



Real Academia de Ciencias

Exactas • Físicas • Naturales

- Gen y cerebro en imagen
- Integración de ciencia y valores humanos
- Huella ecosistémica humana
- Especies biológicas
- Azar y selección
- Matemáticas para el nanomundo
- El entomólogo de las distribuciones
- Ordenadores y matemáticas
- Luz y geometría
- La longitud geográfica
- Redes
- Información y gravitación
- Sueño de Copérnico
- Tormentas y brújulas
- Química bajo la luz
- Importancia económica de la ciencia básica
- Agua y nuevas tecnologías
- Omnipresencia del caos

2015-2016

PROGRAMA DE PROMOCIÓN DE LA CULTURA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



REAL ACADEMIA DE HISTORIA Y ARTE DE SAN QUIRCE

SEGOVIA / ENERO - FEBRERO / 2016

COORDINADORES

Juan Manuel Moreno Yuste
Juan Luis García Hourcade
Rafael Calderón Fernández

1 - EFECTIVIDAD: ALGUNOS MODELOS MATEMÁTICOS EN NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA

Lunes 25/01/2016 20:00h
Jesús Ildefonso Díaz Díaz..... 3

2 - SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Lunes 01/02/2016 20:00h
Francisco García Novo 4

3 - EL CONTROVERTIDO CONCEPTO DE ESPECIE BIOLÓGICA Y LA POLÉMICA PERMANENTE

Lunes 08/02/2016 20:00h
Ana Crespo de Las Casas 6

4 - EL MISTERIO DE LAS BRÚJULAS Y LAS TORMENTAS: CÓMO EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO ENGRANDECE LA BELLEZA DE LOS FENÓMENOS NATURALES

Lunes 15/02/2016 20:00h
Antonio Hernando Grande..... 7

5 - VIAJE A LAS FRONTERAS DE LA MEDICINA. IMAGEN MÉDICA: DE LOS GENES AL CEREBRO - CIENCIA Y ARTE

Lunes 22/02/2016 20:00h
Pedro García Barreno 9

1 - Efectividad: algunos modelos matemáticos en Nanociencia y Nanotecnología

JESÚS ILDEFONSO DÍAZ DÍAZ

Catedrático de Matemática Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid. Fue cofundador y Presidente de la Sociedad Española de Matemática Aplicada (SEMA), fue miembro del Comité de refundación de la Real Sociedad Española de Matemáticas (RSME). Director del Instituto de Matemática Interdisciplinar (IMI) de la UCM. Es miembro del Comité Editorial de 10 revistas internacionales. Responsable europeo del proyecto "FIRST" (periodo 2010-2013: presupuesto 4 millones de euros). Académico Numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid. Doctor Honoris Causa por la Université de Pau (Francia), Grand Prix Jacques-Louis Lions de Matemática Aplicada de la Academia de Ciencias de Francia de 2015

No es nada extraño que el ser humano haya canalizado su curiosidad y sus esfuerzos científicos, en primer lugar, hacia lo que convive con él a través de sus sentidos o incluso lo que estando lejano lo intuye por su contemplación. En el extremo opuesto de la escala de la longitud el hombre también ha construido hace mucho tiempo microscopios que alimentaron su curiosidad por el mundo fascinante de lo diminuto: células, bacterias, virus y átomos. Ese mundo invisible es tan vasto y fascinante como el universo. Rudamente hablando, la Nanociencia y la Nanotecnología se ocupan del estudio y aplicaciones de los fenómenos del orden de 100 nm, es decir de 10⁻⁷ m. La atención pública que ambas reciben es creciente a medida que se van consiguiendo hitos que hace un tiempo se catalogaban tan sólo como sueños de ciencia-ficción. Modelos de sistemas planteados a nano-escala son ubicuos en una amplia gama de innovaciones tecnológicas, así como en la naturaleza. Semiconductores de baja dimensión, como puntos cuánticos, nanoestructuras de carbono, tales como grafeno, y una diversa variedad de nanoestructuras biológicas son actualmente de una gran importancia fundamental y aplicada. Se trata de un área de conocimiento multidisciplinar emergente en el que la modelización matemática muestra su versatilidad al entrar en contacto con muy diferentes disciplinas.

A escala nanométrica, aparecen grandes sorpresas ya que las propiedades físicas y químicas de los llamados nanomateriales cambian y pueden ser muy diferentes a las que observamos en nuestro mundo macroscópico. En este nanomundo, algo sólido se puede volver

líquido, un material aislante se puede convertir en conductor, algo inerte en un catalizador, etc. También en el tratamiento matemático de esos modelos aparecen sugerentes novedades.

Siendo ésta una filosofía muy amplia, en esta conferencia se prestará una atención especial a dos problemas relevantes en Nanotecnología: la catálisis heterogénea en materiales nanoporosos (de gran impacto en muchos procesos químicos industriales donde una reacción tiene lugar en la superficie de las nanopartículas) y algunos modelos del estudio de semiconductores en el que las regiones de vacío generan una frontera libre. Afortunadamente, las técnicas matemáticas pueden aplicarse universalmente a diferentes contextos y así otros problemas similares serán mencionados. Con frecuencia, los materiales no homogéneos (tales como materiales compuestos) poseen una compleja microestructura pero está sometida a un “balance de fuerzas” que varía en una escala de longitud que es mucho mayor que la escala característica de la microestructura. En esta situación, se puede sustituir la ecuación original de coeficientes heterogéneos por otra “homogeneizada” asintóticamente, con adecuados coeficientes constantes, que se conoce como “ecuación efectiva” asociada. Aproximaciones del medio efectivo estaban ya incipientes en el texto pionero de J.C. Maxwell de 1873 pero no recibieron un detallado estudio matemático hasta el último tercio del siglo pasado. La homogeneización se utiliza tanto para entender las propiedades de una nanoestructura como para su rediseño con el fin de obtener propiedades deseadas. Así, es posible diseñar catalizadores con una “efectividad” máxima controlando la propia forma de las “nanopartículas”.

2 - Servicios ecosistémicos

FRANCISCO GARCÍA NOVO

Madrid, 2 de mayo de 1943. Catedrático de Ecología de la Universidad de Sevilla desde 1976. Ha estudiado la ecología de la vegetación y los efectos ecológicos de la intervención humana en los ecosistemas naturales en Europa, Norte de África, Norte y Suramérica. Ha impartido cursos y conferencias en temas de Ecología, Conservación de la Naturaleza y Explotación de los recursos naturales. Ha sido

galardonado con el Premio Rey Jaime I de Medio Ambiente en 1995. Pertenece a la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y a la Real Academia Sevillana de Ciencias

La Naturaleza ha sido fuente de alimentos, materiales y servicios a los humanos, desde su origen. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Naciones Unidas, 2005) ha reflexionado sobre las relaciones humanidad-biosfera, acuñando la expresión servicios ecosistémicos o ecológicos. Éstos pueden ser directos, como el suministro de oxígeno, agua y alimentos o la regulación de los sistemas. Otros servicios son indirectos, como el mantenimiento de los grandes sistemas que mantienen la polinización y la dispersión, renuevan el oxígeno, degradan y mineralizan la materia orgánica, reciclan el agua o hacen circular los nutrientes. Otra categoría de los servicios es la cultural incluyendo valores estéticos, espirituales, culturales y simbólicos.

Los paisajes por medio de su estructura y diversidad sirven al bienestar, al recreo, a la inspiración, además de ofrecer servicios directos e indirectos como los señalados más arriba. En su conjunto los servicios ecosistémicos son indispensables para la sociedad, que no posee la capacidad de sustituirlos por procesos técnicos de escala global.

Se documentará la dependencia humana de los sistemas naturales y los efectos que la explotación de los recursos y las intervenciones planetarias tienen sobre los sistemas naturales y su funcionamiento. La huella ecológica humana alcanza a la atmósfera, océanos y continentes. Puede analizarse también localmente constituyendo una herramienta útil para el seguimiento de los impactos antrópicos y el balance de servicios entre regiones.

El aumento continuado de la demanda de servicios es insostenible. Por otra parte las alteraciones en los sistemas explotados reducen su capacidad de suministro y regulación y obligan a asumir responsabilidades a la sociedad. El “agujero” del ozono, el cambio climático, el empobrecimiento de las pesquerías oceánicas y la pérdida de biodiversidad forman la vanguardia de los desequilibrios causados en los servicios ecosistémicos por la explotación.

3 - El controvertido concepto de especie biológica y la polémica permanente

ANA CRESPO DE LAS CASAS

Catedrática de Botánica de la Universidad Complutense de Madrid. Investigador Asociado del Field Museum de Chicago desde 2005. Medalla Acharius 2012. Medalla de la Universidad Internacional Menéndez y Pelayo. Ha trabajado en prestigiosos centros de Europa y América, y entre ellos fue investigador invitado en 1995 y 1996 en el International Mycological Institute (CABI) del Reino Unido. Desarrolla su investigación en biología organísmica, en estudios evolutivos, sistemática y ecología. Ha publicado más de 150 artículos, la mayoría en revistas internacionales. Es también experta en política y evaluación científica. Académica de Número de la Real Academia de Ciencias

A lo largo de los siglos, antes y después del método científico, los seres pensantes e incluso los no pensantes, han necesitado distinguir y distinguirse los unos de los otros. Y ése ha sido el origen del concepto de especie. Una especie define y nombra a un conjunto de individuos que se parecen más entre sí que lo que se parecen a los de otros conjuntos. Los cereales incluyen diferentes especies porque queremos y necesitamos distinguir entre avena y maíz o entre arroz y centeno. Bien es cierto que no todo lo que llamamos arroz es completamente homogéneo: ni tienen la misma forma ni sirven para la misma receta de cocina. Tampoco todos los mohos son iguales; aunque entre los muy parecidos unos producen penicilina y otros no, unos son patógenos y otros no. Siempre podemos decir que los distintos arroces son solo variedades de la misma especie e igual para el penicilium pero para entenderse universalmente conviene fijar criterios.

Además a veces las cosas se complican porque las especies, dadas como diferentes según criterios ortodoxos, son muy parecidas. Incluso con cierta frecuencia en muchos organismos vivos no hay diferencias morfológicas entre las especies, no hay datos evidentes que permitan distinguirlas (especies crípticas). En no pocos casos los límites entre unas posibles especies y otras no están claros y la hibridación (mezcla sexual o no entre especies) es frecuente. Otras veces los datos evidentes engañan (homoplasia). Sin embargo, y a pesar de las dificultades, sigue siendo importante poder decir inequívocamente, para cualquier observador, que un nombre corresponde siempre al mismo concepto. Y se ha de lograr que lo que es una

especie biológica sea un concepto claro y útil. Útil para reconocer diferentes bienes de uso o consumo o para identificar un patógeno o para entender algo sobre la evolución de la diversidad o para otros muchos objetivos. No es el menor su delimitación para comprender el origen y la variación en el tiempo y en el espacio de la rica oferta biológica de este planeta que compartimos.

Se tratará de sintetizar las distintas razones y sinrazones de los más relevantes conceptos de especie que se han definido, sus límites y sus insuficiencias. Pero más detalladamente se discutirá sobre si habría que prescindir de este concepto en la biología moderna o sobre la eficiencia de la identificación de las unidades biológicas mediante un código de barras de ADN. Y también sobre el pragmatismo en su tratamiento y uso científico actual de estos conceptos en el reconocimiento de la biodiversidad. Y ello para la catalogación, para conservación o el uso sostenible y para la interpretación evolutiva de la variabilidad de los organismos. Se hablará de cómo cambian o pueden cambiar las especies que se reconocen con los criterios modernos y se mostrará como surgen las nuevas especies o unidades biológicas operativas a lo largo del tiempo. Con datos filogenéticos se pondrá de manifiesto que ni siquiera las especies son eternas; que no lo son ni cuando el hombre no interviene para destruirlas. La extinción de las especies es tan natural como la muerte.

4 - El misterio de las brújulas y las tormentas: cómo el conocimiento científico engrandece la belleza de los fenómenos naturales

ANTONIO HERNANDO GRANDE

Doctor en Ciencias por la Universidad Complutense con Premio Extraordinario. Catedrático de Magnetismo de la Materia en la Universidad Complutense de Madrid. Profesor invitado en la Universidad Técnica de Dinamarca en 1984. Primer Profesor de la Cátedra BBV de la Universidad de Cambridge. Profesor invitado en el Max-Planck-Institut, Stuttgart, 1997. Director del Instituto de Magnetismo Aplicado de la Universidad Complutense. Autor de aproximadamente trescientas publicaciones científicas, con más de diez mil referencias y de diecisiete patentes. Medalla de Honor de la Real Sociedad Española de Física. Premio de Investigación "Miguel Catalán" de la Comunidad de Madrid. Fellow de la American Physical Society. Premio Du Pont. Premio Nacional de Investigación 2011. Académico de Numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

En cualquier posición que nos encontremos sobre la superficie de la Tierra, existen independientes entre sí, un campo magnético de décimas de oersted y un campo eléctrico de 100 V/m.

El campo magnético se manifiesta, entre otras formas, orientando a las brújulas. Hoy sabemos que este campo magnético se origina en la corona líquida del núcleo del planeta por los movimientos de cargas generados por la solidificación progresiva del centro del núcleo. La fuerza de Coriolis es responsable última de las trayectorias de estas partículas que a su vez condicionan el campo magnético terrestre. Muchas incógnitas rodean este proceso tan difícil de reducir por la enorme complejidad del escenario. Desde satélites se mide el campo con precisión y de los valores obtenidos se intenta inferir la intensidad, localización y geometría de las corrientes eléctricas que lo originan. Este intento encierra una enorme dificultad matemática conocida desde antiguo como resolución del problema inverso. Un proceso análogo requiere la utilización de la magnetoencefalografía como técnica de diagnóstico, para lo que es preciso obtener la posición e intensidad de las corrientes neuronales capaces de producir el campo magnético medido en el exterior del cráneo.

En la atmósfera existe un campo eléctrico vertical que apunta hacia la superficie de la Tierra y tiene un valor que decrece con la altura del orden de 100 V/m. El campo desaparece a 50 Km de altura, en una capa que se encuentra a 400000 V de diferencia de potencial con la superficie de la Tierra. Aunque el aire es mal conductor eléctrico tiene suficientes iones como para descargar este campo en media hora. La corriente instantánea que transporta carga positiva a la superficie es de 1800 A. Una pregunta inmediata que surge de estas consideraciones es ¿cómo se mantiene constante el campo? Hoy sabemos que las mas de 40000 tormentas que descargan a diario sobre el planeta actúan como enormes baterías que mantienen el valor del campo atmosférico constante. Existen aún múltiples detalles que se escapan a nuestra comprensión profunda de los mecanismos de las tormentas y mas aún de la maquinaria que permite a la lluvia transportar carga negativa al suelo y actuar así como baterías mantenedoras del campo atmosférico.

No obstante las limitaciones de nuestro conocimiento, la belleza de estos fenómenos naturales se engrandece cuando se observan bajo la luz adicional de la ciencia. También resulta sumamente instructivo aceptar que al afrontar problemas científicos reales en la escala del planeta nos hacemos crudamente conscientes de nuestra ignorancia. Al separarnos de los casos idealizados y simples nos adentramos en territorios que muestran insistentemente las enormes limitaciones de nuestro entendimiento ante fenómenos complejos.

5 - Viaje a las fronteras de la medicina. Imagen médica: de los genes al cerebro - ciencia y arte

PEDRO GARCÍA BARRENO

[Madrid 1943]. MD., PhD., MBA. Educational Council for Foreign Medical Graduates Award. Profesor Emérito de la Universidad Complutense. Delegado del Rector para Ingeniería Biomédica. (Universidad Carlos III). De las Reales Academias Española, y de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fellow de la Academia Scientiarum et Artium Europaea, de la Royal Society of Medicine (Londres), de la Inter-American Medical and Health Association, del International College of Surgeons y miembro fundador de la European Biomedical Research Association

Mientras los astrónomos producen imágenes asombrosas del cosmos utilizando instalaciones impresionantes, los biomédicos, con aparatos más manejables pero de igual sofisticación tecnológica, consiguen, paso a paso, mapear nuestro cuerpo, desde sus componentes más sencillos al cerebro, hoy por hoy, la estructura más compleja conocida; un intrincado universo de 1400 g.

En la historia de la investigación biomédica nunca hubo un periodo, apenas unas pocas decenas de años, que haya causado tanto entusiasmo; una época en la que los investigadores y el público en general van digiriendo, a duras penas, el torrente de descubrimientos que suceden a diario. Tal situación la define una frase de Richard Buckminster Fuller, polifacético e innovador ingeniero: “la ocurrencia de una aceleración acelerada de las disciplinas científicas implica que las nuevas ideas aparecen más rápidamente de lo que somos capaces de reaccionar”.

Aunque las victorias decisivas sobre numerosas enfermedades humanas se han de librar en horizontes lejanos, el trabajo en la frontera actual de la ciencia biomédica representa una revolución científica como nunca hubo antes. Se ha producido un desplazamiento desde un modelo reactivo a otro proactivo; de responder a los síntomas de la enfermedad a atacar sus causas en sus fundamentos moleculares. La medicina se ha movido desde terapias generalizadas basadas en estrategias tipo ganancia-o-pérdida o ensayo/prueba-y-error, a otras de orientación individual confeccionadas para situaciones personales que resultan en remedios más simples y eficientes. Esta era de medicina molecular e individualizada se apoya, entre otros y de manera particular, en técnicas de imagen que permiten objetivar moléculas –por ej. genes o receptores– mediante imagen molecular, y estructuras más complejas –por ej. corazón o cerebro– tanto morfológica como funcionalmente con técnicas ad hoc en cada caso, por ej. resonancia magnética anatómica o funcional, respectivamente.

A mediados del siglo XVI, Vesalio revolucionó la anatomía humana; Mercator, a finales de ese siglo, inició la cartografía terrestre moderna, y Jacob Bartsch confeccionó el primer planisferio celeste a principios del siglo XVII. Si los mapas terrestre y celeste aún representan con fidelidad la realidad terráquea y la bóveda celeste, las nuevas técnicas de imagen médica han revolucionado la anatomía humana. La visión necesariamente cruenta del cuerpo fue reemplazada por otra incruenta a finales del siglo XIX tras el descubrimiento de los Rayos X por Wilhem C. Röntgen. Incluso la cirugía ha pasado, gracias a instrumentos ópticos, a ser mínimamente invasiva, incluso sin dejar huellas. Todo ello a nivel macroscópico, pero también las dimensiones micro y nano se hacen accesibles. Lo que intuyó Cajal utilizando la técnica de tinción de Golgi para estudiar “sus” neuronas, tuvo que esperar a las modernas técnicas de microscopía electrónica para ser confirmado.

Técnicas sofisticadas permiten desgranar las conexiones entre las diferentes áreas funcionales cerebrales y, otras, empiezan a reemplazar a técnicas clásicas de biología molecular para secuenciar genes. Contemplar la reptación celular en el proceso de curación de una

herida o la destrucción de una célula extraña, cancerosa o microbiana, por las células asesinas que velan por nuestra identidad –todo lo que no es propio debe ser destruido– es algo que era impensable hace una docena de años. La última frontera que empieza a desbrozarse es la visualización de la función emergente cerebral, la capacidad cognitiva que define nuestra especie. También, diversas cerebropatías que se ven como problemas sociales y, por tanto, deben tratarse como tales.

Pero esta revolución conceptual que materializa nuestra personalidad tiene su contrapartida que recupera el reclamado lado humano de la persona. Tal es la belleza de la representación visual tecnológica que, en ocasiones, es difícil separar ciencia y arte.

Bibliografía mínima: Stephen S. Hall, *Mapping the Next Millennium*, New York: Vintage Books, 1993. Howard Hughes Medical Institute, *Exploring the Biomedical Revolution*, Chevy Chase, Maryland: HHMI, 1999. Carl Schoonover, *Portraits of the Mind*, New York: Abrams, 2010. Hank Whittemore, *Your Future Self*, New York: Thames&Hudson Inc, 1998. Stephen Wilson, *Art + Science*, New York: Thames&Hudson, 2012. Semir Zeki, *Inner Vision. An Exploration of Art and Brain*, Oxford: Oxford University Press, 1999.



REAL ACADEMIA DE HISTORIA Y ARTE
DE SAN QUIRCE

C/CAPUCHINOS ALTA, 4 Y 6
40001 SEGOVIA