes que la protagonizan, no puede ofrecer respuestas a las muchas dudas y temores que genera su lectura. Por esto, desde el equipo de dirección de conCiencias hemos considerado oportuno hacer una entrevista al autor donde nos hable de sus reflexiones sobre el presente y el futuro de la investigación científica en general y la relacionada con las neurociencias en particular.

El tema es de una amplitud enorme, por lo que también hemos considerado que el autor nos recomiende una serie de lecturas sobre el mismo, la cual incluimos al final de la entrevista en un apartado que hemos denominado "Para saber más".

- En primer lugar, me gustaría que nos contaras qué te ha movido o motivado a emprender la escritura de una novela, algo aparentemente alejado de la actividad cien-

tífica que solemos desarrollar en la universidad. No es frecuente que alguien que suele escribir artículos científicos basados en experimentaciones, y sujetos a la crítica de la comunidad científica, haga este salto intelectual hablándonos de un hipotético futuro, que no puede ser refutado con ningún contraejemplo, siguiendo el modelo de falsabilidad de Popper.

Durante mi adolescencia, la lectura de novelas de ciencia ficción y de ficción social (no existía en aquella época el término *distopía*) me resultaron una fuente de inspiración, de disfrute y de motivación para sentirme atraído al mundo de la Ciencia. Los escritores clásicos de este tipo de literatura (Julio Verne, George Orwell, Aldous Huxley, Isaac Asimov, Ray Bradbury, etc.) fueron intelectuales que supieron plantear escenarios futuribles y sus consecuencias con una narrativa amena que llegaba al gran público. Durante mi estancia postdoctoral

en París (hace ya veinte años) leí dos magníficas novelas de un astrofísico del observatorio de Meudon, Jean Pierre Luminet. Hasta ese momento yo pensaba que era incompatible ser científico y escritor, por lo que me resultó muy inspirador. Más recientemente, nuestro compañero Jesús Santamaría me enganchó a su novela *Akademeia* y me planteé si yo también sería capaz de escribir una novela. Pasaron varios años sin que ocurriese nada hasta que el 1 de mayo de 2019, durante la lectura de un libro de divulgación sobre microelectrónica, tuve la visión del encuentro de Cajal y Thomson en Estocolmo en 1906 con motivo de la entrega de los Premios Nobel. Y este hecho desencadenó mi actividad literaria, por momentos febril y por momentos inexistente por las responsabilidades profesionales y familiares. Poco a poco fui trenzando escenas e ideas y desde el comienzo me marqué el objetivo de escribir una novela que fuese accesible a todo el mundo independientemente de su formación, que resultase amena e instructiva, y que hiciese reflexionar al lector. En

“Vivimos una época donde la inmediatez nos rodea, pero el científico debe librarse de ella y solo publicar sus resultados cuando ha considerado todas las posibilidades.”

José María de Teresa.

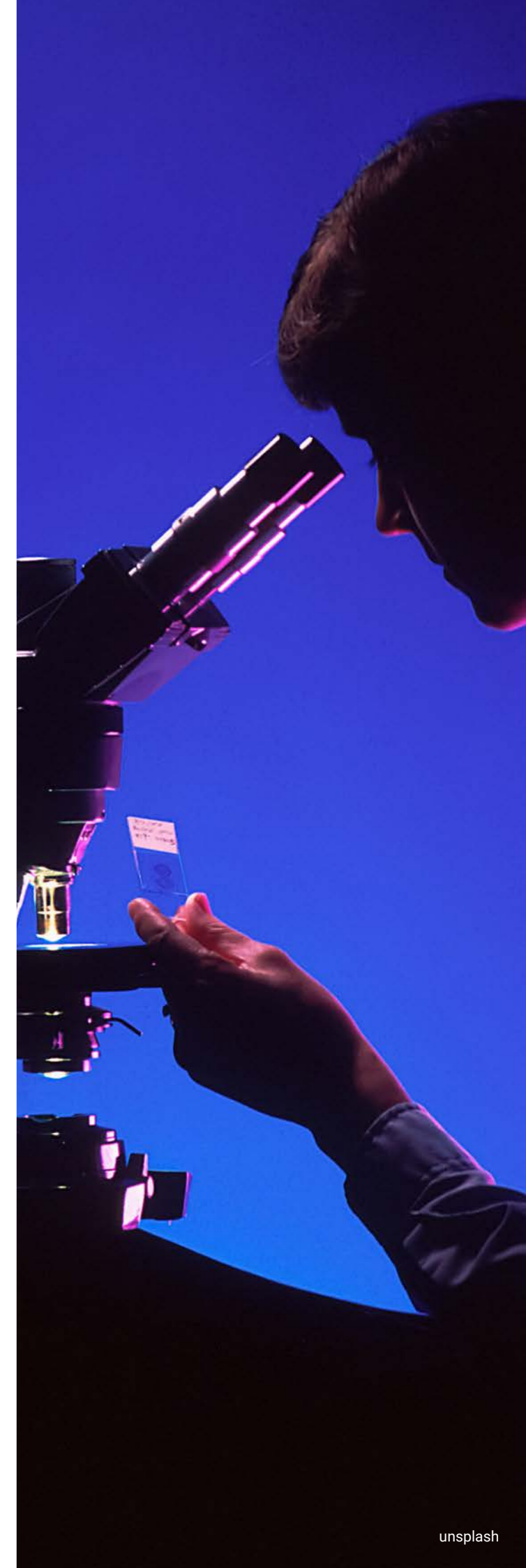


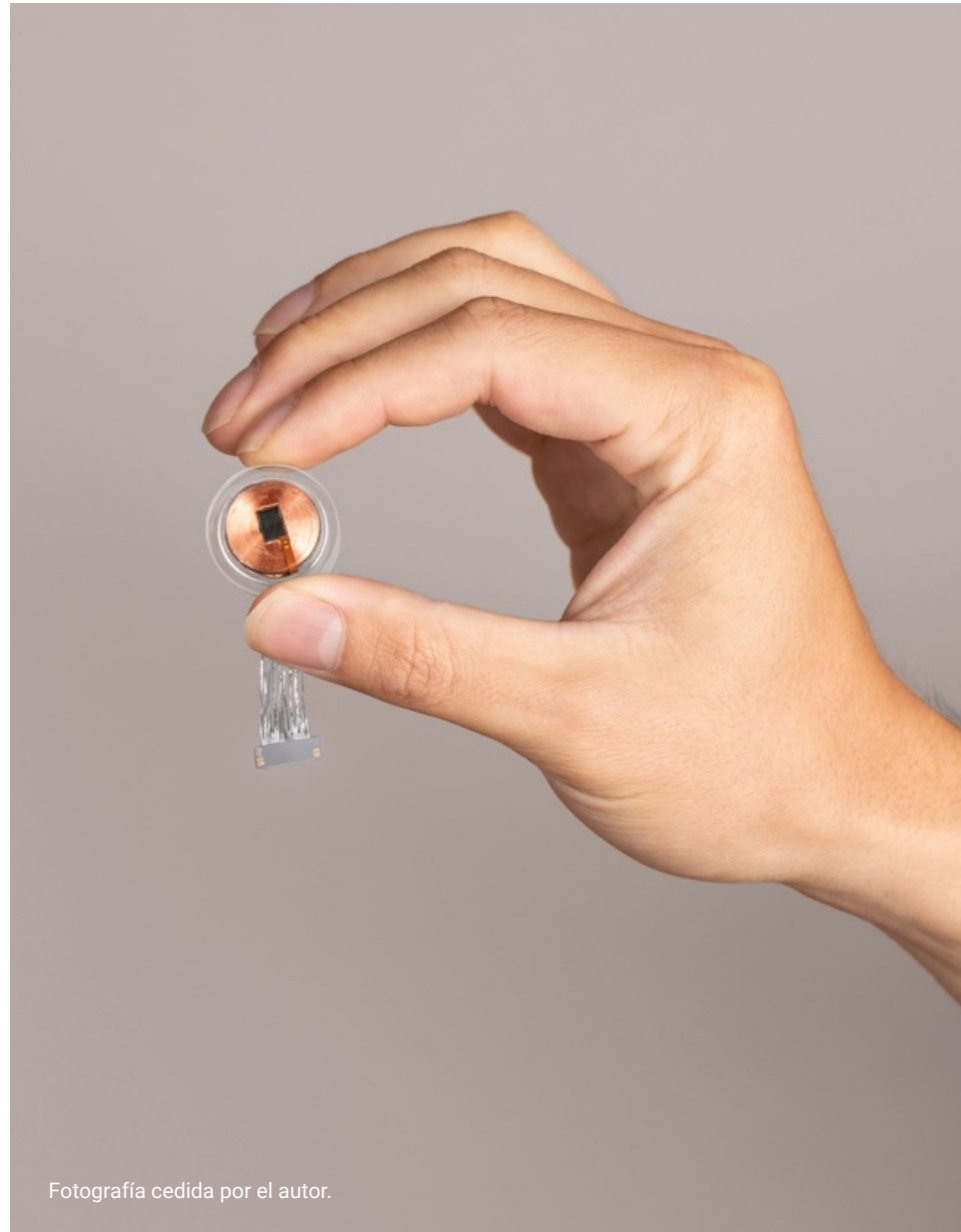
Fotografía cedida por el autor.

el proceso de escritura, que duró hasta enero de 2021, una serie de circunstancias hicieron que la novela se centrara en neurotecnología y acabase teniendo un marcado corte *orwelliano*. Con relación a la última parte de la pregunta, a tenor de sus declaraciones tanto Orwell con *1984* como Bradbury con *Fahrenheit 451* no pretendían predecir el futuro sino avisar de las posibles consecuencias de un tipo de sociedad que podía desarrollarse. Lo mismo se aplica a *2037. Paraíso neuronal*.

- La lectura del libro me ha llevado a una reflexión sobre cómo es nuestro sistema de investigación y si no estaremos encorsetándonos en seguir unas pautas que dejan poco a la imaginación. Construir un discurso lógico sobre cómo los descubrimientos actuales nos influirán en el futuro y la necesidad de cooperación entre muchas ramas del conocimiento más avanzado es un ejercicio que, en mi opinión, puede ayudar a que jóvenes investigadores abran sus mentes y sus líneas de trabajo hacia metas que, solos en su propio laboratorio, son claramente inalcanzables, ¿Cuál es tu opinión sobre cómo expandir la actividad investigadora hacia metas mucho más ambiciosas?

Me gustaría primero exponer el contexto del sistema de investigación y luego responder a la pregunta. Hoy en día, en investigación se compite a nivel internacional, y para realizar contribuciones significativas se necesitan unas cualidades investigadoras sobresalientes, un esfuerzo ímprobo y un entorno que facilite dicha investigación. Una gran parte de la energía del investigador se invierte en presentar proyectos para obtener financiación, superar las barreras administrativas para poder ejecutar los proyectos y realizar informes técnicos y económicos. De no obtener de dichos proyectos un número de publicaciones de suficiente calidad, se corre el riesgo de no obtener nuevos proyectos y perder el tren de la investigación de frontera. Este ecosistema resulta en cierto modo perverso, pues fomenta una investigación incremental que asegura obtener resultados a corto plazo y no invita a explorar cambios de paradigma e investigaciones multidisciplinares que no aseguran resultados y de obtenerse suelen ser a largo plazo. En este contexto (donde queda poco margen para la reflexión pausada, la exploración de nuevas temáticas y las apuestas arriesgadas) aterrizan los jóvenes investigadores, cuya curiosidad, iniciativa y ambición han sido, en la mayor parte de los casos, triturada previamente por el sistema educativo. En consecuencia, los casos de éxito son cada vez más escasos. ¿Cuáles serían mis recetas para alcanzar





Fotografía cedida por el autor.

◀  
**Microchip desarrollado por la empresa Neuralink e implantado en el cerebro de cerdos.**

metas mucho más ambiciosas? Fomentar mucho más en la educación pre-universitaria y universitaria la curiosidad, iniciativa y ambición del estudiante, facilitar en la universidad estudios secundarios complementarios (a la manera anglosajona, obteniendo un grado primario y otro secundario en áreas a veces muy diferentes) y financiar tesis doctorales y proyectos de carácter exploratorio, de carácter transversal y co-dirigidos por investigadores de dos o más universidades. Mi propuesta sería reservar un porcentaje de la financiación para este tipo de investigación fuera de la zona de confort (*out of the box*). Y de paso, es urgente aumentar el montante económico dedicado a la investigación en España para situarnos al menos en la media europea.

- *Entrando ya de lleno en la, permíteme llamarlo así, trama de la obra, hay varias cuestiones que quiero destacar y escuchar tu opinión sobre ellas. La primera es la necesidad de trabajar con un gran rigor. Desde las primeras líneas, expones claramente que son aquellos, investigadores, tecnólogos, pero también artistas, que siguiendo un patrón recto y minucioso los que más aportan. Esto entra en contradicción con la creencia, demasiado generalizada en mi opinión, de que solo con las ideas geniales de unos pocos avanza la ciencia y el conocimiento, es decir, un cambio de paradigma como proponía Kuhn. ¿Eres más de trabajo de hormiguita, que la inspiración te pille trabajando, o hay que esperar siempre un chispazo de genialidad?*

Estoy plenamente de acuerdo con la necesidad de trabajar con gran rigor, y de hecho esto es la base del método científico. Vivimos una época donde la inmediatez nos rodea, pero el científico debe librarse de ella y solo publicar sus resultados cuando ha considerado todas las posibilidades, ha realizado experimentos de control y ha repetido los experimentos para cerciorarse de su reproducibilidad. Es muy interesante la cuestión de cómo avanza la Ciencia, si mediante avances incrementales basados en conocimiento previo o mediante paradigmas que se van renovando, y, de hecho, esta dicotomía sigue muy presente en las convocatorias de proyectos. Mi análisis indica que la Ciencia progresa de ambas formas y creo que esta es la razón por la que *de facto* existen convocatorias de proyectos que premian respectivamente uno u otro tipo de investigación científica. Seamos claros: en Ciencia ocurren cambios de paradigma con poca frecuencia y la mayor parte de la investigación que se realiza es incremental. Por lo tanto, es lógico que se apoyen tanto los proyectos que buscan refinar las teorías existentes y mejorar ligeramente las propiedades de los materiales y dispositivos de los que ya disponemos, como aquellos proyectos que buscan desarrollar nuevas ideas y tecnologías disruptivas que puedan dar lugar a un cambio de paradigma, aunque en la mayor parte de los casos van a ser proyectos fallidos. Por poner un ejemplo de mi campo de trabajo, Geim y Novoselov, investigadores de la Universidad de Manchester, dedicaban los viernes por la tarde a probar cosas nuevas y un día fueron capaces de crear un nuevo material, el grafeno, formado por una monocapa de átomos de carbono, sobre el que hoy en día investigan miles de científicos. Tan importante fue en su momento crear ese nuevo material que supuso un cambio de paradigma como posteriormente investigar al modo de una hormiguita todas sus propiedades y aplicaciones para poderle sacar el máximo rendimiento.

- *Otro aspecto que me ha llamado la atención es cómo dejas claro que el desarrollo científico-tecnológico no puede avanzar si no hay un interés mayor que la simple búsqueda de conocimiento nuevo. Ocurrió en los tiempos del nacimiento de la microelectrónica, a mediados del siglo XX y, como propones, es esperable que vuelva a suceder. El desarrollo de las vacunas de la COVID, en un brevísimo plazo, es un ejemplo palmario de que sociedad civil, representadas por las empresas, investigadores y gobiernos, como financiadores principales, trabajando juntos permiten alcanzar más metas y mucho antes. ¿Tienes alguna sugerencia sobre este tema que pudiera servirnos para mejorar nuestro modelo investigador?*

“Lo importante es que la ciencia que se haga sea de calidad, ya sea de carácter básico como aplicado, porque en ambos casos va a resultarnos de utilidad.”

De nuevo, soy también partidario de apoyar ambos tipos de investigaciones, tanto la que busca añadir un conocimiento nuevo sin una aplicación finalista clara como la que tiene un objetivo muy bien definido de carácter aplicado. Lo importante es que la ciencia que se haga sea de calidad, ya sea de carácter básico como aplicado, porque en ambos casos va a resultarnos de utilidad. El caso de las vacunas de ARN mensajero es paradigmático de ambas cosas. Por un lado, fue crucial que en los años 90 la investigadora húngara Katalin Karikó, desconocida en ese momento, se interesase por investigar el comportamiento de la molécula de ARN mensajero, y por otro lado fue fundamental que apareciese un problema acuciante para que se desarrollase todo su potencial, en este caso para crear una vacuna. Sin el conocimiento básico previo que se había generado sobre el ARN mensajero no hubiese sido posible crear una vacuna contra el COVID en un tiempo récord. Tengo que reconocer que me ha sorprendido la capacidad de respuesta tan extraordinaria y rápida que se ha tenido para combatir este virus con conocimiento científico y tecnología, lo cual subraya el enorme efecto tractor que produce tener una aplicación bien definida y urgente.

- *Otra de las características de los personajes que quiero destacar es, además de su brillantez intelectual, que son personas poco proclives a lo que podríamos llamar placeres mundanos. Es algo que me llama la atención, pero sí estoy de acuerdo contigo en que esa es la imagen que se transmite muy frecuentemente. El investigador, sin llegar a ser un eremita, sí es caracterizado como alguien centrado casi en exclusiva en su trabajo. Películas, series de TV, incluso cuando se hacen reseñas históricas de*



personajes relevantes para la ciencia, se pone siempre el énfasis en su abnegación y su sacrificio. Esto tiene, según lo veo, mucho de tópico y poco ayuda a atraer más jóvenes a la investigación. ¿Crees que deberíamos hacer algo más para que la investigación científica fuera más divertida no solo para los niños, con lo que de naif tiene, sino también para aquellos que la eligen como su carrera profesional?

Es cierto que con frecuencia se transmite una imagen demasiado seria del investigador, reflejo de su trabajo, que debe ser concienzudo, preciso y pertinaz. Sin embargo, también hay ejemplos de científicos muy famosos que se salían de este canon; estoy pensando por

“Es un gran reto establecer un consenso universal sobre el derecho que cada ciudadano tiene sobre los datos que sobre él tienen los estados y las empresas del mundo digital.”



►  
Medalla que recibió Santiago Ramón y Cajal por la concesión del Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1906.



Fotografía cedida por Alberto Jiménez Schuhmacher.

ejemplo en Richard Feynman. Desde luego, si pensamos en él, no podemos decir que la vida de un científico sea aburrida. Tengo que decir que en mi novela algunos de los personajes también disfrutaban de placeres mundanos, pero invito al lector a que los descubra y se forme su propia opinión. Respecto a la última pregunta, yo creo que sí, que exige tiempo para el profesor el presentar los contenidos de modo más ameno pero que merece la pena, tanto para el estudiante como para el profesor al ver que el estudiante se divierte en las clases.

- Uno de los temas más inquietantes que propones es la inexistencia de una regulación común a la mayoría de los países sobre cuestiones de protección de datos. En el fondo, lo que subyace de esto es que no hay una ética universal comúnmente aceptada. Pero lo que quiero resaltar es la posibilidad que se intuye en tu novela de que puedan crearse “paraísos deontológicos”, análogos a los fiscales, donde el uso de la información esté sujeto a poca o ninguna regulación, independientemente de la forma en que se ha obtenido esa información, al igual que determinados países no preguntan el origen de los fondos financieros recibidos. Desde esta perspectiva, sería posible pensar en la existencia de zonas “francas” donde la información tiene el valor de su utilidad, sin otras connotaciones morales. ¿Qué piensas de ello?

La ciencia y la tecnología no son actividades neutras, como en muchas ocasiones se nos intenta presentar. Desde el momento en el que se plantea un proyecto de investigación, el científico está proyectando en él su ética y su propia visión del mundo. Como bien afirmas, no existe una ética universal comúnmente aceptada, sino que esta es una construcción antropocéntrica que depende de muchos factores. Por lo tanto, es frecuente que en ciertos temas las diferencias de percepción entre lo que es bueno y malo sean enormes. En particular, la ética del utilitarismo está muy extendida y da lugar a “paraísos deontológicos” en muchos ámbitos, el primero el económico, y de ahí que haya tantos países que sean calificados de “paraísos fiscales”. En los tiempos actuales de extrema digitalización donde el manejo de los datos es tan sencillo, es un gran reto establecer un consenso universal sobre el derecho que cada ciudadano tiene sobre los datos que sobre él tienen los estados y las empresas del mundo digital.

- También quiero destacar de tu novela que pones blanco sobre negro la posibilidad del doble uso de la tecnología. Las aplicaciones son tan variadas que no es previsible pensar en todas las derivadas posibles. Además, este doble uso no se concentra únicamente en las aplicaciones inmediatas, como dejás claro. El control de personas y

sociedades por parte de élites políticas y económicas no parece ser solo una pesadilla de George Orwell. ¿Temes que, poco a poco y sin darnos cuenta, este tipo de control se vaya adueñando de nuestras sociedades?

No es que lo tema, es que ya está ocurriendo. No muy lejos, en Reino Unido, existe una cámara de vigilancia por cada 13 personas, y en Alemania es similar. De China, mejor no hablamos, es mucho peor, con ciudades donde hay una cámara por cada 9 personas. En España tenemos una cámara de vigilancia por cada 50 personas. Solo un porcentaje de las cámaras están directamente controladas por los estados, pero llegado el caso tienen derecho a hacer uso de la información captada por todas ellas. Para muchas cosas esto es bueno, como para identificar a las personas que han perpetrado un ataque terrorista, pero para otras puede ser fatal. Estoy pensando sobre todo en los estados totalitarios donde no existe una separación de poderes real y sistemáticamente se encarcela o asesina a los disidentes. En otra derivada, se dice que hoy en día algunas de las compañías tecnológicas que manejan nuestros datos nos conocen mejor que nos conocemos nosotros mismos, quizá porque uno puede autoengañarse, pero estas empresas, utilizando algoritmos de inteligencia artificial, pueden extraer más información sobre nosotros de la que somos conscientes. En este sentido, cuando estalló el escándalo de la empresa Cambridge Analytica, que usó los datos de Facebook para decantar el referéndum del Brexit hacia la salida de

Reino Unido de la Unión Europea y la elección de Trump como presidente de Estados Unidos en 2016, una persona solicitó que Facebook le proporcionase toda la información que tenía sobre ella (en Reino Unido las empresas están obligadas a ello) y le dieron 1200 folios.

- Quiero reseñar dos puntos que me han resultado esperanzadores. El rotundo rechazo a prejuzgar pensamientos que no se han convertido en actos, justicia "preventiva", y la posibilidad de error de la tecnología, por muy avanzada que sea. Lo interpreto como un signo de tu creencia en que el ser humano debe seguir trabajando para no perder el control en favor de unos algoritmos que, aunque con una capacidad de computación muy elevada, distan de la perfección. ¿Puedes darme tu opinión sobre cómo crees que debemos aprender y enseñar que no todo es algoritmo?

Me encanta el epílogo de Thomas Pynchon que aparece en una de las reediciones de la novela *1984*, donde comenta una foto donde George Orwell tiene en brazos a su hijo adoptivo, una foto tomada cuando estaba comenzando a escribir esta novela. Resumo aquí unas líneas del mismo: "En esta fotografía puede verse a Orwell con Richard Blair, su hijo adoptivo, en torno a 1946, a punto de comenzar a escribir *1984*... No es difícil pensar que Orwell, en *1984*, estuviera imaginando un futuro para la generación de su hijo, un mundo del que deseaba prevenirles... Lo que más llama la atención es la sonrisa del niño, directa y radiante, basada en la fe

indubitable de que, al fin y al cabo, el mundo es bueno y la decencia humana, como el amor paterno, puede darse siempre por descontada. Una fe tan noble que casi podemos imaginar a Orwell, y tal vez incluso a nosotros mismos, aunque sea por un momento, jurando hacer cualquier cosa con tal de impedir que sea traicionada."

- Algo que me ha parecido muy preocupante es la posibilidad de manipulación de las personas que nos cuentan. Solemos pensar en gente semiesclavizada al servicio de un líder, pero tú le das un giro diferente y muy interesante. Reconozco que me ha sorprendido positivamente, pero también me ha generado inquietud pensar que parece ser posible que se podría "desconectar" a personas. Pensamos en el hombre biónico como alguien al que se le han sustituido partes físicas de su cuerpo por otras mejoradas, pero las personas "aumentadas" es algo que no debe dejarnos indiferentes, sobre todo si alguien decide alguna vez que se conviertan en personas "reducidas". ¿Cómo de factible ves que los gobiernos y la sociedad hagan dejación de sus medidas de control para evitar que esto ocurra?

Existen tecnologías que en un momento dado se nos pueden ir de la mano, algunas como la edición genética o la energía nuclear son bien conocidas, y la neurotecnología es una clara candidata para entrar en esta categoría. Igual que los gobiernos no pueden hacer dejación de funciones con la edición genética o la energía nuclear, no deberían dejar sin regular la neurotecnología, y en general cualquier otra tecnología que nos adentre en el transhumanismo y tenga la capacidad de redefinir las esencias del ser humano. Contestando a tu pregunta, sí, veo factible que, con intereses espurios, existan lugares donde exista una regulación laxa en neurotecnología.

- Para no hacer ningún tipo de spoiler, ¿qué grado de verosimilitud le das al giro final de tu novela? ¿Nunca estaremos a salvo?

Hoy en día vivimos inmersos en una auténtica guerra digital entre los países más poderosos. Están a la orden del día desde ataques informáticos a un país auspiciados por otro, pasando por espionaje a empresas y a personas patrocinado por varios países, y acabando en prohibiciones y vetos de un país a empresas tecnológicas de otro país. Salvo que Rusia diga lo contrario (en estos momentos en los que escribo esta respuesta amenaza con invadir Ucrania), las guerras del siglo XXI serán tecnológicas y no de trincheras.

## PARA SABER MÁS

Lecturas recomendadas por el autor:

- Santiago Ramón y Cajal. *Un siglo después del Premio Nobel*. Juan Fernández Santarén, Pedro García Barreno, José Manuel Sánchez Ron. Fundación Botín 2006.
- *Las nuevas tecnologías y su impacto en la ciencia, medicina y sociedad*. Rafael Yuste. Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2019
- Página web de la empresa Neuralink: <https://neuralink.com/>
- Demostración de un microchip implantado en un cerdo que ha realizado la empresa Neuralink (video en Youtube): <https://www.youtube.com/watch?v=NpH8Dtcsdf4>
- Agencia SINC, artículo de José Manuel Muñoz: <https://www.agenciasinc.es/Opinion/El-dia-en-que-Facebook-leera-la-mente>
- Escribir con el pensamiento, revista Investigación y Ciencia: <https://investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/hongos-la-nueva-amenaza-839/escribir-con-el-pensamiento-20109>
- Entrevista a María López, directora de la empresa Bitbrain: [www.heraldo.es/noticias/aragon/2020/12/30/maria-lopez-cofundadora-de-bitbrain-nuestra-tecnologia-esta-en-panales-pero-puede-cambiar-la-naturaleza-humana-1411267.html](http://www.heraldo.es/noticias/aragon/2020/12/30/maria-lopez-cofundadora-de-bitbrain-nuestra-tecnologia-esta-en-panales-pero-puede-cambiar-la-naturaleza-humana-1411267.html)
- Enlace al reportaje de TVE "Humanos híbridos": <https://www.rtve.es/alacarta/videos/el-cazador-de-cerebros/humanos-hibridos-conquista-del-cerebro/5886553/>
- Entrevista a José María de Teresa en RTVE Cataluña (29/01/2022): <https://www.rtve.es/play/videos/programa/revolucion-neuronal-promet-canvis-nomes-cinc-anys/6332977/>



Bahía de Singapur, donde se desarrolla parte de la acción de la novela.

# ¡¡14 años divulgando la Ciencia!!

¿Qué es conCIENCIAS?

conCIENCIAS es una revista de divulgación científica cuyo principal objetivo es hacer llegar el conocimiento científico a la sociedad de una manera sencilla y atractiva, pero con el rigor que requiere la transmisión del conocimiento.

Surge en el seno de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza en el año 2008, gracias a la iniciativa de un grupo de profesores. La revista tiene, desde su inicio, una frecuencia de dos números anuales.

Los objetivos que nos planteamos cuando propusimos la creación de esta revista fueron varios. En primer lugar queríamos encuadrarnos plenamente en el mundo de las nuevas tecnologías. También era nuestra intención...

Los conocimientos es vital para el

Repositorio de revistas

Inicio

Búsqueda por autor Búsqueda por palabra clave Búsqueda avanzada Otras revistas

El último número publicado es el número 25:

Números anteriores

150 AÑOS	CIENCIA, siempre	Nº 21 SIGLO XXI	120 años de CONOCIMIENTO	CIENCIA TODO	CIENCIA
LA CIENCIA de ayer	CIENCIA SABER	LA CIENCIA y el	ENRAE UNA VEZ LA CIENCIA	UN AVISARIO PARA RECIBIR	CIENCIA
LA CIENCIA	CIENCIA SABER	LA CIENCIA y el	ENRAE UNA VEZ LA CIENCIA	UN AVISARIO PARA RECIBIR	CIENCIA

Otras publicaciones

INSTRUMENTA

BOTANICA -ARS NATURA-

LOS ÁRBOLES DEL CAMPUS

CIENTÍFICAMENTE OBJETIVO

En el último número...

Aspectos de interés sobre la salud (pública) oral

Clasificación de riesgo y el desarrollo de intervenciones basadas en evidencia científica para evaluar diferentes niveles de atención

Clasificación de riesgo y el desarrollo de intervenciones basadas en evidencia científica para evaluar diferentes niveles de atención

Clasificación de riesgo y el desarrollo de intervenciones basadas en evidencia científica para evaluar diferentes niveles de atención

divulgacionciencias.unizar.es/revistas/web/revistas/revista/28

Nº 28 MAYO 2022

DESPERTAR A LA NORMALIDAD

divulgacionciencias.unizar.es

**CELEBRACIÓN DE SAN ALBERTO MAGNO**

El día 15 de noviembre tuvo lugar el acto de celebración de la festividad de la Facultad, que estuvo copresidida por la Consejera de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento del Gobierno de Aragón, María Eugenia Díaz y por la Vicerrectora de Transferencia e Innovación, Gloria Cuenca. Estuvieron acompañadas en la mesa por el Decano de la Facultad de Ciencias, Luis Morellón, el Presidente del Consejo Social, Manuel Serrano, el Coronel Subdirector de la Academia General Militar, José González y la Profesora Secretaria de la Facultad de Ciencias, Conchita Martínez.

En este acto tuvo lugar la entrega de los Premios Extraordinarios de Titulación de los cursos 2019/20 y 2020/21, de los premios de la XXIV edición del concurso de fotografía San Alberto Magno (patrocinados por la Cátedra Ibercaja de Innovación Bancaria de la UZ), del II Concurso de fotografía "Movilidad internacional: cambiando vidas, abriendo mentes" y de la VII edición del concurso de relatos cortos Facultad de Ciencias (patro-

**“En el acto se concedió la distinción *Amigos de la Facultad* a César Lafuente y Javier Munné, técnicos informáticos del SICUZ por su inestimable ayuda durante estos dos años.”**



**Izquierda: foto de los Premios Extraordinarios de Titulación de la Facultad de Ciencias de los cursos 2019/20 y 2020/21 junto con la Consejera de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento del Gobierno de Aragón, la Vicerrectora de Transferencia e Innovación, y el Decano y la Profesora Secretaria de la Facultad de Ciencias .**

**Derecha: foto de los Profesores jubilados del centro durante los cursos 2019/20 y 2020/21 junto con el Decano de la Facultad de Ciencias.**

cinados por la Cátedra IQE de la UZ). Con las fotografías presentadas en ambos concursos se realizó y proyectó el vídeo “Mundo y Ciencia a través de tus ojos”, amenizado por la música del Coro universitario inclusivo Cantatutti. Las fotos y relatos ganadores de estos concursos se pueden consultar en: <https://ciencias.unizar.es/movilidad-internacional> y <https://ciencias.unizar.es/concursos-de-proyeccion-social>.

La lección magistral fue impartida por el Profesor Alberto Anel. Se hizo entrega por primera vez del Galardón “Estudiante del Año” (años 2020 y 2021) a Laura Atarés y Erika Sarco. En el mismo acto se homenajeó a los jubilados del centro, se acogió a los nuevos miembros del Senatus Científico y se concedió la distinción “Amigos de la Facultad” a César Lafuente y Javier Munné, técnicos informáticos del SICUZ por su inestimable ayuda durante estos dos años en relación con el equipamiento informático de la facultad.



Facultad de Ciencias

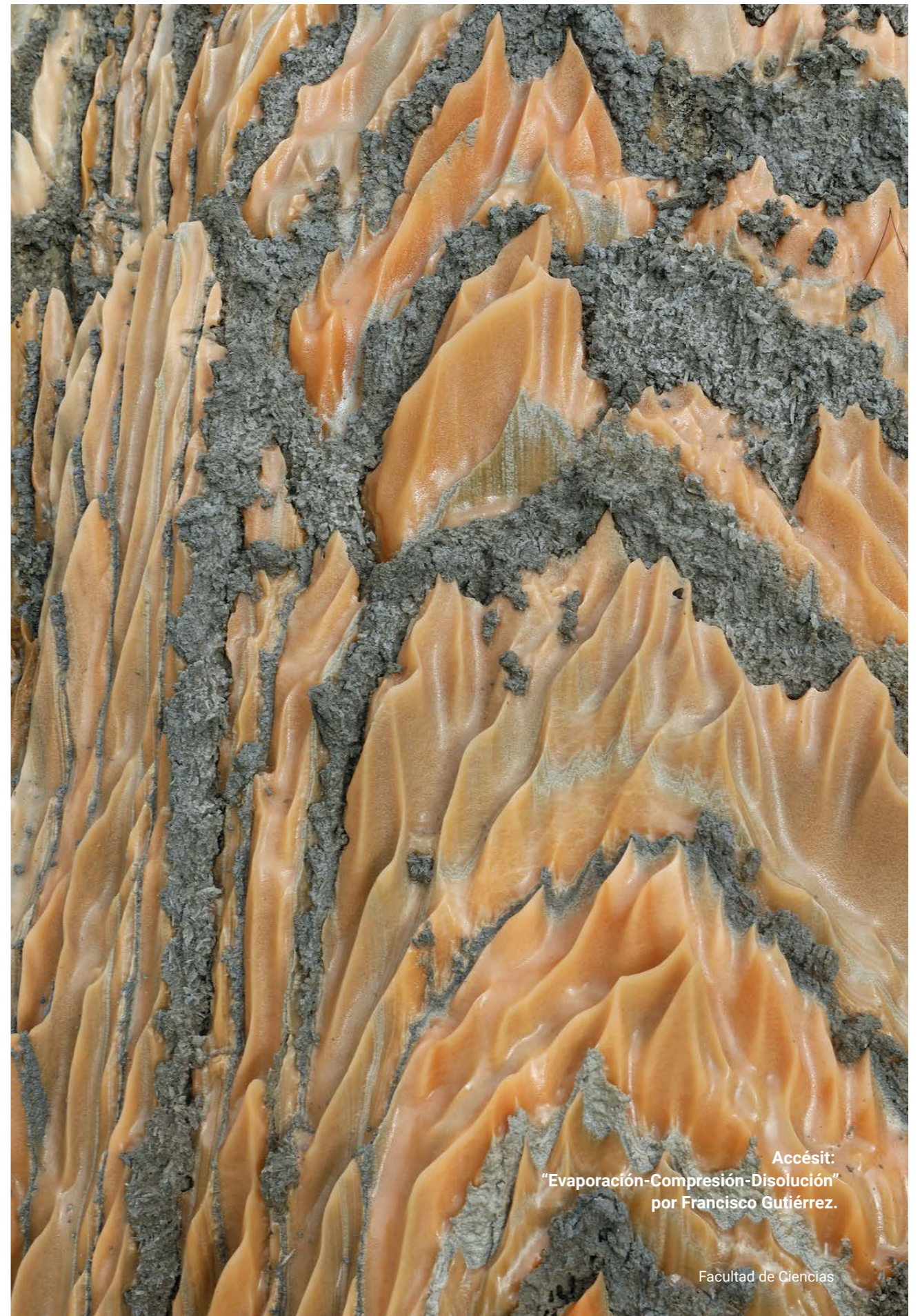
Ana Rosa Soria  
Vicedecana de Proyección Social y Comunicación  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza



Primer Premio:  
"Un momento en el pasdo de Andrómeda"  
por Ángel Sanz.



Segundo Premio:  
"La Palma. Temor volcánico"  
por Laura Andrea de las Herás.



Accésit:  
"Evaporación-Compresión-Disolución"  
por Francisco Gutiérrez.

Facultad de Ciencias

**ACTO DE GRADUACIÓN EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LOS GRADUADOS Y ESTUDIANTES DE MÁSTER QUE FINALIZARON SUS ESTUDIOS EN EL CURSO 2020/2021**

El 22 de diciembre de 2021, la Facultad de Ciencias celebró el acto académico de Graduación en el que tuvo lugar la entrega de diplomas a sus graduados y estudiantes de máster que han finalizado sus estudios en el curso 2020/2021. Los actos tuvieron lugar en el Aula Magna de la Facultad y pudieron seguirse por streaming.

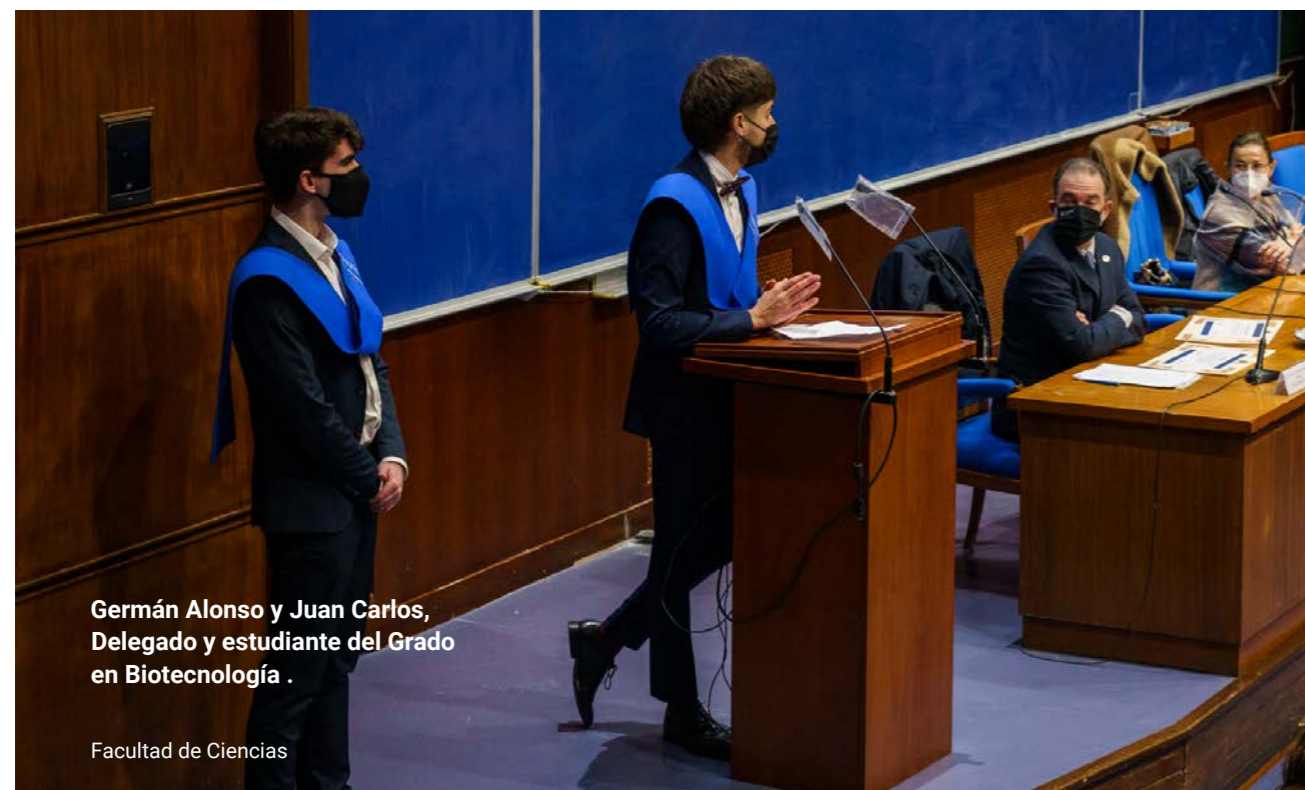
- 17:00 h: Acto de Graduación de los graduados en Biotecnología y Químicas y de los másteres universitarios asociados: [https://www.youtube.com/watch?v=cQ\\_U0G3L-IE&t=56s](https://www.youtube.com/watch?v=cQ_U0G3L-IE&t=56s).
- 19:00 h: Acto de Graduación de los graduados en Física, Geología, Matemáticas y Óptica y Optometría y de los másteres universitarios asociados: <https://www.youtube.com/watch?v=aTTXraazch0&t=19s>.

Los titulados tuvieron una participación muy activa en el acto de graduación. Cada promoción fue nombrada por el coordinador/a de su titulación quienes además les dirigieron unas palabras de felicitación, de ánimo y

optimismo ante la nueva etapa que se abre ante ellos. Todas las titulaciones prepararon un pequeño vídeo con imágenes de su promoción a lo largo de estos años y hubo representantes de cada uno de los grados que dirigieron a sus compañeros unas breves e intensas palabras. Los representantes que hicieron estas intervenciones, y cuyas imágenes se muestran, fueron: Germán Alonso y Juan Carlos Palacio (Grado en Biotecnología), Pablo Yagüe (Grado en Física), Javier Martínez y Guillermo Pérez (Grado en Geología), Álvaro Garijo (Grado en Matemáticas), Julia Cavero y Jorge Arnedo (Grado en Óptica y Optometría) e Inmaculada Casasnovas y Juan Carlos Pérez (Grado en Químicas).

Estas intervenciones le aportaron al acto de graduación un carácter entrañable, emotivo y divertido que se unió a la solemnidad oficial de dicho acto.

Ana Rosa Soria  
Vicedecana de Proyección Social y Comunicación  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza



Germán Alonso y Juan Carlos, Delegado y estudiante del Grado en Biotecnología .

Facultad de Ciencias



A



B



C



D



E

A: Pablo Yagüe, Delegado y Mentor del Grado en Física.

B: Javier Martínez y Guillermo Pérez, subdelegado y mentor del Grado en Geología

C: Álvaro Garijo, estudiante del Grado en Matemáticas.

D: Julia Cavero y Jorge Arnedo, delegados del Grado en Óptica y Optometría.

E: Inmaculada Casasnovas y Juan Carlos Pérez, delegada y mentor del Grado en Químicas.

**PHYSICS AROUND THE CLOCK 2022**

Los días 19 y 20 de febrero se celebró la IV edición del Physics around the clock. En este Physicaton universitario 39 participantes tuvieron que resolver, en un plazo de 18 horas, uno de los tres problemas de física propuestos. El reto está orientado a estudiantes del Grado de Física de todos los niveles y de otros grados interesados. En esta edición también participaron estudiantes de matemáticas, química, geología y del programa FISMAT.

En el primer problema planteado se debía elaborar un plan de defensa contra cuerpos celestes incluyendo la estrategia para evitar el impacto terrestre; el segundo solicitaba proponer una solución para que, en un planeta Tierra sin hielo, se revertiese la situación y se pudiese volver a tener hielo en los polos; y el tercer problema consistía en programar la dinámica que existe en el atractor de Lorenz.

En esta edición los organizadores fueron: Andrés Martínez, Ximena Pérez, Leyre Larraya, Pablo Vizcaíno y Pablo Gallarta.

Los equipos, formados por tres y cuatro estudiantes, tuvieron que elegir uno de los tres problemas que se les presentó, elaborar una solución antes de las 15:00h del domingo y defenderlo de forma verbal el domingo por la tarde. Tres jurados (uno por cada problema) formados cada uno por tres miembros, profesores de la Universidad de Zaragoza o representantes de las empresas arriba mencionadas, decidieron cuál fue la solución más adecuada para cada uno de los problemas y proclamaron los equipos ganadores de cada uno de los problemas planteados. Durante la deliberación del tribunal los participantes pudieron disfrutar de la charla que les ofreció el profesor Benas Urbonavicius del departamento de Física de la Universidad de Kaunas.

Ana Rosa Soria  
Vicedecana de Proyección Social y Comunicación  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Zaragoza

“Los equipos tuvieron que elegir uno de los tres problemas que se les presentó, elaborar una solución y defenderlo de forma verbal.”



▶  
**Arriba: Ximena, Andrés, Pablo y Leyre, organizadores del physicaton 2022.**

**Abajo: foto final de los participantes y el jurado de la IV edición del Physics around the clock 2022.**







**“ENCUENTROS CON LA CIENCIA” CUMPLE 20 AÑOS**

El ciclo de conferencias “Encuentros con la Ciencia” cumple 20 años. Desarrollado en “Ámbito Cultural” de El Corte Inglés de Zaragoza cuenta con los siguientes organizadores: Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra, Etopia y Fundación Zaragoza Ciudad de Conocimiento (Ayuntamiento de Zaragoza), Cátedra IQE (Industrias Químicas del Ebro), Facultad de Ciencias (Universidad de Zaragoza) y Real Sociedad Española de Física en Aragón.

Como consecuencia de la Covid-19, el ciclo se suspendió en marzo de 2020, habiéndose reiniciado de manera presencial en octubre de 2021. Así, en el curso 21-22 se han planificado nueve conferencias de carácter divulgativo y temáticas variadas. El ciclo de charlas tiene una

periodicidad mensual de octubre a diciembre y de enero a junio. La asistencia de público a las mismas ha sido muy elevada superando las expectativas iniciales, lo que indica una fidelización a este ciclo. Son ya 20 años de un ambiente distendido, pero totalmente interesado por el tema de cada conferencia, de divulgación activa en nuestra ciudad.

**“El ciclo se suspendió en marzo de 2020, habiéndose reiniciado de manera presencial en octubre de 2021.”**



Fotografías de Ana Elduque.

# ENCUENTROS CON LA CIENCIA

Ciclo de charlas de divulgación científica



**ÁMBITO CULTURAL**  
**EL CORTE INGLÉS**  
Paseo de la Independencia 11  
Zaragoza

**ORGANIZAN:**

Ana Isabel Elduque (Universidad de Zaragoza)  
José Manuel Vicente (Centro Universitario de la Defensa)  
Alberto Virto (Ayuntamiento de Zaragoza)  
Juan José Ortega (Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra)  
Fernando Bartolomé (Real Sociedad Española de Física en Aragón)

**PATROCINAN:**

Etopia (Ayuntamiento de Zaragoza)  
Fundación Zaragoza Ciudad del Conocimiento  
Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra  
Cátedra IQE  
Real Sociedad Española de Física en Aragón  
Ámbito Cultural de El Corte Inglés

**COLABORAN:**

Albireo Cultura Científica  
Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza

**DE LO INVISIBLE A LO PREVISIBLE**  
José Manuel Vicente / 21 octubre 2021

**¿QUÉ HEMOS APRENDIDO DE LA COVID-19?**  
Nacho de Blas / 4 noviembre 2021

**ZARAGOZANOS SUPERVIVIENTES A TODAS LAS ENFERMEDADES. DE LAS PANDEMIAS DE PESTE A LA DE COVID-19**  
Luis Arcarazo / 16 diciembre 2021

**ECONOMÍA CIRCULAR: QUÉ ES Y PARA QUÉ**  
Juan José Ortega / 13 enero 2022

**Mesa Redonda: LA MUJER, LA NIÑA, LA CIENCIA. FEMENINO PLURAL**  
PONENTES: Isabel Nerín, Emma Caveró, Javier Mateo  
COORDINA Y MODERA: Ana Isabel Elduque  
9 febrero 2022

**EL MIEDO EN LA EDAD MEDIA: PESTE, HAMBRE Y MUERTE**  
José Luis Corral / 10 marzo 2022

**INCENDIOS FORESTALES, PELIGROS Y COMBATE. LA ACTUACIÓN DE LA UME FRENTE A LOS MISMOS.**  
Gustavo Abad / 21 abril 2022

**SANIDAD UNIVERSAL Y GRATUITA. EL FUTURO.**  
Julio Maset / 12 mayo 2022

**40 AÑOS VIENDO ÁTOMOS**  
Fernando Bartolomé / 16 junio 2022

**¡CUMPLIMOS 20 AÑOS!**





Fotografías de Encuentros en Zaragoza.



El 11 de febrero de 2022, con motivo de la celebración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, se celebró la primera charla de ENCUENTROS en Ámbito Cultural de Pamplona, quedando así ampliado el ciclo de divulgación a la comunidad navarra.

Equipo editorial

CONFERENCIAS | EXPOSICIONES | CINE | MÚSICA | POESÍA | PINTURA

**11 FEBRERO**  
VIERNES

ENCUENTROS CON LA CIENCIA  
19:00 horas, calle Estella, 9. Pamplona.



**'LO ÚNICO IMPRESCINDIBLE PARA SER MARIE CURIE ES SER MUJER... LO DEMÁS LO APORTA EL CONOCIMIENTO'**  
por Ana Isabel Elduque



Fotografías de Encuentros en Pamplona.

La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el 11 de febrero como el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia con el objetivo de lograr el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia para las mujeres y las niñas, la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas.

Con motivo de esta celebración, la Decana del Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra y Catedrática de Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza, Ana Isabel Elduque, impartirá la conferencia 'Lo único imprescindible para ser Marie Curie es ser mujer... lo demás lo aporta el conocimiento'.

En la conferencia se muestra la falta de equilibrio en el género de los alumnos de las denominadas carreras STEM, comparadas con el resto de las titulaciones, y se hace un análisis de las causas de dicho desequilibrio. La segunda parte de la charla se centrará en el tipo de acciones que debería emprender la sociedad para facilitar una mayor presencia de la mujer en todos los ámbitos de conocimiento.

Presentará el acto Juan José Ortega, Tesorero del Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra.



Fotografías de Ana Elduque.

# REINICIAMOS EL CICLO DE COLOQUIOS

después de dos años de pandemia

## ConCIENCIA de MUJER

Ciclo de coloquios sobre mujeres y ciencia · 2022



**16MAR**

**Elsa Punset**  
Escritora, filósofa y especialista en inteligencia emocional



**27ABR**

**Coloquio**

**Cristina Nerín**,  
Catedrática de Química Analítica de la Universidad de Zaragoza

**Conchita Gimeno**,  
Investigadora del Instituto de Síntesis Química y Catálisis Homogénea de Zaragoza

**Alberto Jiménez Schuhmacher**,  
Investigador ARAID en el IIS Aragón y responsable del Grupo de Oncología Molecular

**Ana Isabel Elduque**,  
Catedrática de Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza



**11MAYO**

**Rosa Menéndez**  
Presidenta del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)



Coordina y modera: **Ana Isabel Elduque**

Todas las sesiones se celebrarán a las **18:30 horas** en la **Cámara de Comercio, Industria y Servicios de Zaragoza** (Pº Isabel la Católica, 2)  
Información e inscripciones: [www.camarazaragoza.com](http://www.camarazaragoza.com)

**arame** | ASOCIACIÓN ARAGONESA DE MUJERES EMPRESARIAS

**Basilio Paraíso**  
Fundación

**Cámara**  
Zaragoza



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/1



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/2



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/3



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/4



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/17



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/18



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/19



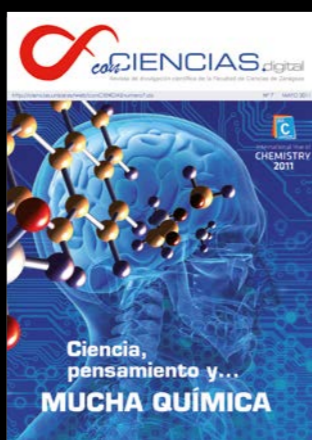
divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/20



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/5



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/6



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/7



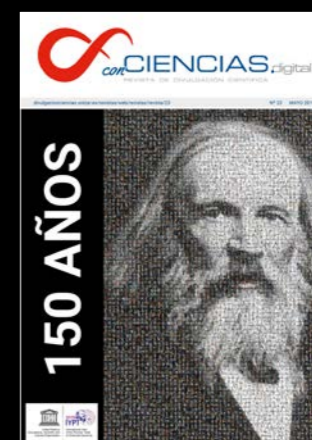
divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/8



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/21



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/22



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/23



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/24



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/9



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/10



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/11



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/12



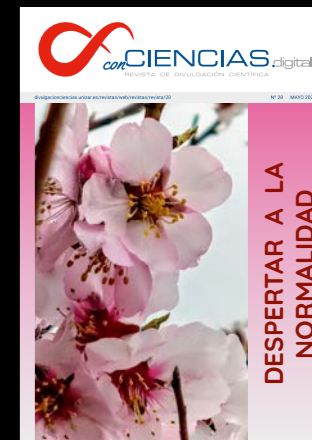
divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/25



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/26



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/27



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/28



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/13



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/14



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/15



divulgacionciencias.unizar.es/  
revistas/web/revistas/revista/16



¡DESCÁRGALAS GRATIS!

