



con CIENCIAS.digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

<http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero13.do>

Nº 13 MAYO 2014

LA CIENCIA Y SU IMPORTANCIA SOCIAL



Redacción

DIRECCIÓN:

- Ana Isabel Elduque Palomo

SUBDIRECCIÓN:

- Concepción Aldea Chagoyen

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN:

- Víctor Sola Martínez

COMISIÓN DE PUBLICACIÓN:

- Luis Alberto Anel Bernal
- Jesús Anzano Lacarte
- Enrique Manuel Artal Bartolo
- Ángel Francés Román
- Cristina García Yebra
- Luis Teodoro Oriol Langa
- María Luisa Sarsa Sarsa
- María Antonia Zapata Abad

Edita

Facultad de Ciencias,
Universidad de Zaragoza.
Plaza San Francisco, s/n
50009 Zaragoza

e-mail: web.ciencias@unizar.es

IMPRESIÓN: GAMBÓN Gráfico, Zaragoza.

DEPÓSITO LEGAL: Z-1942-08

ISSN: 1888-7848 (Ed. impresa)

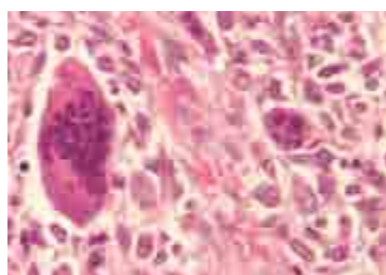
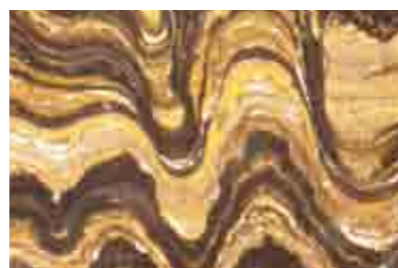
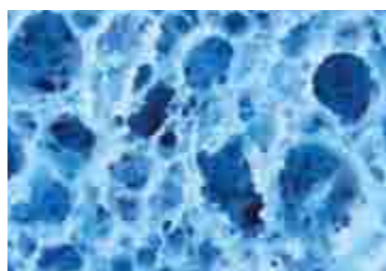
ISSN: 1989-0559 (Ed. digital)

Imágenes: fuentes citadas en pie de foto.

Portada: fotografía ganadora del Premio San Alberto Magno, edición 2013
(Borja Pérez - *Lupa natural*).

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

Editorial	2
Henry Moseley: rayos X, tabla periódica y guerra Pascual Román	4
Los asesinos del sistema inmunitario Alberto Anel, Luis Martínez-Lostao y Julián Pardo	22
Biolingüística: breve biografía de una disciplina emergente José Luis Mendivil	30
Polímeros: de macromoléculas a materiales Milagros Piñol y Luis Oriol	46
Geología para una <i>Nueva Cultura de la Tierra</i> José Luis Simón	64
<u>La reforma que nos va a llegar</u> Ana Isabel Elduque	76
<u>Espirales en la naturaleza: una incursión en la Biomatemática recreativa</u> Mariano Gasca	88
<u>Noticias y actividades</u>	106





LA REFORMA QUE NOS VA A LLEGAR

“Si de verdad no hacemos algo pronto, vamos a tener que aplicar, y sufrir, una nueva reforma universitaria que parecerá surgida de los Ministerios de Economía y de Hacienda.”

POR ANA ISABEL ELDUQUE

La reforma que nos va a llegar

Como dicen nuestros gobernantes, estamos en tiempos reformistas, aunque no sé a ciencia cierta qué es lo que esto significa ni implica. Pero sí es cierto que, sea *motu proprio*, o por imposición exterior, las estructuras de nuestro país se están viendo inmersas en una pléyade de cambios inimaginable hace poco tiempo.*

A tenor de lo que estamos viendo y viviendo, y sin otra información que la misma que pueda disfrutar cualquier observador atento de la realidad, sí creo que podemos discernir las líneas generales de la que, sin duda, se constituirá en una nueva reforma del sistema universitario español. No pretendo hacer de gurú, pero creo que es nuestra obligación como profesionales de la institución pensar en la cuestión y, proponer, si no adelantarnos, a los cambios venideros.

En este artículo quiero expresar las que creo que van a ser las líneas argumentales básicas que marcarán los cambios legislativos que se avecinan. Nos afectan en mucho y no está de más, en mi opinión, que comenzáramos a hacer nuestra propia reflexión y debate. Las posturas resistentes, muy típicas en la universidad española, son poco fructíferas desde el punto de vista de implantar los cambios que precisamos. Suelen quedarse en meras transacciones que apenas edulcoran unas medidas tomadas desde criterios ajenos a la institución.

El primero, y seguramente el más básico, de los criterios de cualquier reforma que se vaya a hacer a corto plazo va a ser su sesgo economicista. Criterios de rentabilidad, defendidos como sostenibilidad financiera del sistema, van a imperar e impregnar toda reforma. Nada que precise de una financiación pública no contro-

lada va a tener continuidad. Los poderes públicos, y en ellos incluyo a los encargados de la obtención y asignación de recursos económicos, han mostrado claramente su aversión a emprender acciones cuyo coste no pueda estar sometido a un estricto control anual. Y claramente, cualquier titulación universitaria, con su carácter plurianual, su necesidad de ser prolongada con programas de Máster y de Doctorado, con la incertidumbre del número de alumnos que deseen cursarla y otras muchas más incógnitas, no va a ser del agrado de los que hoy en día marcan las políticas sociales de Europa. Ningún *hombre de negro* va a mostrar la más mínima sensibilidad por comenzar algo hoy cuyo rendimiento no se percibirá hasta pasados muchos años.

La consecuencia de este planteamiento economicista es obvia: apenas se autorizarán nuevas titulaciones diferentes a las que ya se imparten y, las que lo son, estarán sujetas a un examen de coste-beneficio que tendrá poco que ver con el interés escolar de las mismas. Un ejemplo claro se puede apreciar ya en la educación secundaria, donde determinados itinerarios de Bachillerato han quedado relegados en los centros privados, ya que su demanda no es lo suficiente como para compensar el coste de su impartición.

La segunda línea que vislumbro es que cualquier reforma va a tener un importante carácter recentralizador. Esta característica, que se puede apreciar en otros aspectos de la vida nacional, está defendida no solo por los criterios de ahorro y de eliminación de duplicidades, con lo que estaría emparentada con la anterior, sino con otros como son los de unidad de mercado e, incluso, aquellos referidos a una pretendida igualdad entre todos los territorios. Bien es sabido que esta pretensión conlleva el argumento de que solo una visión central del país puede fijar las metas y objetivos que más benefician al común de los españoles. Esta justificación, a mi entender, excede con mucho la fijación de mínimos que es la auténtica labor de cualquier ente na-



Comisión Europea (Bruselas, Bélgica).

<http://www.zoomnews.es>



Aula Magna de la Facultad de Ciencias (Universidad de Zaragoza).

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

“Criterios de rentabilidad, defendidos como sostenibilidad financiera del sistema, van a imperar e impregnar toda reforma.”

*Una versión reducida de este artículo fue publicada en Heraldo de Aragón (20 de diciembre 2013, pag. 21).

La reforma que nos va a llegar

cional. Impedir a las diferentes instituciones, sea cual sea su ámbito de actuación territorial, hacer un desarrollo más intenso de su propia actividad tiene como resultado el cercenar cualquier iniciativa que no goce con el beneplácito del centro decisorio central. En una Europa que preconiza como un valor fundamental el Principio de Subsidiariedad, esta visión centralizadora encaja mal, y pone a la luz la enorme contradicción que existe entre lo preconizado y lo que se lleva a efecto.

Lo que se deriva inmediatamente de esta visión recentralizadora es que solo en determinados centros universitarios se van a impartir algunas titulaciones, sean del nivel o ciclo que sean. No hace falta decir que los ganadores de este movimiento serán aquellas instituciones que estén más cercanas a los centros de poder. Aquellas cuyo claustro de profesores alimente a las cúpulas

dirigentes. Aquellas cuya ubicación geográfica sirva de excusa para ser caracterizadas como imprescindibles. El resto, como muchas veces ha ocurrido ya, seremos mera comparasa. Cuando hace algunos años se llevó a cabo la calificación de algunas universidades como Campus de Excelencia, ya pudimos apreciar una primera puesta en práctica de lo que he comentado, aunque en ese momento no existiera todavía este espíritu centralizador que ahora campea por el país. Y aun así, algunos tuvimos que ir a la repesca.

Otro aspecto que creo que va a acompañarnos permanentemente va a ser la existencia de índices, ratios, calificaciones o como quieran denominarse. La calificación, y la clasificación derivada, van a ser una tarea cotidiana. De igual modo que las empresas productivas están obligadas a presentar resultados de forma periódica y estandarizada, las universidades

Memorial Hall, Universidad de Harvard (EEUU).

Fotografía por Chen Siyuan (wikipedia).



“En Estados Unidos, paradigma de la democracia occidental, han elegido por primera vez un presidente negro, pero, no lo olvidemos, estudió en Harvard.”

vamos a estar inmersas en una continua lucha para la obtención de una calificación determinada. No hay nada malo en ser examinado. Nada que objetar a ello. Lo que no sé si es muy oportuno es que la calificación, como ya he dicho, derive en clasificación. Y aquí vuelve a haber ganadores y perdedores. Todos los índices existentes en el mundo intentan ponderar el tamaño de los distintos centros para ofrecer una valoración pretendidamente objetiva. Pero, en mi opinión, no lo logran en absoluto. No encuentro coherente que los centros universitarios

de los países cuya capacidad innovadora y tecnológica está fuera de toda duda obtengan unas calificaciones muy por debajo de otros cuya generación de riqueza productiva real es mínima y basan su desarrollo en actividades financieras, incluso especulativas. Para no alargarme más, insto al lector a comparar los índices de Shanghai de las universidades británicas y alemanas y los comparen con las capacidades de sus respectivos países.

También este aspecto tendrá sus efectos, y creo haberlos nombrado ya: habrá ganadores y perdedores. ¿Quién querrá ir a una universidad mal valorada si puede evitarlo? Y, lo que es peor en mi opinión, ¿cómo se valorará a los titulados de estas universidades poco reconocidas? ¿Tendrán estos estudiantes y profesores que sufrir su pertenencia a las mismas como si fuera su pecado original? Esta discriminación

Entrada al Campus de San Francisco (Universidad de Zaragoza).

Fotografía de la Facultad de Ciencias.



Edificio de Químicas de la Facultad de Ciencias (Universidad de Zaragoza).

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

ya se produce en otros países, especialmente en los anglosajones, donde es conocido que solo procediendo de determinados ambientes escolares elitistas es posible alcanzar las mayores metas. En Estados Unidos, paradigma de la democracia occidental, han elegido por primera vez un presidente negro, pero, no lo olvidemos, estudió en Harvard.

Un hecho particularmente significativo es que cualquiera de las características anteriores queda mediatizada según sea el afectado. Como ilustración de lo dicho, quiero, y ruego al lector, que comprenda que use a nuestra propia institución como ejemplo. Los índices o clasificaciones son usados continuamente, especialmente cuando son negativos, como justificación de la necesidad de reformas y, lo que

es más perverso en mi opinión, como prueba de que mayor inversión o gasto en educación no garantiza mejor calidad de lo obtenido. Pero cuando los índices son favorables, si aquel que los obtiene no está introducido dentro de los círculos de poder, son obviados y olvidados. Ni tan siquiera nombrados por los medios. Según el índice de Shanghai, la sección de Químicas de la Universidad de Zaragoza lleva ya unos cuantos años siendo no solo la mejor de su área de conocimiento en todo el país. Es también la mejor en cualquier área de conocimiento. Es la única que se mantiene entre las cien primeras del mundo. Pero nada de esto redundará en un mayor reconocimiento fuera de ámbitos muy reducidos. ¡Qué diferente sería si se diera este mismo caso en la Universidad...! Permítame el lector los puntos suspensivos.

Otra importante tendencia que se está imponiendo es la reducción, incluso la eliminación, de la elección de los dirigentes universitarios. Algunos organismos de la institución se han mostrado bastante inoperantes en los últimos años. Pero su reforma no justifica de ninguna manera su eliminación fulminante. La propia elección de los rectores por parte de la comunidad universitaria ha sido puesta en entredicho, llegándose a proponer por algunos pretendidos expertos la elección por los propios gobernantes. Esta situación, justificada usando siempre el ejemplo exterior de las más prestigiosas universidades, ya se vivió en España, hecho este que se obvia en la argumentación. Y no es precisamente la universidad de entonces el ejemplo al que debamos encaminarnos. Esta visión es concordante con la concepción de que la sociedad debe estar gobernada por los más

aptos, aunque no esté claro cómo se ha llegado a esta conclusión. La tecnocracia no es, en mi opinión, nada saludable para la obtención de metas a largo plazo. Lo que hoy tiene más sentido económico viene condicionado claramente por unas condiciones de contorno que no tienen por qué ser inmutables. Es más, nunca lo son. Nosotros trabajamos en plazos que, como mínimo, exceden la duración de los títulos. La elección por parte de los gobernantes

“Según el índice de Shanghai, la sección de Químicas de Zaragoza lleva ya unos cuantos años siendo no solo la mejor de su área de conocimiento en España. Es también la mejor en cualquier área.”



Antiguas Facultades de Medicina y Ciencias de la Universidad de Zaragoza.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

La reforma que nos va a llegar

de los principales miembros de los equipos de dirección va a estar, como mínimo, tan sujeta al cambio político como lo están el resto de instituciones cuyo funcionamiento se rige por estos criterios. Es lógico que el Presidente del Congreso cambie con la mayoría gobernante, pero ¿el rector de una universidad?

La aplicación de criterios políticos va a tener claramente un efecto sobre la continuidad de los planes a largo plazo. ¿Cómo será posible que se alcancen acuerdos de extrema impor-

“Algunos organismos de la institución se han mostrado bastante inoperantes en los últimos años. Pero su reforma no justifica de ninguna manera su eliminación fulminante.”

tancia para la universidad si están sujetos al vaivén político? Recuerde el lector que nuestra propia Universidad de Zaragoza había alcanzado un pacto presupuestario plurianual con el anterior gobierno regional que, tras el cambio de gobierno, quedó desdibujado.

Creo que los miembros de la universidad debemos pensar realmente qué queremos que se reforme. Nos vamos a ver abocados a un nuevo replanteamiento de los planes de estudio, debido a la falta de encaje de nuestro plan de grados de cuatro años frente al de tres de la mayoría de los países europeos. Tenemos que definir qué entendemos por carrera profesional de los docentes y las promociones que de ella se derivan. No es coherente mantener una mezcla mal definida entre los méritos personales para alcanzar una determinada promoción, las necesidades docentes, como si la pro-



Cortes de Aragón (Zaragoza).

Fotografía por Cortes de Aragón (Flickr).



Ciclo de Conferencias *Cita con la Ciencia* en la Facultad de Ciencias (Universidad de Zaragoza).

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

moción del profesorado las alterara, y las políticas de estabilidad presupuestaria que establecen el índice de reposición como árbitro final. No hemos determinado ni establecido la relación entre carga investigadora y docente, valorando cada tribunal de forma unilateral los méritos de los candidatos. No están recogidas de verdad otras actividades, como las divulgadoras, en las labores de los integrantes de la universidad, a pesar de que la Ley de Ciencia las recoge como propias de la labor universitaria. Y muchas cosas más que cualquiera de nosotros podría citar.

Si de verdad no hacemos algo pronto, vamos a tener que aplicar, y sufrir, una nueva reforma universitaria que parecerá surgida de los Ministerios de Economía y de Hacienda.

“¿Cómo será posible que se alcancen acuerdos de extrema importancia para la universidad si están sujetos al vaivén político?”

Ana Isabel Elduque

Decana de la Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza

Los TESOROS de la FACULTAD



Fondos del antiguo
Museo de Biología



INSTRUMENTA:
colección de
instrumentos de
laboratorio



BOTÁNICA:
Murales Antiguos



Fondos
bibliográficos
de la Facultad
de Ciencias



Colección García de Galdeano



Fondos del Museo Paleontológico



ESPIRALES EN LA NATURALEZA: UNA INCURSIÓN EN LA BIOMATEMÁTICA RECREATIVA

“La relación más antigua y evidente entre los organismos vivos y las Matemáticas tiene que ver con la Geometría.”

POR MARIANO GASCA

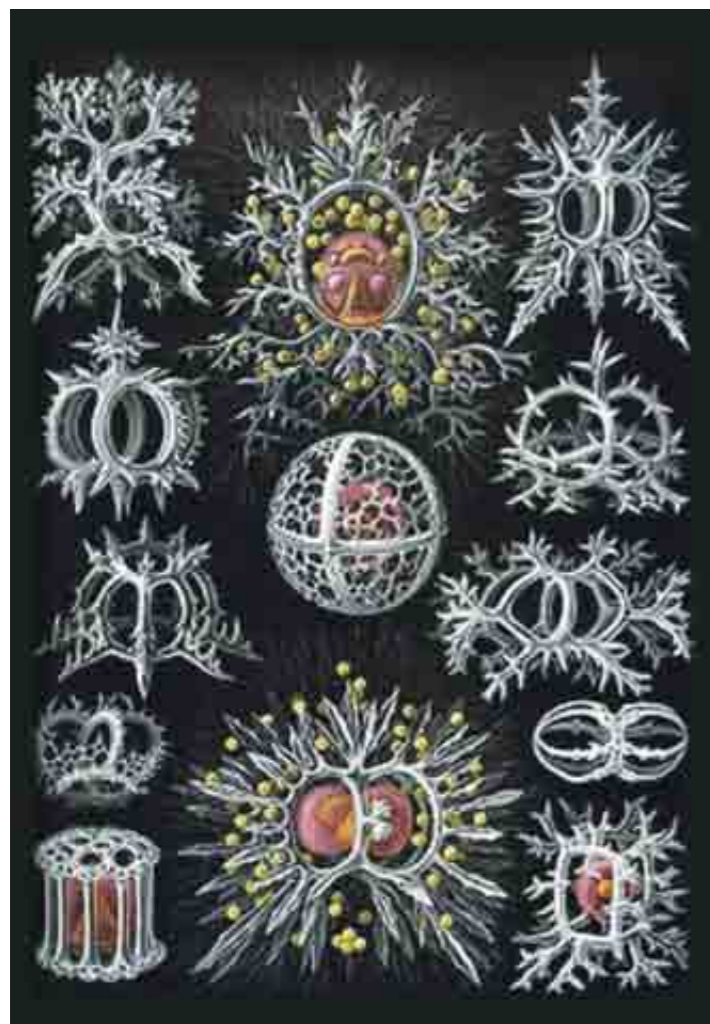


Fotografía ganadora del
Premio San Alberto Magno
(edición 2012).

Fotografía por Alba Pérez.

Espirales en la naturaleza: una incursión en la Biomatemática recreativa

Hasta bien entrado el siglo XX la Biología ha estado relativamente alejada de las Matemáticas, a pesar de los trabajos de Leonardo da Vinci o de Galileo entre otros. Actualmente la situación es muy distinta, y numerosas disciplinas biológicas, como la Biofísica, Bioquímica, Fisiología, Genética o Ecología, se benefician del firme apoyo de las distintas ramas de las Matemáticas. La relación más antigua y evidente entre los organismos vivos y las Matemáticas tiene que ver con la Geometría. En especial ha llamado a menudo la atención de los científicos el hecho de que muchos organismos exhiban formas geométricas más o menos regulares.



Un rasgo esencial de la mayoría de los seres vivos es la simetría. En los organismos vivos, la simetría suele ser simple e incompleta, a diferencia de lo que sucede en los minerales, cuyos cristales presentan numerosos tipos de simetría. El ejemplo del hombre, cuya simetría bilateral, como la de los demás mamíferos, es incompleta (piénsese, por ejemplo, en la posición del corazón o del hígado), es particularmente ilustrativo.

Sin embargo, la simetría no es la única propiedad geométrica que se manifiesta en los seres vivos. Algunos de ellos, de manera semejante a los cristales, presentan formas claramente geométricas, de poliedros más o menos regulares o de esferas, conos, cilindros, etc. Formas poliédricas regulares se dan en numerosos organismos microscópicos, como por ejemplo en los radiolarios (un tipo de protozoos marinos) que Haeckel ilustró con gran habilidad¹.

Pero los elementos geométricos más difundidos en la naturaleza son las curvas espirales, de las que se ocupa específicamente este artículo.

UNAS CURVAS UBICUAS

Según el diccionario de la RAE, la espiral es una "curva que da vueltas alrededor de un punto alejándose de él progresivamente". La definición matemática es mucho más compleja, para englobar a los distintos tipos de espirales: de Arquí-

.....
Ejemplos de radiolarios. Reimpresión de las figuras de *Kunstformen der Natur* de 1904.

Imagen cedida por el autor.

medes, logarítmica, de Fermat, hiperbólica... Pero conviene tener en cuenta que hay además otros tipos de curvas tridimensionales, como las hélices cilíndricas o cónicas que pueden verse por ejemplo en los tornillos, que el lenguaje popular llama también espirales y lo mismo sucede en otros idiomas. Estas espirales tridimensionales son frecuentes en la naturaleza, hasta el punto de que una de sus manifestaciones, la doble hélice cilíndrica de los ácidos nucleicos, puede considerarse verdaderamente como la curva que simboliza la vida, y así la han considerado algunos autores, incluso antes de conocerse la estructura molecular de dichos ácidos.

Las espirales han sido objeto de atención por parte de matemáticos y biólogos al menos desde el Renacimiento y probablemente desde mucho antes. Dos de estas curvas son especialmente frecuentes en los seres vivos, la espiral logarítmica y la espiral de Arquímedes. En esta última el radio vector que la genera se alarga regularmente en proporción al ángulo descrito. Es decir, el paso o distancia entre una espira y otra es constante. La ecuación de esa espiral en coordenadas polares es:

$$R = k\omega$$

que indica la proporcionalidad directa entre el radio vector R y el ángulo de giro ω .

Puesto que el ancho de la espira es constante, la espiral de Arquímedes puede homologarse a la forma de un tubo enrollado, como una manguera, o una cuerda gruesa. En la naturaleza aparecerá, por lo tanto, solo en formas tubulares y cilíndricas que se enrollen sobre sí mismas, como los zarcillos con que algunas plantas trepadoras se sujetan a su soporte, o como el aspecto que adoptan, de forma pasajera, las serpientes, gusanos u orugas. En puridad no son espirales de Arquímedes perfectas, pues no tienen grosor constante, pero sí aproximadamente.

No faltan en la naturaleza ejemplos claros de estas espirales. Todos hemos visto alguna vez un milpiés o cardador enrollado en posición de defensa.



Cardador enrollado.

Imagen cedida por el autor.

-
1. E. Haeckel. *Art forms in Nature*. Dover P. 1974.
 2. <http://www.math.smith.edu/phyllo>

Espirales en la naturaleza: una incursión en la Biomatemática recreativa



Otro ejemplo lo constituyen los nummulites, organismos unicelulares que se conocen en estado fósil, y que, como muchos de los animales de su mismo grupo, desarrollaban un caparazón calcáreo formado por cámaras idénticas, dispuestas en espiral de Arquímedes.

Pero en la naturaleza es mucho más frecuente otra curva espiral, la logarítmica. Se trata en este caso de una curva descrita por un punto que gira en torno a un centro mientras su radio vector se multiplica en cada vuelta por un factor constante. La ecuación de la espiral logarítmica, también en coordenadas polares es:

$$R = ke^{b\omega}$$

donde R y ω tienen el mismo significado que antes, y las otras constantes son factores de proporcionalidad.

En la espiral logarítmica las tangentes en cualquier punto forman el mismo ángulo con el radio vector. Este es un rasgo de gran significado biológico, pues revela que distintas porciones de la espiral, cuando subtienden un mismo ángulo, difieren solo en el tamaño pero no en la forma. Los ejemplos de espirales logarítmicas en la naturaleza son muy abundantes porque se trata de una forma geométrica directamente ligada a los procesos de crecimiento. Por ejemplo, si un organismo se rodea de una concha protectora, cuando crece debe ocupar otra mayor, a la que pasa dejando abandonada la anterior. El proceso se repite a lo largo de sucesivas etapas de crecimiento, con cada cámara aumentada respecto a la anterior en la misma proporción. La sucesión de cámaras forma entonces una espiral logarítmica si las cámaras sucesivas se mantienen en mismo plano y, si no es así, la curva resultante es una hélice cónica. La primera es característica de algunos moluscos, como el nautilo, y de muchos foraminíferos, la segunda de la mayoría de los caracoles, de los ammonites fósiles y de los cuernos de los rumiantes que los tienen.

Nummulites.

<http://www-personal.umich.edu>

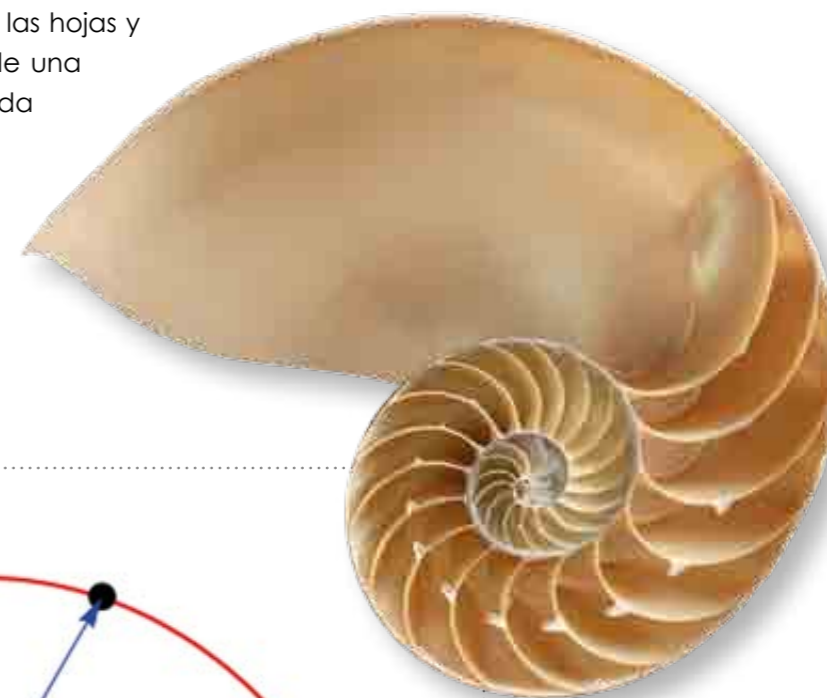
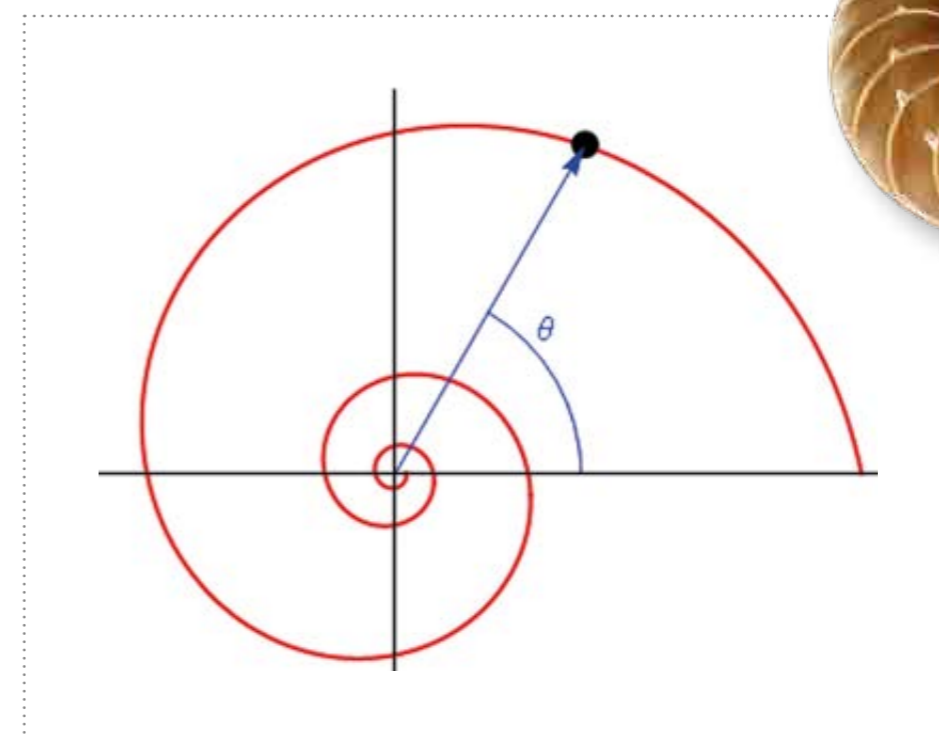
“Los nummulites desarrollaban un caparazón calcáreo formado por cámaras idénticas, dispuestas en espiral de Arquímedes.”

FILOTAXIS

Los ejemplos más variados y llamativos de espirales logarítmicas se dan en los vegetales, concretamente en la disposición de las flores en las inflorescencias, de las hojas en las ramas, de las ramas en el tronco y de las semillas en los frutos de las plantas más diversas. Al conjunto de estas disposiciones se le designa con el nombre de filotaxis, que en puridad corresponde solamente a una de ellas, la de las hojas en las ramas.

Ya Leonardo da Vinci hizo observaciones sobre las causas de la disposición de las hojas y las ramas. A medida que el tallo de una planta crece y las hojas nacen, cada hoja forma un ángulo con la anterior, pues de nacer exactamente encima de ella le privaría en parte de la luz que necesita. Lo mismo puede decirse de las ramas sobre las ramas anterior-

res, aunque esta exigencia es menos estricta y falta en la mayoría de las plantas. También indica Leonardo algunas de las disposiciones más corrientes. Por supuesto, no es el primer autor que se ocupa del tema, aunque los que le precedieron en la Grecia y Roma antiguas, se limitaron a indicar que en algunas plantas las hojas se disponen de manera regular. Y aunque algunos otros botánicos escribieron sobre el tema en los siglos XVI y XVII, no fue hasta mediados del siglo XVIII cuando comenzó a abordarse de forma científica.



Espiral logarítmica (izquierda) y concha de nautilo (derecha).

Imagen cedida por el autor (izquierda).

Fotografía por Alba Pérez, ganadora del Premio San Alberto Magno (edición 2012) - (derecha).

Espirales en la naturaleza: una incursión en la Biomatemática recreativa



Girasol.

<http://lobuscognatis.com>

Hacia mediados de ese siglo Charles Bonnet estudió la disposición de las hojas dispersas, es decir, de las que se sitúan una en cada nudo de la rama. Fue el primero que se dio cuenta de que si se unen las bases de las hojas sucesivas con un hilo imaginario resulta una curva en forma de hélice cónica. Si esta curva imaginaria se proyecta sobre el plano horizontal forma una espiral plana, y por ello la hélice en cuestión recibe el nombre de espiral genética. Proyectar la disposición de las hojas sobre un plano perpendicular al eje del tallo es un método muy usado por los botánicos para estudiar

la filotaxis. No solo revela la forma espiral de la curva sobre la que se insertan las hojas, sino que también permite apreciar que, a menudo, existe más de una de estas curvas paralelas a lo largo del tallo. Estas curvas intercaladas reciben el nombre de parásticos, y al número y disposición de los parásticos se dedicará el apartado siguiente.

LA SUCESIÓN DE FIBONACCI

La sucesión de Fibonacci, formada por los números 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, etc., en la que cada número es la suma de los dos anteriores, aparece por primera vez en un problemita sobre cría de conejos del Liber Abaci de Leonardo de Pisa (Leonardo Fibonacci) en 1202. Bonnet se dio cuenta de que en mu-

chas plantas el número de parásticos correspondía a uno de los términos de dicha sucesión, generalmente 3 ó 5. Más adelante, ya en el siglo XIX, Schimper describiría plantas con mayor número de parásticos, desde 8 a 144. Estos números se manifiestan muy claramente en las cabezuelas o capítulos de plantas como la margarita o el girasol, pues en estos casos la propia inflorescencia puede asimilarse a un tallo deprimido y reducido a su proyección horizontal. Véanse por ejemplo la figura, con 34 parásticos en sentido de las agujas del reloj (dextrógiro) y 55 en contra (levógiro)³.

La sucesión de Fibonacci se manifiesta no solo en el número de parásticos, sino también en la disposición de las hojas propiamente dicha. El ejemplo dado en primer lugar por Bonnet era el de una planta en la que la espiral genética daba dos vueltas al tallo antes de encontrar una hoja directamente sobre la primera, es decir, en la misma posición. En este recorrido había pasado por el nacimiento de otras cuatro hojas, de manera que con la inicial eran cinco las hojas que completaban un ciclo; la hoja siguiente constituía el comienzo de otro ciclo de dos vueltas y cinco hojas. Esta disposición se consigna abreviadamente como 2/5. Más tarde se describieron otras disposiciones más o menos complejas (3/5, 3/8, 2/3, etc).

En las escamas de las piñas de coníferas, en las espinas de algunos cactus (que no son sino hojas atrofiadas sobre un tallo engrosado y carnoso) o en las hojas de algunas plantas que las tienen en roseta, las espirales genéticas y los parásticos son numerosos y

“La sucesión de Fibonacci se manifiesta no solo en el número de parásticos, sino también en la disposición de las hojas propiamente dicha.”

Ejemplo de filotaxis 3/8 (Globularia alypum o coronilla de fraile).

Imagen cedida por el autor.



3. <http://www.maths.surrey.ac.uk/hosted-sites/R.Knott/Fibonacci/fibnat.html#plants>
4. R V. Jean. *Phyllotaxis: A Systemic Study in Plant Morphogenesis*. Cambridge U. Pag. 21. Press 1994
5. H.S.M. Coxeter, *Introduction to Geometry*. J. Wiley 1969 (reimp. de 1961).

Espirales en la naturaleza: una incursión en la Biomatemática recreativa

claramente visibles. Vemos unos ejemplos de piñas de coníferas en las figuras siguientes. En la primera aparece una con 8 espirales o parásticos dextrógiros y 13 levógiros, mientras que en la segunda se muestra una piña de abeto rojo (*Picea abies*), con 5 espirales dextrógiros (en rojo) y 8 levógiros (en azul). En esta figura, y en alguna de las que siguen, para contar las espirales en la foto hay que tener en cuenta que las primeras espirales vuelven a aparecer después de dar la vuelta completa.

En la piña tropical de la figura de la página siguiente aparecen 5 espirales azules y 8 rojas. Con frecuencia se aprecia en estas piñas una tercera familia de parásticos más verticales, 13 exactamente, más difícil de apreciar en el ejemplar de la figura.

Como se ve, los números implicados son todos términos de la sucesión de Fibonacci. Según R.V. Jean⁴, en un estudio llevado a cabo en 1968, de 4290 piñas de diez clases de pinos encontrados en California, solamente 74 piñas, menos del 2%, no presentaban números de espirales de la sucesión de Fibonacci. El propio Jean, en 1992, halló que, entre 12750 observaciones de 650 especies estudiadas en 150 años de literatura sobre filotaxis, la sucesión de Fibonacci aparece en más del 92% de todos los casos de espirales.

En los años 60, el matemático Coxeter, en su libro *Introduction to Geometry*⁵, incluyó un capítulo sobre Filotaxis que dio gran impulso al estudio desde el punto de vista matemático de



Piñas de coníferas.

Fotografía cedida por el autor (izquierda).
Fotografía por J. P. Martínez Rica (derecha).



esta cuestión. En una frase muy acertada dice que "la presencia de la sucesión de Fibonacci en la filotaxis no es una ley universal pero sí una tendencia que prevalece de modo fascinante."

Vale la pena señalar que el número de pétalos, sépalos, estambres o carpelos en las flores de las angiospermas, o el número de ramas por nudo en el tronco de muchas coníferas es también un término de la sucesión de Fibonacci, o el doble del mismo. En los troncos de muchas palmeras, como en la de la figura, pueden apreciarse 5 y 8 espirales, o 3 y 5. A veces se ve una tercera familia más vertical con 13 u 8 espirales respectivamente.

La relación entre la sucesión de Fibonacci y el número áureo o proporción áurea (1.618033...) es conocida desde hace varios siglos. Lucca Pacioli mostró a finales del siglo XV las propiedades geométricas de lo que llamó "divina proporción" y Johannes Kepler años después dio su valor aproximado. Kepler ya conocía que la razón entre cada término y el anterior de la sucesión de Fibonacci tiende hacia el número áureo, al que se acerca alternativamente por debajo y por encima. Pero la prueba de que esto es así se atribuye a Simson en el siglo XVIII. El nombre de número áureo, número de oro o proporción áurea se popularizó en el siglo XIX y su valor exacto es:

$$(1+\sqrt{5})/2.$$

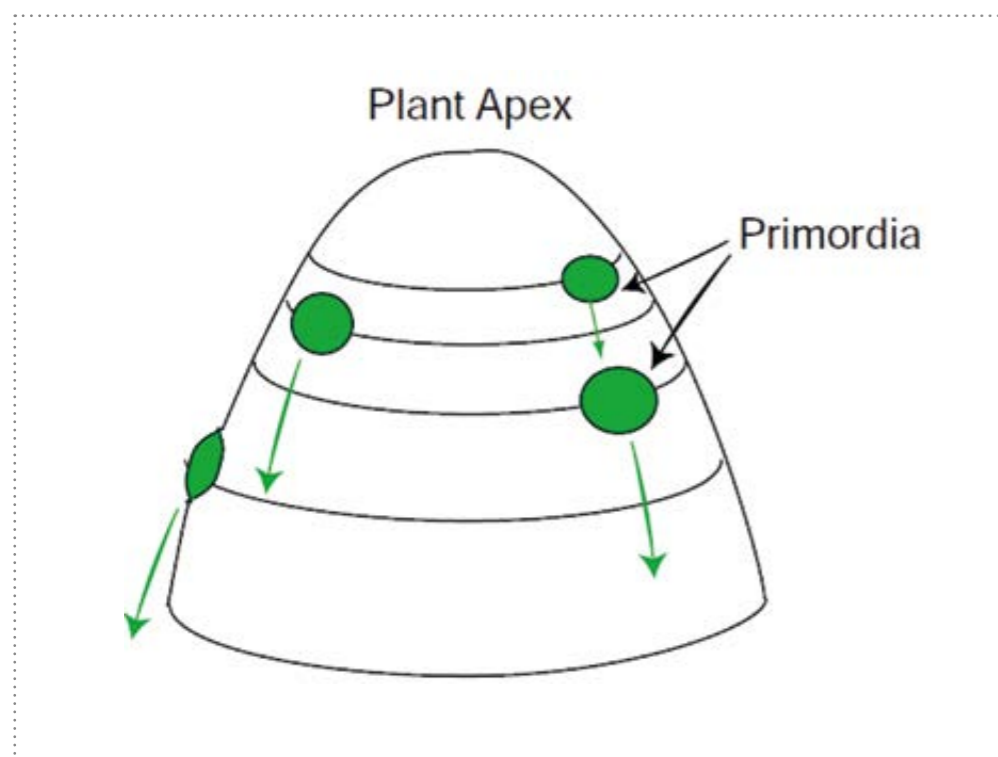
Los antiguos griegos sabían dividir un segmento en dos (media y extrema razón) según esta proporción pero su uso en el arte se ha exagerado tremendamente, dando lugar a una

Piña tropical (arriba) y tronco de palmera tropical (abajo).

Fotografía por J. P. Martínez Rica (arriba).
Fotografía por Titus Tschardtke (wikipedia) - (abajo).



Espirales en la naturaleza: una incursión en la Biomatemática recreativa



Primordia.

<http://openalea.gforge.inria.fr>

abundante mitología posteriormente desmontada⁶. Sin embargo vamos a ver su importante papel en la Naturaleza.

El hecho de que el número áureo sea el límite de los cocientes de dos términos consecutivos de la sucesión de Fibonacci hace que, salvo los primeros términos, esa sucesión pueda homologarse a una función exponencial en la que la base es el número áureo, y el exponente el número del término considerado.

Ya hemos visto que la espiral logarítmica es también una exponencial, de modo que no sería sorprendente que dicha espiral, la espiral genética de las hojas, la sucesión de Fibonacci y el número áureo estuvieran todos relacionados. Este punto se trata en el apartado siguiente, que se ocupa de las causas y factores que subyacen en la filotaxis.

Sin embargo, antes veamos qué es el ángulo áureo. El origen de la razón áurea es la división

de un segmento por los griegos "en media y extrema razón". Se llama así a la división de un segmento AB con un punto C de manera que si la longitud de AC es mayor que la de CB, se tenga $AB/AC=AC/CB$. Ese cociente es el número áureo $(1+\sqrt{5})/2$ o sea 1.618033..., cuyo inverso es su parte decimal, es decir 0.618033... Al dividir 360° con la misma condición sale como parte mayor el ángulo $222.492\dots^\circ$ y como parte menor $137.507\dots^\circ$ que se conocen como ángulo áureo (son el mismo ángulo entre dos radios de la circunferencia recorridos en sentidos contrarios).

COMPETENCIA POR EL ESPACIO

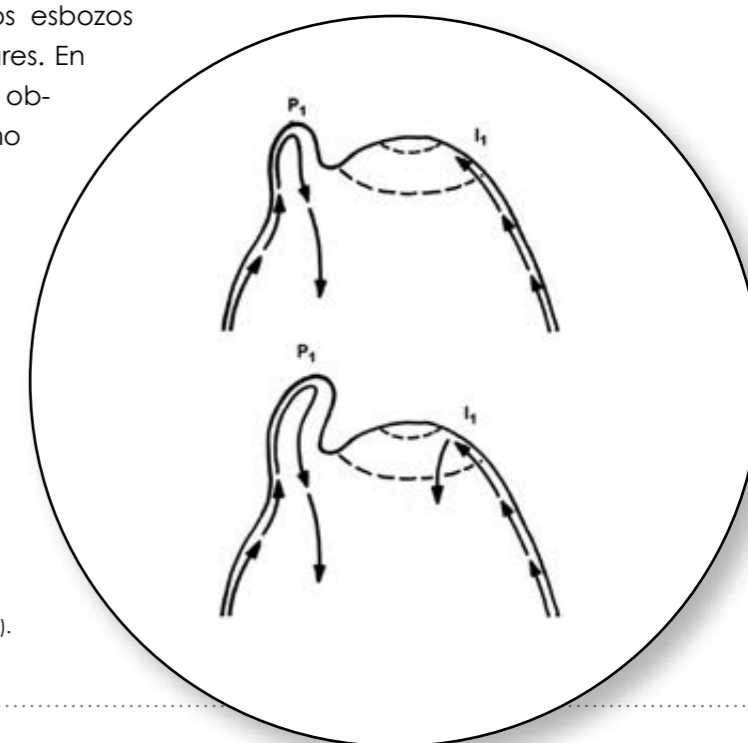
Bonnet había supuesto que la filotaxis se debía a la necesidad de las hojas de disponer de más espacio para maximizar su suministro de aire. Tanto antes como después de Bonnet otros autores habían supuesto que la disposición de las hojas les permitía aprovechar al máximo no el aire, sino la luz que recibían, al evitar el hacer-

se sombra unas a otras. Pero estas explicaciones finalistas dieron paso, tras la aparición de la obra de Darwin, a otras de tipo causal, que buscaban la identificación de los factores físicos o químicos que provocaban esa distribución.

Las hojas se forman en el interior de las yemas. Si separamos las escamas que recubren estas encontramos un tejido embrionario, el meristemo terminal, que forma el llamado ápice terminal, en el borde del cual se encuentran y desarrollan los primeros esbozos de las hojas, los llamados primordios foliares. En 1868 el botánico Hofmeister, después de observaciones microscópicas, propuso como hipótesis que cuando se forma un nuevo primordio lo hace en la zona menos poblada del borde apical. Esto fue apoyado por evidencia experimental por Snow & Snow en 1931 y desde en-

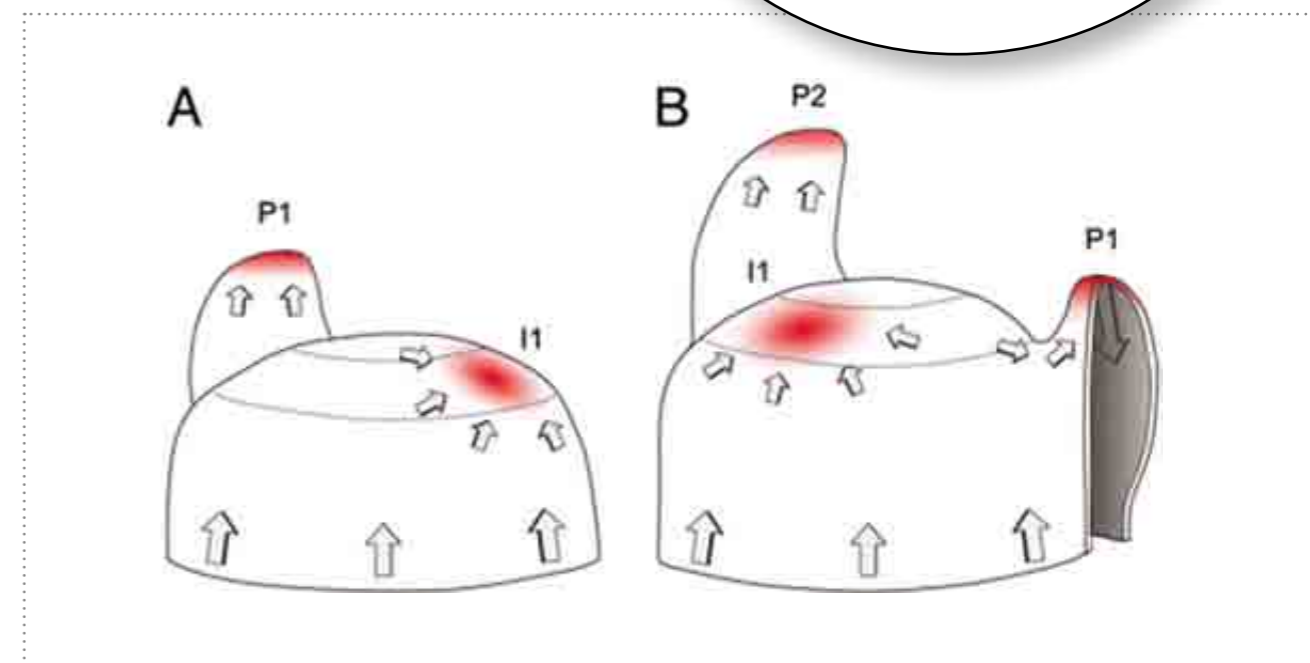
6. G. Markowski. Misconceptions about the golden ratio, <http://laptops.maine.edu/GoldenRatio.pdf>

7. P. Atela, C. Golé, S. Hotton, A dynamical system for plant pattern formation: a rigorous analysis, J. Nonlinear Sci. 12, p.641-676, 2002.



Ápice y primordios crecientes con mayor concentración de auxina.

<http://www.pnas.org> (arriba).
<http://www.nature.com> (abajo).



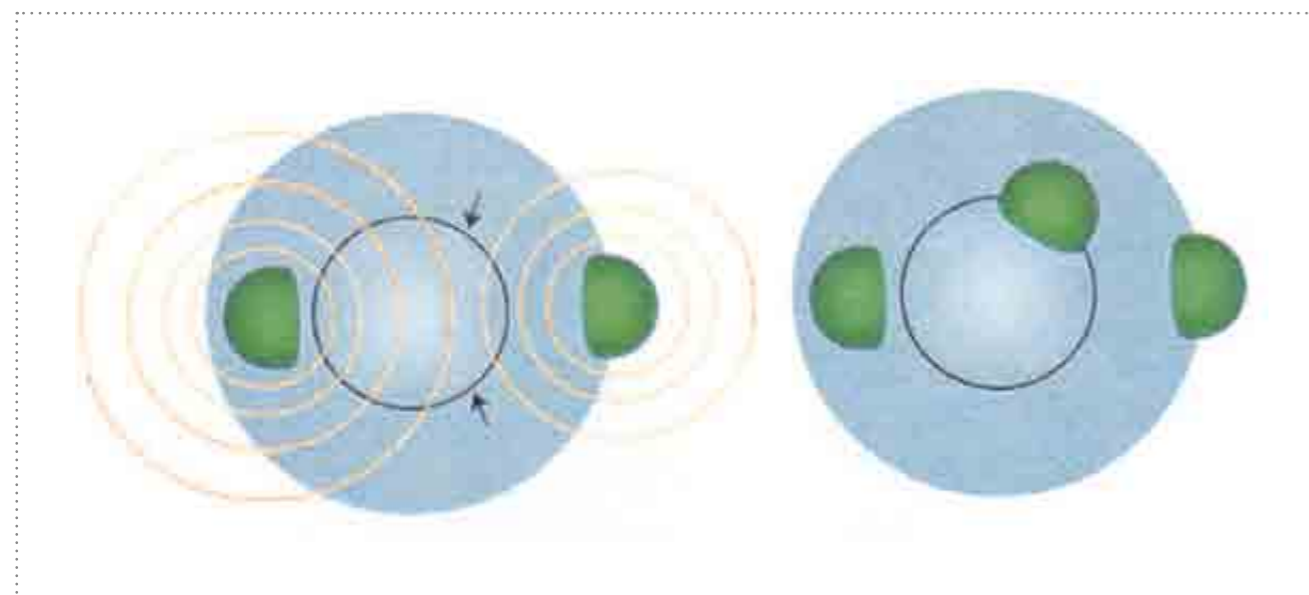
Espirales en la naturaleza: una incursión en la Biomatemática recreativa

tonces es aceptado básicamente por todos los investigadores, junto con el hecho de que los primordios anteriores se desplazan radialmente hacia fuera y que los nuevos primordios se forman periódicamente, con un periodo llamado plastocrono. La aparición en el sitio más alejado de anteriores primordios sugiere un efecto inhibitorio de estos que es explicado por diversas teorías, desde químicas a biomecánicas.

Investigaciones recientes muestran que tanto el ápice como los primordios crecen merced a la mayor concentración que se da en ellos de unas determinadas sustancias, las auxinas, u hormonas del crecimiento vegetal. Imaginemos la punta cónica o hemisférica de un ápice terminal. Si en uno de sus lados aparece una mayor concentración de auxina, en ese punto el tejido crecerá y se formará un primordio foliar y así sucesivamente. Las figuras de la página

Efecto inhibitorio por parte de los primordios más recientes.

Can. J. Bot. 84. 1635-1649, 2006.



anterior muestran el proceso, mientras que la de abajo muestra además el efecto inhibitorio, mayor por parte de los primordios más recientes.

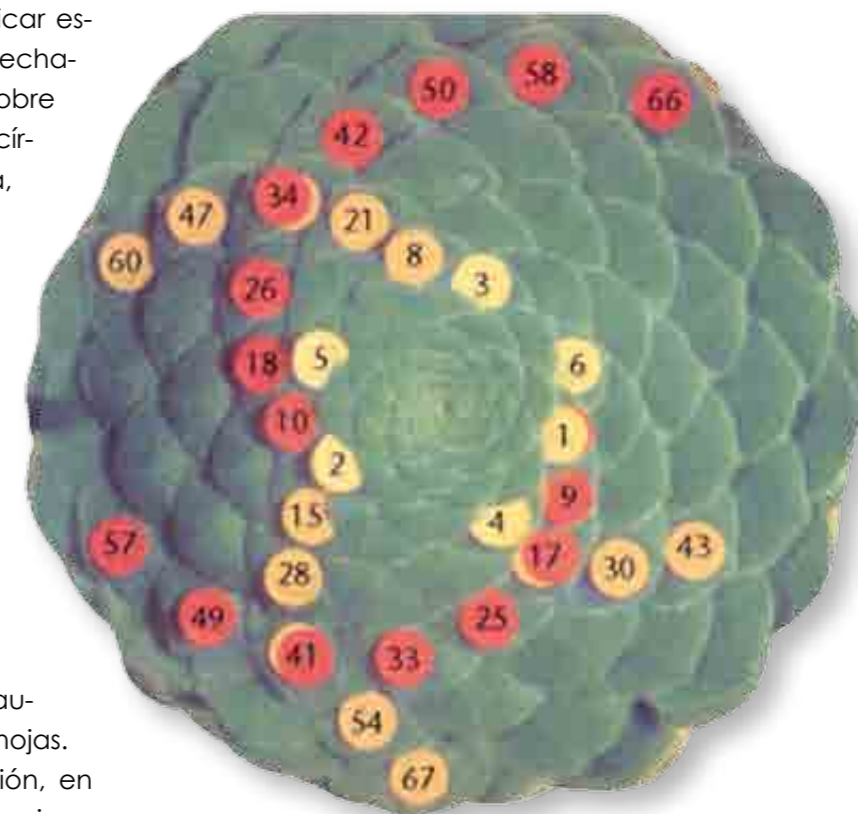
El ángulo entre dos primordios consecutivos en el tiempo se conoce como ángulo de divergencia. Pues bien, cuando ya se han formado unos cuantos primordios, el ángulo de divergencia tiende habitualmente a ser el ángulo áureo mencionado en la sección anterior. La espiral que une a los primordios en orden cronológico se conoce como espiral genética, pero habitualmente no se distingue a simple vista porque no coincide con las espirales que hemos visto en piñas y girasoles. En la figura, en una roseta de *Aeonium tubuliforme*, y a partir de la hoja número 1, uniéndola con las 2, 3, 4, hasta 10, etc., tendríamos la espiral genética, con el ángulo de divergencia aproximadamente el áureo. En cambio, los parásicos de contacto, que son 8 dextrógiros y 13 levógiros, pueden verse en rojo (9-17-25-33-... y 2-10-18-...) y naranja (8-21-34-... , 2-15-28-...) respectivamente. Obsérvese que el 3 no está en el parásico del 8; el anterior al 8 en su parásico sería el -5 que no ha sido numerado.

Una de las teorías que intentan explicar estos procesos es la del mejor aprovechamiento del espacio. Al proyectar sobre un plano, un nuevo primordio es un círculo que ocupa un área determinada, que tiende a llenar todo el espacio disponible. Mientras esta área no se llena, otro primordio puede aparecer en la zona libre, y luego otro más pequeño en la zona libre restante. Tenemos un espacio circular donde deben alojarse muchos otros círculos más pequeños, que pueden llegar a tocarse entre sí, en cuyo momento se detiene su crecimiento.

Hay otras muchas teorías sobre las causas físicas de la disposición de las hojas. Unas se basan en modelos de difusión, en débiles campos electromagnéticos, en simulaciones físicas, modelos de ordenador, etc. En 1999, S. Hotton realizó su tesis doctoral *Symmetry of plants* en la Universidad de Sta. Cruz planteando un sistema dinámico discreto que refleja las hipótesis de Hofmeister y Snow⁷. Sin embargo, no existe aún una teoría universalmente aceptada.

LOS MOVIMIENTOS EQUIANGULARES

La espiral logarítmica aparece también en campos de la Biología insospechados a primera vista. Dado que presenta la propiedad ya comentada de la autosemejanza, es decir, que cualquier porción de la misma es semejante en forma a otras porciones anteriores o posteriores, algunas características de esta forma permanecen constantes. Así,



Roseta de *Aeonium tubuliforme*.

<http://www.els.net/WileyCDA>

“Bonnet había supuesto que la filotaxis se debía a la necesidad de las hojas de disponer de más espacio para maximizar su suministro de aire. Darwin dio paso a explicaciones de tipo causal por factores físicos o químicos.”

8. V. A. Tucker, A.E. . Tucker, K. Akers. J H. Enderson, *Curved flight paths and sideways vision in peregrine falcons*. The Jour. of Exper.Biol., 203, 3755-3763 (2000).

Espirales en la naturaleza: una incursión en la Biomatemática recreativa



como ya se ha indicado, en una determinada espiral logarítmica el ángulo que forma un radio vector cualquiera con la tangente a la curva en el extremo de ese radio permanece constante.

Pues bien, en la naturaleza existen muchas formas en las que se mantiene constante el valor del ángulo entre tangentes y radios vectores, y que, por lo tanto, dan lugar a espirales logarítmicas.

También existen numerosos ejemplos de movimientos que se efectúan a lo largo de una trayectoria que mantiene un ángulo constante con un punto determinado. Estas trayectorias son, por lo tanto, espirales de este tipo.

El caso más conocido es el del vuelo de las mariposas nocturnas y otros insectos, que de noche son atraídos por las luces y acaban en ellas, a veces perdiendo la vida al llegar. Para explicar

este movimiento se han postulado hipótesis diversas. Muy conocida, aunque no demostrada (más bien lo contrario), es la que sostiene que los insectos nocturnos vuelan siguiendo las mismas pautas de día y de noche. De día siguen una trayectoria con un ángulo constante respecto a la principal fuente luminosa, el Sol. Como este astro se halla tan lejos, los insectos siguen trayectorias rectas. De noche, la única fuente luminosa importante es la Luna, cuando se halla en la fase adecuada, o las fuentes de luz artificiales. Con respecto a estas últimas, el insecto se acerca a ellas, bien directamente, bien manteniendo un ángulo constante, como lo hace de día respecto al Sol. En este último caso sigue una espiral logarítmica que termina en el centro de la misma, es decir en la fuente de luz. Esta hipótesis es sugerente pero no ha podido demostrarse y resulta dudosa.

En estudios realizados por el biólogo V. Tucker de la Universidad Duke⁸, observó que al perseguir a su presa el halcón peregrino a gran distancia y gran velocidad tiene un conflicto entre visión y aerodinámica: para ver mejor a su presa debe girar la cabeza aproximadamente 40°, lo cual perjudica su aerodinámica y ralentiza su vuelo. Para evitarlo, mantiene su cabeza recta y vuela a lo largo de una espiral logarítmica para así ver constantemente a la presa.

Mariano Gasca

Real Academia de Ciencias de Zaragoza

Miembro del Senatus Científico

Facultad de Ciencias

Universidad de Zaragoza



AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente al biólogo Dr. D. Juan Pablo Martínez Rica, Vicepresidente de la Real Academia de Ciencias de Zaragoza su gran ayuda en la elaboración de este artículo. A él se deben algunas de las fotografías, pero sobre todo su asesoramiento ha sido crucial en los aspectos botánico y zoológico.

Próximamente...

La nueva publicación de la
Facultad de Ciencias.

BOTÁNICA

~ ARS NATVRÆ ~



Premio San Alberto Magno de fotografía

Este pasado noviembre, como lleva sucediendo en años anteriores, se convocó una nueva edición del premio de fotografía San Alberto Magno gracias a un acuerdo de colaboración con la Cátedra de Divulgación Científica José M^o Savirón y la Facultad de Ciencias. Este concurso se ha convertido en una cita fija para todos aquellos amantes de la fotografía que intentan aportar una visión artística sobre la Ciencia.

La calidad de las obras presentadas en esta edición volvió a mostrar un nivel excelente, haciendo difícil para el jurado la elección de las imágenes premiadas. En este jurado, además de miembros de la comunidad universitaria, formaban parte destacados nombres del mundo artístico de la ciudad, en particular, el ámbito de la fotografía estuvo representado, una vez más, por Julio Álvarez Sotos, director de la Galería SPECTRUM. El jurado valoró la originalidad,

calidad artística y técnica y contenido científico de las obras presentadas.

Borja Pérez fue el ganador del concurso con la fotografía "**Lupa natural**" donde se une la belleza de la naturaleza y la magia de la óptica.

El segundo premio recayó en la fotografía "**Espiral de flujos turbulentos**" presentada por Ana Peiro. Al contemplar esta fotografía se genera una sensación de movimiento e ingravidez en una composición llena de contraste.

Una instantánea muy diferente en concepto y colorido, "**Big Bang**", obtuvo el tercer premio. En ella, Ana Serrano, fotografiando el corte de un kiwi nos traslada a un origen muy remoto.

Destacamos también la Mención de Honor a Gennaro Cortese por la obra: "Mirando la Vía láctea y las Pléyades" una fotocomposición de gran fuerza plástica.



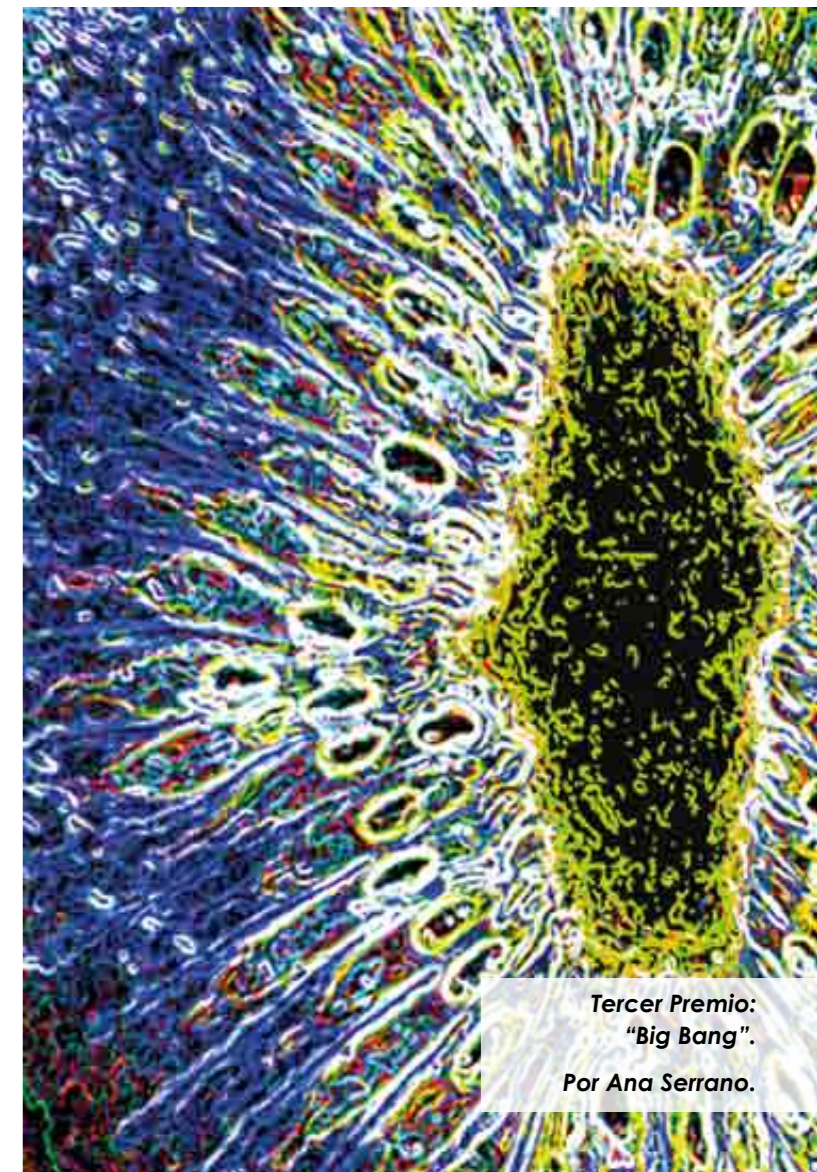
Segundo Premio:
"Espiral de flujos turbulentos".
Por Ana Peiro.

Los premios fueron entregados el pasado 15 de noviembre en el acto de San Alberto Magno por Alberto Carrión, promotor de la Cátedra de Divulgación Científica José M^o Savirón.

Concepción Aldea
Vicedecana de Proyección Social
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza



Primer Premio:
"Lupa natural".
Por Borja Pérez.



Tercer Premio:
"Big Bang".
Por Ana Serrano.

Premio José María Savirón de Divulgación Científica

VII EDICIÓN DE LOS PREMIOS JOSÉ MARÍA SAVIRÓN DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

El pasado 28 de noviembre tuvo lugar en la Sala de Grados de la Facultad de Ciencias el acto de entrega de la VII edición del PREMIO DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA JOSÉ MARÍA SAVIRÓN.

Desde el año 2005, la Sección Territorial en Aragón de la Real Sociedad Española de Química, la Sección Aragonesa de la Real Sociedad Española de Física, la Real Sociedad Matemática Española, los Colegios Oficiales de Químicos, de Geólogos y de Físicos en Aragón, la Fundación Zaragoza Ciudad del Conocimiento, la Real Academia de Ciencias de Zaragoza, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Aragón, la Cátedra de Divulgación Científica José María Savirón y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, han

instaurado, con carácter anual, el Premio José María Savirón de Divulgación Científica como reconocimiento a la labor de personas o instituciones que dedican un importante esfuerzo por acercar los conocimientos científicos a la sociedad y promover la Ciencia como parte de la cultura.

Este premio que lleva el nombre de un eminente científico, maestro excepcional y catedrático de nuestra Universidad, tiene dos modalidades: una de ámbito nacional y otra para la Comunidad Autónoma de Aragón, y se concede a aquellas personas o entidades que, a juicio del Jurado, han realizado una meritoria labor para acercar los conocimientos científicos y tecnológicos a la sociedad.

En esta séptima edición el comité organizador ha estado presidido por Alberto Carrión, y como secretario, Alberto Virto. Por su parte, el Jurado fue presidido por Jose M^o Barceló



Mesa Presidencial.
Fotografía de la Facultad de Ciencias.

y como Secretaria, Concepción Aldea, y actuando como vocales distintos representantes de las entidades organizadoras y de la Universidad.

Este año el galardón en su modalidad "Ámbito Nacional" ha sido concedido a Vicent Martínez, catedrático de Astronomía y Astrofísica y director del Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia, por su destacada, extensa y variada labor divulgativa a través libros, artículos, conferencias y documentales, destacando el proyecto "El Aula del Cielo" y el portal de comunicación científica CONEC, futuro portal de la Confederación Española de Sociedades Científicas (COSCE). Esta candidatura fue presentada por la Real Sociedad de Astronomía, la Real Sociedad Matemática Española, la Real Sociedad Española de Física y la Real Academia de Ciencias de Zaragoza.

El galardón en su modalidad "Comunidad Autónoma de Aragón" ha sido concedido a Jose Luis Simón, catedrático de Geodinámica Interna en la Universidad de Zaragoza, por su larga y notable labor divulgativa de la Geología, a través de libros, artículos y conferencias, y

“Este premio reconoce la labor de personas o instituciones que dedican un importante esfuerzo por acercar los conocimientos científicos a la sociedad.”



Asistentes al acto.
Fotografía de la Facultad de Ciencias.

Premio José María Savirón de Divulgación Científica



Entrega del Premio en su modalidad Nacional a Vicent Martínez.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.



Entrega del Premio en su modalidad Comunidad Autónoma de Aragón a Jose Luis Simón.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

como máximos exponentes el Geoparque de Aliaga – Parque Cultural del Maestrazgo junto con las actividades y web del Geolodía. Esta candidatura fue presentada por el Colegio Oficial de Geólogos (Delegación de Aragón).

El acto de entrega estuvo presidido por Ana Isabel Elduque, Decana de la Facultad de Ciencias, José Antonio Mayoral, Vicerrector de Profesorado de la Universidad de Zaragoza, Miguel Ángel García, Director General de Investigación e Innovación del Gobierno de Aragón, Ricardo Cavero, Director General de Ciencia y Tecnología del Ayuntamiento de Zaragoza, Concepción Aldea, Secretaria del jurado de la VII edición del premio y Alberto Carrión en calidad de promotor de la Cátedra de Divulgación José M^o Savirón. Las intervenciones de los diferentes miembros de la mesa coincidieron en la dificultad que supone llevar a cabo y mantener acciones cuyo objetivo sea la divulgación de la Ciencia y la Tecnología, y la necesidad de

extender a toda la sociedad el debate sobre cuestiones relacionadas con la Ciencia que inciden en la vida diaria y trascienden más allá del ámbito científico.

Felicitemos a los premiados y agradecemos el desinteresado trabajo realizado.

Esta edición ha contado con un elevado número de candidatos, todos ellos merecedores del Premio, por lo que el Jurado ha tenido que realizar una difícil tarea para la elección de los premiados.

Cuando estas líneas vean la luz en la revista conCIENCIAS de la Facultad de Ciencias, habrá comenzado el periodo de solicitud de candidatos para la VIII Edición del Premio Savirón.

Equipo Editorial
Revista conCIENCIAS



Autoridades y premiados.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

Margarita Salas, nombrada miembro honorífico del Senatus Científico

El 4 de octubre de 2013 la bioquímica Margarita Salas fue nombrada, a propuesta del Senatus Científico de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, Senadora Honoraria.

El acto fue presidido por el rector de la Universidad de Zaragoza, Manuel López, y dirigido por la Decana de la Facultad de Ciencias, Ana Isabel Elduque. Durante la ceremonia participaron los profesores Luis Boya, que presentó el historial de la Profesora Salas, y el profesor Núñez Lagos que le dio la bienvenida al Senatus.

Con este nombramiento, el Senatus quiso reconocer la gran labor desarrollada por la Profesora Salas a lo largo de su carrera científica que le ha permitido convertirse en referente internacional en el campo de la Bioquímica.

La profesora Salas es la tercera persona que recibe este reconocimiento, siendo sus predecesores Eduard Punset (2010) y José Manuel Blecua (2012).

Posteriormente al nombramiento, la nueva Senadora impartió la conferencia de ingreso titulada "La Biomedicina del siglo XXI".

La ceremonia estuvo llena de cariño y emoción destacando, muy especialmente, la gran calidad humana de Margarita Salas.



La homenajeadada Margarita Salas durante su intervención.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

DISCURSO DE BIENVENIDA

por Ana Isabel Elduque.
Aula Magna de la Facultad de Ciencias,
4 de octubre de 2013.

Hoy, creo que nadie puede sorprenderse de por qué estamos aquí homenajeando a Margarita Salas. En todo el ámbito científico, nacional e internacional, es conocida esta gran bioquímica que es Margarita. Una científica que durante más de cincuenta años ha conseguido extraer la grandeza del saber de lo más pequeño, de un ser ínfimo que no despertaba el interés de la mayoría de la comunidad científica, pero donde ella vio un gran potencial. Y así fue. Esta es la auténtica grandeza de los grandes. Ver más allá de lo que la habitual y cotidiana mirada nos permite. Y gracias al esfuerzo y al trabajo cotidiano, sacar a la luz la obra de arte que toda roca contiene en su interior. Esta es la altura de miras que solo los realmente excelentes en su trabajo poseen. Y Margarita es un exponente excepcional.

Lo que sí considero sorprendente del día de hoy es que ella, Margarita, haya aceptado nuestro humilde y sencillo reconocimiento. La Profesora Salas forma parte de las mayores instituciones científicas y culturales de España y de otros muchos países punteros. Su elenco de reconocimientos es

Margarita Salas (Canero, Asturias, 1938), una de las expertas mundiales más importantes en el campo de la Bioquímica y la Biología Molecular, se doctoró en Bioquímica en 1963 por la Universidad Complutense de Madrid y, hasta 1967, trabajó como investigadora postdoctoral en la Universidad de Nueva York junto a Severo Ochoa. Además, ha sido profesora de Genética Molecular de la Universidad Complutense de Madrid (1968-92) y, desde 1974, es Profesora de Investigación del C.S.I.C. en el Centro de Biología Molecular "Severo Ochoa".

Margarita Salas es una pionera en el más amplio sentido de la palabra. Fue la primera científica en investigar sobre Biología Molecular en España, la primera mujer en ingresar -en 1988- en la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales y, también, en presidir el Instituto de España, organismo que agrupa a la totalidad de las Reales Academias Españolas. Es, además, la segunda mujer que pertenece al Consejo Científico de la European Molecular Biology Organization y la primera mujer española



Mesa Presidencial del acto.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

Margarita Salas, nombrada miembro honorífico del Senatus Científico



Margarita Salas junto al Rector y la Decana de la Facultad de Ciencias.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.

“La ceremonia estuvo llena de cariño y emoción destacando, muy especialmente, la gran calidad humana de Margarita Salas.”

abrumador, aunque todos ellos absolutamente merecidos. Nuestro galardón, apenas un pliego de papel, quizá no se compare a la gran mayoría de honores que adornan su biografía. Pero estoy convencida de que Margarita siempre es capaz de ver en lo más pequeño. Quizá tengamos la dimensión de un minúsculo fago dentro del mundo de los reconocimientos a nuestros ilustres veteranos, pero Margarita es una mujer que ya ha demostrado al mundo lo que se puede hacer con un humilde virus como el F29.

Gracias Margarita por aceptar estar entre nosotros, hoy en este acto, y en nuestro Senatus como parte integrante del cuadro de honor. El recuerdo de los ilustres, así sin paliativos, que nos habéis prestado vuestra colaboración

para seguir en esta tarea de reconocimiento al trabajo bien hecho, nos anima a seguir adelante. Gracias Margarita.

Pero hoy también es un día en el que quiero decir algo que me surge de lo más profundo. Aquí y ahora, en presencia de alguien que ha tenido siempre la lucha como compañera de viaje. En las entrevistas que he oído y leído tuyas has indicado que durante tu tesis tuviste que buscar permanentemente tu hueco, lo que hoy tan pomposamente llamamos visibilidad, y que siempre ha sido tener en consideración. Afortunadamente tuviste el coraje, junto a tu marido, de ir allí donde estaba el más grande en busca de saber, pero también estoy segura, de que también perseguías tu propia oportunidad. Y no te conformaste con que una sociedad rica y opulenta, pero sabia y llena de oportunidades también, reconociera tu valía. Querías que ello ocurriera aquí, en tu país. Y luchaste por lograr algo que no está al alcance de gente que desfallezca con facilidad. Aquella España de los 60 que encontraste a tu vuelta, plagada de ignorancia y prejuicios, gobernada por la intolerancia y el sexismo no era el mejor laboratorio donde desarrollarte. Pero lo hiciste, y lo lograste.

Lo que no estoy tan segura es que los demás lo hayamos entendido, ni mucho menos que hayamos continuado esa labor. Esta España nuestra de hoy, cuyo nivel de vida general, y muy a pesar de la actual crisis, goza de un bienestar impensable cuando volviste de Nueva York con tu postgrado. En aquellos años España era, a pesar de lo manido de la expresión, de blanco y negro. Pero hoy, tras muchos años ya de integración en el club de los países desarrollados, me surge la duda de si estamos siendo capaces de aprovechar las oportunidades.

Hoy disfrutamos de la presencia de una de las más insignes científicas de nuestro país. Pero me temo que esto no despertará ni una ínfima parte del interés que lo haría si Margarita fuera una estrella mediática en

que forma parte de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos.

En la actualidad, es miembro de las siguientes instituciones: Academia Scientiarum et Artium Europaea, Real Academia Española, American Academy of Microbiology, American Academy of Arts and Sciences y National Academy of Sciences de EE.UU. Asimismo, ha formado parte del Comité Científico Asesor del Max-Planck Institute für Molekulare Genetik de Berlín (1989-1996) y del Instituto Pasteur (2001).

Ocupó el cargo de directora del Centro de Biología Molecular “Severo Ochoa” (1992-1993) y es presidenta de la Fundación Severo Ochoa desde 1997. También lo ha sido de la Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Gregorio Marañón (2001-2004), miembro de la Junta Consultiva de la Universidad de Oviedo desde 2007 y miembro del Consejo Editorial de 12 revistas Internacionales. A nivel académico, ha dirigido 29 tesis doctorales y tiene 341 publicaciones en revistas o libros internacionales.

Entre los numerosos premios y distinciones recibidas destacan el Premio Jaime I de Investigación, Premio Nacional de Investigación Santiago Ramón y Cajal y Medalla de Oro al Mérito en el Trabajo. Fue nombrada “Investigadora europea 1999” por la UNESCO y recibió el premio México de Ciencia y Tecnología en 1998. También ostenta, entre otras, la Gran Cruz de la Orden Civil de Alfonso X el Sabio (2003) y la Medalla de Oro al Mérito en el Trabajo concedida por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (2005). Además, ha sido nombrada Española Universal por la Fundación Independiente (2000) y es Doctora Honoris Causa por la Universidad de Oviedo (1996), Universidad Politécnica de Madrid (2000), Universidad de Extremadura (2002), Universidad de Murcia (2003) y Universidad de Cádiz (2004).

http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/Cartel_Salas.pdf

Margarita Salas, nombrada miembro honorífico del Senatus Científico

vez de una, entiéndase la expresión, simple bioquímica. Chorros de tinta corren sobre la valoración de deportistas, movilizaciones generales se producen para buscar eventos que apenas duran veinte días, estados de euforia colectiva o de depresión general se producen ante las victorias o las derrotas en competiciones cuyos beneficios repercuten exclusivamente en unos pocos agraciados, y no siempre obtenidos de la forma más legítima. Las mujeres aparecen en los medios, con demasiada frecuencia, exhibiendo valores y cualidades dignas de tiempos pretéritos, que algunas pensábamos superados.

El sexismo sutil, el machismo crudo y grosero y la violencia de género aparecen en nuestra sociedad de forma tan habitual que deberíamos avergonzarnos de no hacer nada por suprimirlos. Esto también me lo inspira Margarita. Ella abrió un camino, y transitó por él con todas sus fuerzas. Un camino hacia el saber y el conocimiento, pero también hacia la justicia entre los géneros. Somos nosotros, los que ahora tenemos la edad de trabajar, los que no lo estamos transitando. Los que, consciente o inconscientemente, estamos permitiendo que demasiados jóvenes se abandonen a valores retrógrados y claramente inaceptables para este siglo XXI. La que se denomina generación mejor preparada de la Historia también está acompañada por muchos cuya actitud les llevará a una situación demasiado cercana a la marginalidad. En esto, me temo Margarita que no hemos sabido ni entender ni seguir tu legado. El saber y el conocimiento solo se desarrollan en plenitud si caminan junto a los valores que hacen que la Sociedad mejore.

Pero no es momento de entristecernos. Hoy es un día para que Margarita nos cuente algo de su extensa y profunda experiencia vital. Cómo,

a través del estudio y del conocimiento, una mujer de una sociedad cerrada e inmóvil pudo encontrar la motivación y las fuerzas para mantenerse en ese largo y fructífero viaje que ha sido, y sigue siendo, su vida personal y profesional.

¡Muchas gracias Margarita y bienvenida!

Equipo Editorial
Revista conCIENCIAS

**Entrega de la Placa
Conmemorativa
a Margarita Salas
(arriba) y asistentes al
acto (debajo).**

Fotografías de la Facultad
de Ciencias.



Presentación del libro *Los Árboles del Campus*

El pasado 28 de noviembre y coincidiendo con la ceremonia de entrega del VII Premio de Divulgación Científica José M^a Savirón tuvo lugar la presentación del libro **Los árboles del Campus**. En esta publicación hemos querido rendir un homenaje a los árboles que pueblan nuestro Campus, que contiene un rico y variado conjunto de especies que merecía ser destacado y conocido.

El objetivo de este proyecto es la edición de una guía de campo que recoge las especies arbóreas presentes en el campus universitario San Francisco de la ciudad de Zaragoza, permitiendo de esta manera difundir la riqueza botánica de dicho espacio urbano.

Las variedades existentes son muchas, y en el catálogo se ha realizado un exhaustivo trabajo para reflejarlas, gracias al trabajo e interés de Juan Pablo Martínez Rica. Creemos que hemos cumplido con el objetivo del libro: poner a la vista de todos la riqueza natural que alberga nuestro campus.

El catálogo presenta 82 especies, entre las que podemos encontrar ejemplares singulares, especies únicas, de origen antiquísimo o de procedencias muy lejanas, proporcionando al lector un inesperado descubrimiento de unos compañeros de campus que suelen pasar desapercibidos, y que son los responsables de crear un espacio natural propio que a veces no lo valoramos adecuadamente. Con esta publi-



Momento de la presentación.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.



cación pretendemos dar a conocer el patrimonio que supone este conjunto de especies arbóreas y poder contribuir a su protección y cuidado.

Concepción Aldea
Vicedecana de Proyección Social
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza



Talleres PEQUE-Ziencias

Durante los días 20, 22 y 24 del pasado mes de enero se desarrollaron en la Facultad de Ciencias una serie de actividades diseñadas con el objetivo de despertar la pasión por la Ciencia en niños aragoneses de segundo y tercer ciclo de educación primaria. Los talleres **PEQUE-Ziencias**, una iniciativa del equipo de dirección de este centro, ha supuesto la primera oferta de divulgación científica que la Facultad de Ciencias dirige al público infantil.

La realización de este singular proyecto ha sido posible gracias a la financiación obtenida de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), y en él han participado alrededor de 300 niños procedentes de diversos centros de educación primaria de Zaragoza y su entor-

no rural. Las actividades fueron realizadas en las instalaciones de la Facultad de Ciencias, y supervisadas por personal del centro.

Cada día se recibieron 100 estudiantes que, divididos en grupos, tuvieron la oportunidad de participar en uno de los cuatro talleres programados en esa jornada.

La temática y actividades programadas para cada taller se enmarcaron dentro de alguna de las siguientes áreas de las Ciencias: Bioquímica, Física, Matemáticas, Paleontología y Química.

En el campo de la Bioquímica, el taller **PAPÁ ¿SABES LO QUE ES UN LINFOCITO?** muestra a los niños las técnicas utilizadas para separar los componentes de la sangre, cómo se pre-



Algunos participantes de PEQUE-Ziencias.

Fotografía de la Facultad de Ciencias.



para un cultivo celular y la importancia de los microscopios en el campo de la Biología Molecular y Celular.

En Física, el tema del taller **SÚBETE A ESA ONDA** gira en torno al estudio de las propiedades (reflexión y difracción) y características (longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación) de las ondas. Con este taller se quiso mostrar a los niños que el hecho de que fenómenos tan importantes, como la luz y el sonido, se propaguen por medio de ondas hace que el estudio del movimiento ondulatorio sea de una gran importancia.

Viajando al pasado, el taller **BUSCANDO DINOSAURIOS** supone la reconstrucción de los pasos básicos de una investigación en el área de la Paleontología, desde el hallazgo de los restos paleontológicos hasta su clasificación dentro de la edad geológica a la que pertenecieron.

El taller **CON LAS MANOS EN LAS MATES** representa una manera innovadora y diferente de trabajar las Matemáticas utilizando herramientas cotidianas como palillos, gominolas, códigos secretos y juegos de ingenio.

La Química se acerca al público infantil a través del taller **¡REACCIONA!** en el que los niños han entendido y manejado términos como destilación, sublimación, cristalización, ácido, base, quiralidad, etc... comúnmente utilizados por los químicos, experimentando con nosotros en un verdadero laboratorio de Química.

Con el objetivo de evaluar el grado de satisfacción de niños y profesores participantes en los talleres, se elaboraron encuestas de satisfacción. Los resultados de las encuestas realizadas a los niños muestran que el 90% se siente atraído por las Ciencias. Ante la pregunta ¿qué otro taller te hubiese

Mascota de PEQUE-Ziencias.

Imagen de la Facultad de Ciencias.

“Los talleres PEQUE-Ziencias han supuesto la primera oferta de divulgación científica que la Facultad de Ciencias dirige al público infantil.”

Talleres PEQUE-Ziencias



Participantes de PEQUE-Ziencias.
Fotografía de la Facultad de Ciencias.

gustado realizar?, descubrimos que es el de Paleontología el que más atracción ha suscitado entre los niños, dejando a las Matemáticas en un magnífico segundo puesto.

El 99% de los encuestados responde que ha aprendido mucho en su taller y cuando se les pregunta **¿Qué es lo que más te ha gustado de tu taller?** encontramos respuestas tan motivadoras como divertidas:

“Lo que más me ha gustado ha sido poder ver en el microscopio los linfocitos (...) separarlos del suero y aprender cómo matan a las células infectadas (...) Lo que más me ha gustado es aprender lo que era desconocido para mí...”

“Lo que más me ha gustado ha sido cuando han puesto el móvil en una jarra sin aire y han probado a llamarlo. ¡Y no se ha oído el ruido de la llamada! (...) los efectos de la luz, los diferentes colores que tiene y cómo pasa a través

de cristales de diferentes formas y cómo salían todas las rayas de luz en línea recta. ¡Fue muy chulo y divertido!!! (...) Crear ondas, mezclar colores y ver ondas. ¡Me ha encantado la Facultad de Ciencias!”

“(...) Me ha gustado mucho la parte de las golosinas, porque estaban deliciosas. También me ha encantado el descubrir el mensaje secreto, porque ha sido una forma muy divertida de pensar (...) Que hemos hecho muchas formas con gominolas y después me las he comido...”

“Me gustó mucho cuando excavamos y limpiamos los fósiles y también cuando clasificamos los fósiles con la tabla. ¡fue muy chulo y divertido! (...) Lo que más me ha gustado es escarbar y buscar fósiles, también la carpeta que nos han regalado (...) saber que los tiburones existieron antes que los dinosaurios y también que he encontrado un fósil de trilobites...”

“Lo que más me ha gustado, lo de separar la clorofila de las espinacas (...) El termómetro me ha gustado mucho (...) los camaleones químicos (...) Las tintas invisibles y el hielo seco, que cuando le echas agua sale humo como en las películas de brujas (...) Lo que más me ha gustado ha sido todo, absolutamente todo, ¡demasiado chulo para ser verdad! (...) Nos han tratado muy bien.”

Por su parte, los profesores de los niños han valorado la actividad muy positivamente, destacando la adecuación de los contenidos al nivel de conocimientos previos de los niños. Todos ellos consideran que las ac-



Participantes de PEQUE-Ziencias.
Fotografía de la Facultad de Ciencias.



Participantes de PEQUE-Ziencias.
Fotografía de la Facultad de Ciencias.

Talleres PEQUE-Ziencias

tividades realizadas han sido muy motivadoras para sus alumnos y participarían de nuevo en una actividad de estas características.

El desarrollo de los talleres PEQUE-Ziencias ha supuesto un reto para todos los que hemos participado en el diseño, coordinación y tutela de este conjunto de actividades. Hemos logrado que alrededor de 300 niños hayan vivido y experimentado la Ciencia de una manera cercana, diferente y divertida. Desde la organización nos sentimos plenamente satisfechos por el éxito alcanzado en esta primera edición de PEQUE-Ziencias y agradecemos la desinteresada e inestimable colaboración de las personas que lo han hecho posible.

Más información en:

<http://ciencias.unizar.es/web/pequeZiencias.do>

M^a Cristina García Yebra
Vicedecana de Estudiantes
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza



Detalle de una de las actividades de la jornada (derecha) y fotografía de un grupo de participantes (abajo).

Imágenes de la Facultad de Ciencias.



Puentes de comunicación con nuestros ANTIGUOS ALUMNOS



Si eres Antiguo Alumno...
¡INSCRÍBETE EN NUESTRA WEB!

<http://ciencias.unizar.es/web/antiguosInicio.do?perfil=antiguos>

Premio Ebrópolis a las Buenas Prácticas Ciudadanas

El pasado 12 de diciembre de 2013, la **Sección de Químicas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza** fue galardonada con el Premio Ebrópolis a la Trayectoria "José Antonio Labordeta" 2013, que organiza el Ayuntamiento de Zaragoza.

La candidatura había sido presentada por el Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra y competía con otras 85 propuestas.

Los motivos de la candidatura fueron, entre otros, el liderazgo que entre las universidades españolas ocupa Químicas de Zaragoza en los rankings internacionales, la importante actividad investigadora desarrollada en esta área así como el esfuerzo realizado en los últimos años en tareas de colaboración con el sector industrial y de divulgación científica.

Felicidades desde estas líneas no solo a la sección de Químicas sino también a todas las demás secciones de la Facultad y a los Institutos de Investigación. Sin la colaboración de todos esto no habría sido posible.

Gracias de todo corazón al Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra por haber confiado en la sección de Químicas y haber presentado esta candidatura y al jurado que consideraron que éramos merecedores de este galardón y nos votaron.

¡Enhorabuena a todos!

<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/PremioEbrópolisHeraldo.pdf>

<http://ciencias.unizar.es/aux/noticias/PremioEbrópolisPeriodico.pdf>

Palabras de agradecimiento por Ana Isabel Elduque, decana de la Facultad de Ciencias:

BUENAS PRÁCTICAS CIUDADANAS

Bellas palabras en momentos tan complicados, especialmente para todo aquello que tiene que ver de una u otra manera con actitudes éticas públicas.

No es frecuente que una actividad cotidiana, y nuestra labor docente e investigadora lo es, sea reconocida en este aspecto. Quizá no le damos la importancia que tiene. Quizá vivimos en una sociedad donde se está confundiendo con demasiada frecuencia una actitud ética con una simple y vacía pose estética. Y nosotros, los universitarios, hace tiempo que dejamos de ser parte del corpus social más representativo de la sociedad actual. Es posible que esta pérdida de protagonismo sea un error, pero es así y no es ahora momento de debatir sobre ello.

Pero las prácticas éticas, Buenas Prácticas Ciudadanas como las denominan los organizadores de este galardón, deben estar presentes en todas nuestras acciones. No estoy convencida de la necesidad de creación de códigos éticos expofeso para esta cuestión. Prefiero pensar que la ejecución del trabajo diario con el máximo empeño y dedicación, con la mayor voluntad de mejora, con un permanente deseo de perfeccionamiento, es suficiente y que no es preciso llamarlo con nombres más grandilocuentes, digamos Responsabilidad Social o Excelencia que, como ya he dicho, me parecen más centrados en la estética.

Nosotros solo intentamos hacer las cosas con la máxima profesionalidad. De forma sencilla y clara, pero demostrando que nuestro trabajo, como el de casi todo el mundo, exige un aprendizaje, un saber y una experiencia que hace al que lo logra un auténtico profesional de su cometido. Así actuamos y así queremos seguir haciéndolo. Y este premio nos confirma en esta línea. No trabajamos para alcanzar este



Fotografía de todos los participantes (arriba), Ana Isabel Elduque durante su intervención (centro) y premiados y autoridades (abajo).

<http://www.ebropolis.es>

tipo de galardones. Nos llena de satisfacción no solo porque nuestros conciudadanos nos consideren dignos del mismo sino también porque es por el desempeño eficaz de nuestra profesión, la que un día elegimos, a la que le dedicamos gran parte de nuestra vida. Este galardón, sí es una doble satisfacción.

Pero también quiero señalar que nosotros, la Universidad pública de Aragón, tiene una responsabilidad añadida. No solo somos el centro público de educación superior de la Comunidad. Nuestras acciones, dentro y fuera del territorio, conllevan el nombre de esta gran ciudad allá donde vayamos. Somos la Universidad de Zaragoza, y cualquier cosa que hagamos, digamos o dejemos de hacer, lleva aparejada el nombre de nuestra ciudad.

En estos tiempos, en que tanto se habla de marca país, sea España o cualquier comunidad, debemos ser conscientes de que los universitarios estamos, queriéndolo o no, haciendo permanentemente marca "Zaragoza".

Si nuestro trabajo, sirve para ello, nos congratulamos, y si nuestros conciudadanos así lo reconocen, lo agradecemos de todo corazón.

Muchas gracias al Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra por haber creído en nosotros y muchas gracias a todos ustedes por este reconocimiento.

Equipo Editorial
Revista conCIENCIAS



[http://ciencias.unizar.es/aux/
conCIENCIAS/numero2.pdf](http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero2.pdf)



[http://ciencias.unizar.es/aux/
conCIENCIAS/numero3.pdf](http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero3.pdf)



[http://ciencias.unizar.es/aux/
conCIENCIAS/numero1.pdf](http://ciencias.unizar.es/aux/conCIENCIAS/numero1.pdf)



[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero4.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero4.do)



[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero5.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero5.do)



[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero6.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero6.do)



[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero7.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero7.do)

[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero8.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero8.do)



[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero9.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero9.do)

[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero10.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero10.do)



¡Descárgala gratis!



[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero11.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero11.do)



[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero12.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero12.do)



[http://ciencias.unizar.es/web/
conCIENCIASnumero13.do](http://ciencias.unizar.es/web/conCIENCIASnumero13.do)



con CIENCIAS digital

Revista de divulgación científica de la Facultad de Ciencias de Zaragoza

Patrocinan:

