

Apuntes

RADIATIVIDAD

Deshacerse del plutonio

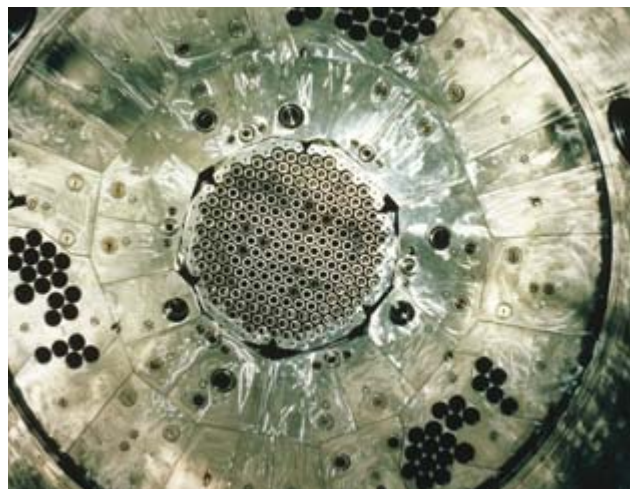
La gran mayoría del plutonio que existe en nuestro planeta es artificial: unas 500 toneladas métricas, lo suficiente para fabricar 100.000 armas nucleares. Gran parte procede de la carrera armamentística entre Estados Unidos y la antigua Unión Soviética, pero una fracción creciente tiene su origen en el uso civil de la energía nuclear.

Un grupo de físicos y expertos en medioambiente ha sugerido que la única solución razonable al problema que plantea la acumulación de plutonio consistiría en enterrarlo. En un comentario publicado en mayo en la revista *Nature*, recomendaban que el Reino Unido abriese el camino realizando estudios sobre cómo encerrar este «elemento infernal» en recipientes cerámicos que, después, pudiesen enterrarse en cavernas o pozos muy profundos.

Hasta ahora se han preferido otras opciones. El Reino Unido parece inclinarse a seguir el ejemplo de Francia y Japón, donde se intenta usar el plutonio para fabricar combustible nuclear de mezcla de óxidos (MOX), que combina óxidos de uranio y plutonio. Estados Unidos ha optado por la misma solución, por lo que ha decidido invertir 13.000 millones en una instalación de Carolina del Sur para convertir 34 toneladas de sus reservas de plutonio en MOX, si bien este producto resulta más caro y difícil de manipular que el combustible tradicional.

Japón, Francia, Rusia y Estados Unidos también han usado plutonio como combustible para los reactores nucleares de alta velocidad, que utilizan neutrones para iniciar la fisión. El problema reside en que dichas centrales no se refrigeran con agua, sino con sodio líquido, muy inflamable. Además, también generan residuos radiactivos, lo que no hace sino postergar el problema.

Así pues, ¿por qué no decidirse por la opción más económica y confinar el plutonio para enterrarlo después? Ello quizá se



Núcleo de un reactor de alta velocidad, refrigerado con sodio.

deba a que encontrar un lugar en el que depositarlo comporta serios problemas políticos. En Estados Unidos, las montañas Yucca fueron propuestas en la década de los ochenta como último destino para los residuos radiactivos, pero hoy siguen tan lejos de convertirse en una solución como entonces. Y, según un informe de la Oficina de Responsabilidad Gubernamental estadounidense publicado en abril, el país tampoco está preparado económicamente para dismantelar los viejos reactores nucleares y ocuparse de los residuos resultantes.

El problema para tratar el plutonio «sin ambigüedades, como el peligroso material armamentístico que es», en palabras de los científicos, reside en que muy pocos estarían dispuestos a pagar para que se enterrase cerca de su casa, aunque fuese a gran profundidad.

—David Biello

¿QUÉ ES ESTO?

Aglomeraciones marinas: Después de que el océano haya retrocedido, el agua permanece en las cavidades rocosas de la costa y se forman pozas de marea rebosantes de vida marina. El fotógrafo Ted Morrison captó en sus imágenes la flora y la fauna existente en los más de sesenta kilómetros de costa rocosa del Parque Nacional de Acadia, en Maine. En este primer plano de una pequeña poza de marea, Morrison descubrió la floreciente especie de bellota de mar *Semibalanus balanoides* (amarillo), junto con las motas oscuras del mejillón común, *Mytilus edulis*, y un alga del género *Fucus* que se entrevé en el agua en el centro de la imagen. Son tres de los organismos marinos más habituales hallados en las costas de Nueva Inglaterra, afirma Susan Brawley, catedrática de ciencias del mar de la Universidad de Maine. El mejor momento para contemplar estos pequeños ecosistemas corresponde a la bajamar de la luna llena y la luna nueva de primavera.

—Ann Chin



PHOTO RESEARCHERS, INC. (reactor); TED MORRISON (poza de marea)



MATEMÁTICAS

Por qué toda clasificación es imperfecta

Las decisiones relativas a los productos que compramos, las páginas de Internet que visitamos, las películas que vemos e incluso las universidades a las que van nuestros hijos se ven afectadas por la existencia de *rankings*, o tablas clasificatorias. Pero ¿se ha preguntado alguna vez quién o qué las determina? ¿Se trata de opiniones subjetivas, o hay algo más profundo?

Pongámonos en el lugar de Mark Zuckerberg cuando puntuó y clasificó a las estudiantes de Harvard en Facemash, el predecesor de Facebook. El método más sencillo habría consistido en pedir a la gente que votase a su favorita y, después, otorgar a cada estudiante tantos puntos como número de votos recibidos. Sin embargo, en muy raras ocasiones son todos los votos iguales: en general, el de alguien desinformado no resultará tan valioso como el de un experto. En el caso de Facemash, el sexo de los votantes seguramente desempeñase algún papel.

El problema reside en que asignar un peso a cada votante no suele resultar factible, más aún si se desconoce su identidad. Una alternativa consiste en recurrir al sistema de las Bowl Championship Series (BCS), empleado para clasificar a los equipos universitarios de fútbol americano. Aplicado a una lista de las diez estudiantes más guapas, funcionaría de la siguiente manera: se pide a los votantes que asignen 10 puntos a su favorita, 9 a la segunda, etcétera. La clasificación final se

obtendría al sumar las puntuaciones obtenidas por cada una.

No obstante, la mayoría de los aficionados al fútbol americano prefieren que los equipos sean clasificados según los resultados que obtienen en competiciones reales. De hecho, la presión del público es tal que los responsables de la competición anunciaron el pasado mes de abril que estaban sopesando la posibilidad de realizar eliminatorias para la liga de 2014. Zuckerberg sabía instintivamente que efectuar comparaciones directas constituía un método mucho mejor para elaborar una clasificación. Por ello, estableció un sistema de cotejo por parejas, basado en mostrar dos fotografías y preguntar cuál de las dos estudiantes era la más atractiva. Después, establecer una valoración resulta sencillo: se asigna un punto a la ganadora y cero a la perdedora (o medio punto a cada una en caso de empate).

¿Cómo se transforma lo anterior en una clasificación? Arpad Elo, físico de origen húngaro y gran aficionado al ajedrez, propuso establecer un nivel medio de rendimiento para cada ajedrecista a partir de sus resultados en las competiciones. Una vez que un jugador tuviese una puntuación, esta solo se alteraría en la medida en que la persona consiguiese resultados superiores o inferiores a su media. La idea de Elo fue perfeccionada más tarde, cuando el rendimiento medio de cada jugador se sustituyó por un valor relativo que reflejaba la actuación que se esperaba de él al enfrentarse a otro individuo. Así, la diferencia entre la puntuación de dos jugadores debía sugerir lo que cabría esperar en caso de que se enfrentasen.

La elegante idea de Elo se ha aplicado a todo tipo de deportes, incluidas las dos variantes del fútbol, si bien el método debe adaptarse a las características específicas de cada competición. Con todo, nunca podremos decir que ninguno de ellos sea la mejor forma de establecer clasificaciones, pues el «método óptimo» no existe: en 1951, el matemático y economista Kenneth Arrow demostró que no puede haber un sistema de clasificación óptimo que, a la vez, satisfaga unos criterios mínimos de equidad. De modo que la controversia continuará, y los encargados de elaborar las tablas clasificatorias deberán seguir precisando y adaptando sus sistemas para ajustarlos a las necesidades de cada caso.

—Amy N. Langville y Carl D. Meyer

EXPOSICIONES

Galvani, Volta... y el desfibrilador

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología
Madrid
www.muncyt.es

La prehistoria en el Sáhara Occidental. Megalitismo y arte rupestre

Parque de las Ciencias
Granada
www.parqueciencias.com



OTROS

Del 4 al 7 de septiembre

Taller de ciencias para mentes jóvenes

Instituto de Ciencias Fotónicas
Castelldefels
www.epsyoungminds.org/section/
Barcelona

18 de septiembre - Debate

Primavera silenciosa, 50 años después

Campus Gutenberg
Universidad Pompeu Fabra
Barcelona
www.occ.upf.edu/gutenberg

21 y 22 de septiembre - Congreso

Cromosomas, células madre y enfermedad

Centro de Regulación Genómica
Barcelona
www.crg.eu/chromosomes_meeting

28 de septiembre

La noche de los investigadores

Madrid
www.madrimasd.org/
lanochedelosinvestigadores
Zaragoza
lanochedelosinvestigadores.esciencia.es

Del 28 al 30 de septiembre

CTS en la enseñanza de las Ciencias

VII Seminario Ibérico
III Seminario Iberoamericano
IES San Isidro
Madrid
oei.es/seminarioctsm

SALUD

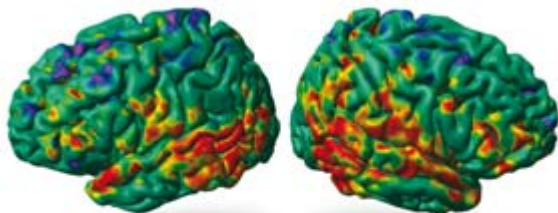
Pesticidas y desarrollo cerebral

Aunque el uso en interiores del pesticida clorpirifós ha estado prohibido en EE.UU. desde el año 2000, sus efectos sobre el cerebro continúan detectándose en niños que ahora se acercan a la pubertad. Gracias a la técnica de formación de imágenes por resonancia magnética, un estudio reciente detectó alteraciones en el cerebro de niños que habían estado expuestos al clorpirifós durante la gestación. Dichas alteraciones habrían persistido durante la infancia.

Los investigadores examinaron los escáneres cerebrales de veinte niños cuya madre había presentado niveles altos de clorpirifós en sangre durante el embarazo (según las mediciones del suero del cordón umbilical). Como explica Virginia Rauh, autora principal del estudio y epidemióloga de la Escuela Mailman de Salud Pública de la Universidad de Columbia, las imágenes mostraban diferencias significativas con respecto a las de niños cuya exposición al producto había sido menor: «Alguna perturbación tuvo lugar durante el desarrollo del cerebro», señala. Los resultados se publicaron a finales de abril en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*.

Los seis niños y catorce niñas cuya madre sufrió exposición al clorpirifós, un producto de uso común antes de la prohibición, contaban entre siete y casi diez años de edad. Todos pertenecían a familias dominicanas o afroamericanas del área de Nueva York. En comparación con otros veinte niños del mismo tipo de familias de Nueva York que habían mostrado niveles bajos de clorpirifós en la sangre de su cordón umbilical, los pequeños en los que se detectaron dosis más elevadas exhibían protuberancias en algunas regiones de la corteza cerebral, así como una reducción del espesor en otras.

Aunque el estudio no halló ningún tipo de trastorno relacionado con esas alteraciones, las regiones afectadas se encuentran asociadas a funciones como la atención, la toma de decisiones, el lenguaje, el control de los impulsos y la memoria de trabajo. En el pasado ya se habían referido resultados similares en animales. El producto continúa usándose de manera habitual en la agricultura. Por fortuna, lavar las frutas y las verduras elimina los restos de clorpirifós y reduce notablemente el riesgo. —David Biello



Las regiones cerebrales marcadas en rojo mostraban un crecimiento anormal en niños expuestos a niveles elevados de clorpirifós durante la gestación.

CONSERVACIÓN

Seguir la pista a las tortugas desde el espacio

Con novecientos kilos de peso y dos metros de longitud, las tortugas laúd son los mayores reptiles existentes en la actualidad. Su tamaño, sin embargo, oculta una gran fragilidad: las poblaciones que viven en el océano Pacífico se han reducido en un noventa por ciento en los últimos veinte años. Los biólogos ya sabían que las artes de pesca ocasionaban problemas a estos animales en peligro de extinción, al quedar atrapados en las redes de los pesqueros de arrastre, pero no estaban seguros de dónde y cuándo sufrían tales agresiones.

Las tortugas recorren miles de kilómetros por el Pacífico, así que no hay forma de rastrear su itinerario desde tierra o desde un barco, afirma Helen Bailey, bióloga marina del Centro de Ciencias Ambientales de la Universidad de Maryland. Así pues, Bailey y sus colaboradores decidieron seguir sus movimientos mediante satélite. Colocaron arneses con dispositivos de rastreo en las blandas conchas de las tortugas laúd, de manera que estos transmitiesen una señal cada vez que las tortugas ascendían a la superficie. El estudio, publicado en el número de abril de *Ecological Applications*, señala con precisión las zonas de peligro en las que coinciden tortugas y arrastreros. Los datos ayudarán a que las agencias reguladoras decidan cuándo y dónde limitarán la pesca para proteger a la especie.

Los investigadores siguieron, a lo largo de quince años, a 135 tortugas hembra, algunas de la zona oriental del Pacífico y otras de

INMUNOLOGÍA

¿Por qué estornudar es saludable?

La mayoría de los expertos consideran que las alergias son reacciones inmunitarias anómalas a sustancias inocuas, como el polen o los cacahuets. Algunos investigadores, sin embargo, han propuesto una teoría diferente: el goteo nasal, la tos y las erupciones cutáneas habrían aparecido evolutivamente para protegernos de sustancias tóxicas, como el veneno de serpiente, presentes en nuestro entorno y en los alimentos que ingerimos.

Hace mucho tiempo que los inmunólogos piensan que las personas alérgicas son víctimas de una respuesta de tipo 2 anómala, que habrían adquirido durante la evolución para defenderse de los parásitos. La respuesta de tipo 2 refuerza las barreras de protección del cuerpo y promueve la expulsión del parásito.

La otra forma en la que nuestro cuerpo lucha contra sustancias dañinas consiste en la respuesta de tipo 1, que destruye directamente los patógenos como virus y bacterias, así como las células humanas a las que infectan. La idea se basa en que resulta posible eliminar los patógenos de menor tamaño, como los virus, pero es más sensato emprender un combate defensivo contra los mayores, como los parásitos.

No obstante, Ruslan Medzhitov, inmunobiólogo de la Universidad de Yale, nunca ha aceptado que las alergias representen una reacción antiparasitaria equivocada. Según él, los parásitos y las sustancias que desencadenan las alergias (alérgenos) no tienen nada en común. En primer lugar, hay un número casi ilimitado de alérgenos. En segundo

la zona occidental, mientras nadaban por el océano en busca de medusas. El estudio descubrió diferencias en las pautas migratorias de las dos poblaciones. Las tortugas del Pacífico occidental abandonan sus áreas de desove para alimentarse en el mar de China, los mares indonesios y el sudeste de Australia, así como a lo largo de la costa oeste de Estados Unidos, lo que las hace vulnerables ante las redes de pesca en numerosas zonas.

Las tortugas del Pacífico oriental viajan desde sus áreas de desove en México y Costa Rica hasta el Pacífico sudoriental, de manera que muchas quedan atrapadas en aparejos de pesca a lo largo de las costas sudamericanas. Como la población oriental ocupa un área geográfica más reducida, su riesgo de extinción resulta mayor, señala Bailey.

Los nuevos hallazgos podrían ayudar a los gestores a planificar vedas de pesca a corto plazo. Bailey afirma que una reciente decisión de cerrar todos los años una pesquería de peces espada y tiburones zorro en California, desde mediados de agosto hasta mediados de noviembre, redujo de forma drástica las capturas de tortugas laúd (en 2010 no se prendió ninguna). El rastreo mediante satélite puede ayudar a precisar el tiempo y el área de veda y a decidir las que deben realizarse junto a las costas de Oregón y Washington. En las islas Galápagos, las tortugas laúd atraviesan, de febrero a abril, un corredor migratorio muy bien delimitado, así que un cierre temporal de las pesquerías en esa zona podría terminar por completo con las capturas.

«Ya suponíamos que el problema residía en las pesquerías —señala Bailey—, pero ahora sabemos dónde concentrar nuestros esfuerzos.»

—Carrie Madren



Juvenil de tortuga laúd.

lugar, las respuestas alérgicas pueden producirse con extrema rapidez, en solo unos segundos; pero una respuesta a la presencia de parásitos no necesita tal inmediatez.

En un artículo publicado en abril en la revista *Nature*, Medzhitov y sus colaboradores afirman que las alergias aparecieron para protegernos de sustancias potencialmente tóxicas en el entorno o en la comida. En otras palabras, se desarrollaron evolutivamente por una razón concreta, no por simple error. ¿Cómo se defiende uno contra algo que inhala involuntariamente? Produciendo mocos, congestión nasal, estornudos y tos. O, si alcanza la piel, provocando un picor que induzca a rascarse, y con tal acción se elimine el intruso. Del mismo modo, si se ingiere una sustancia alérgica, el cuerpo puede reaccionar con vómitos.

Entre las pruebas citadas por Medzhitov se encuentra un estudio de 2006 publicado en la revista *Science*, que señalaba que las células clave implicadas en las respuestas alérgicas degradan e inactivan el veneno de las serpientes y de las abejas. Un estudio de 2010 aparecido en la revista *Journal of Clinical*

Investigation sugiere que la respuesta alérgica a la saliva de las garrapatas evita que estos ácaros se adhieran al cuerpo y se alimenten de él.

¿Cómo concuerdan estos datos con el conocimiento preexistente sobre las alergias? Un estudio de 2011 publicado en *New England Journal of Medicine* demostró que los niños que crecían en granjas, donde estaban expuestos a numerosos microorganismos, tendían a sufrir menos asma y alergias. La idea, conocida como hipótesis de la higiene, sugiere que las personas que entran en contacto con multitud de bacterias y virus al comienzo de su vida invierten más recursos inmunitarios en respuestas de tipo 1 a costa de las reacciones de tipo 2. Medzhitov mantiene que tal teoría encaja con la suya.

En última instancia, la teoría de Medzhitov plantea más preguntas de las que consigue responder. Aun así, muchos concuerdan en que sus principios son verosímiles. «Nos estimula a elaborar nuevas hipótesis», señala Kari Nadeau, inmunólogo de la facultad de medicina de la Universidad Stanford.

—Melinda Wenner Moyer

