

JULIO 2009

INVESTIGACION Y CIENCIA

Edición española de
SCIENTIFIC
AMERICAN



PLANETAS

¿Cómo será la atmósfera del futuro?

GENETICA

Cromosomas parásitos invaden el genoma

NANORROBOTS

Nuevos mecanismos de navegación

GALILEO

Revolución y proceso

www.investigacionyciencia.es

¿QUE NOS HACE HUMANOS?

Cambios rápidos en el genoma guían hacia la respuesta

6,00 EUROS



9 770210 136004

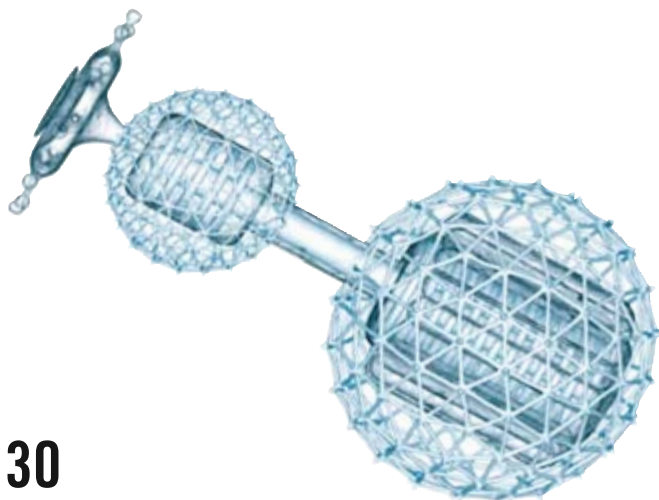


00394



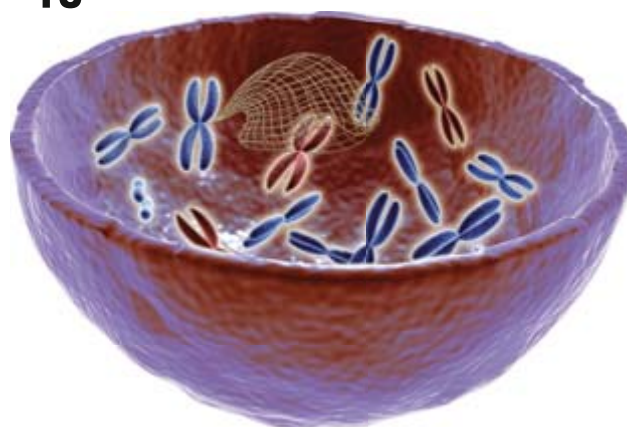


Los planetas y satélites pueden perder sus atmósferas.



El movimiento browniano y la viscosidad dificultan la navegación en la nanoescala.

40



Los cromosomas parásitos pueden mutar e integrarse como un elemento cooperador más del genoma.

ARTICULOS

PLANETAS

14 Pérdidas en las atmósferas planetarias

David C. Catling y Kevin J. Zahnle

La atmósfera de la Tierra escapa poco a poco al espacio. ¿Llegará nuestro planeta a parecerse a Venus?

GENOMICA

24 ¿Qué nos hace humanos?

Katherine S. Pollard

La comparación del genoma humano con el de chimpancé ha revelado cuán pocos fragmentos de ADN son exclusivamente humanos.

NANOTECNIA

30 Propulsión y conducción de nanorrobots

Thomas E. Mallouk y Ayusman Sen

Pequeños vehículos submarinos emplean motores catalíticos para absorber combustible de su entorno y superar las leyes físicas del mundo microscópico.

GENETICA

40 Cromosomas parásitos

Josefa Cabrero y Juan Pedro M. Camacho

Los cromosomas parásitos invaden los genomas eucariotas. Se establece una carrera de armamentos caracterizada por la evolución de diversos mecanismos de ataque y defensa.

INFORME ESPECIAL

AÑO GALILEO

50 La revolución de Galileo y la transformación de la ciencia

Jürgen Renn

El giro intelectual de principios del siglo XVII que marcó el comienzo de la ciencia moderna se halla inseparablemente ligado al nombre de Galileo Galilei. ¿Cómo se llegó a ese cambio radical? ¿Qué función desempeñó Galileo?

60 Ciencia, filosofía y teología en el proceso a Galileo

Rafael A. Martínez

Han proliferado los estudios sobre el proceso en los últimos años. ¿Fue la ciencia el motivo principal de la condena de Galileo?



24

HAR1, FOXP2: cambios rápidos hacia la humanización.



74

El número de personas que sufren desnutrición crónica crece en los países menos desarrollados.



82

Las dificultades para proporcionar suministro sanguíneo limitan el tamaño de los tejidos artificiales.

SEGURIDAD

68 Espionaje informático por canales indirectos

W. Wayt Gibbs

Los ladrones de información pueden saltarse las barreras de la encriptación, los protocolos de las redes y las defensas del sistema operativo.

MEDIO AMBIENTE

74 Crisis alimentarias: ¿Una amenaza para la civilización?

Lester R. Brown

La escasez de alimentos en los países pobres podría provocar el hundimiento de sus gobiernos. El origen de esta amenaza mundial se halla en la continua degradación del medio.

BIOTECNOLOGIA

82 Avances en ingeniería tisular

Ali Khademhosseini, Joseph P. Vacanti y Robert Langer

Los pioneros en la construcción de tejidos artificiales describen los progresos del último decenio.

SECCIONES

3 CARTAS AL DIRECTOR

4 HACE...

50, 100 y 150 años.

5 PUESTA AL DIA

Enigma en el Pérmico...
Contra la gripe... Efectos secundarios legales...
Fin de las restricciones.

6 APUNTES

Comportamiento...
Ecologismo... Fisiología...
Materiales... Psicología.

8 CIENCIA Y SOCIEDAD

El quark top solitario...
Los inicios de la radiactividad en España...
Marismas costeras... Evolución en una botella.

37 DESARROLLO SOSTENIBLE

Pagar para que el gobierno haga lo que debe hacer, por Jeffrey D. Sachs

38 DE CERCA

El año del gorila, por Hugo Sarmiento

90 CURIOSIDADES DE LA FISICA

Rayos en casa, por Jean-Michel Courty y Edouard Kierlik

92 JUEGOS MATEMATICOS

¿Un problema imposible?, por Gabriel Uzquiano

94 LIBROS

Galileo. Manuales.

INVESTIGACION Y CIENCIA

DIRECTOR GENERAL José M.^a Valderas Gallardo
DIRECTORA FINANCIERA Pilar Bronchal Garfella
EDICIONES Juan Pedro Campos Gómez
Laia Torres Casas

PRODUCCIÓN M.^a Cruz Iglesias Capón
Albert Marín Garau

SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez
ADMINISTRACIÓN Victoria Andrés Laiglesia
SUSCRIPCIONES Concepción Orenes Delgado
Olga Blanco Romero

EDITA Prensa Científica, S.A. Muntaner, 339 pral. 1.^a
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344 Fax 934 145 413
www.investigacionyciencia.es

SCIENTIFIC AMERICAN

EDITOR IN CHIEF John Rennie

EXECUTIVE EDITOR Mariette DiChristina

MANAGING EDITOR Ricki L. Rusting

CHIEF NEWS EDITOR Philip M. Yam

SENIOR WRITER Gary Stix

EDITORS Peter Brown, Davide Castelvecchi, Graham P. Collins,
Mark Fischetti, Steve Mirsky, Michael Moyer,
George Musser, Christine Soares y Kate Wong

CONTRIBUTING EDITORS Mark Alpert, Steven Ashley, Stuart F. Brown,
W. Wayt Gibbs, Marguerite Holloway, Christie Nicholson,
Michelle Press, Michael Shermer, Sarah Simpson

MANAGING EDITOR, ONLINE Ivan Oransky

ART DIRECTOR Edward Bell

PRODUCTION EDITOR Richard Hunt

PRESIDENT Steven Yee

VICE PRESIDENT Frances Newburg

VICE PRESIDENT, FINANCE, AND GENERAL MANAGER Michael Florek

MANAGING DIRECTOR, INTERNATIONAL Kevin Hause

DISTRIBUCION

para España:

LOGISTA, S. A.

Pol. Ind. Pinares Llanos - Electricistas, 3
28670 Villaviciosa de Odón (Madrid) - Teléfono 916 657 158

para los restantes países:

Prensa Científica, S. A.

Muntaner, 339 pral. 1.^a - 08021 Barcelona

PUBLICIDAD

Teresa Martí Marco

Muntaner, 339 pral. 1.^a 08021 Barcelona

Tel. 934 143 344 - Móvil 653 340 243

publicidad@investigacionyciencia.es

COLABORADORES DE ESTE NUMERO

Asesoramiento y traducción:

M.^a Rosa Zapatero Osorio: *Pérdidas en las atmósferas planetarias*;
Maite Barrón: *¿Qué nos hace humanos?*; Alejandro Moreno: *Propulsión
y conducción de nanorrobots*; Marián Beltrán: *Desarrollo sostenible*;
I. Nadal: *La revolución de Galileo y la transformación de la ciencia*;
Luis Bou: *Espionaje informático por canales indirectos, Puesta al día y
Apuntes*; Juan Manuel González Mañas: *Avances en ingeniería tisular*;
J. Vilardell: *Hace y Curiosidades de la física*; Bruno Moreno: *Apuntes y
Ciencia y sociedad*



Portada: Cary Wolinsky

SUSCRIPCIONES

Prensa Científica S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.^a
08021 Barcelona (España)
Teléfono 934 143 344
Fax 934 145 413

Precios de suscripción:

	Un año	Dos años
España	65,00 euro	120,00 euro
Resto del mundo	100,00 euro	190,00 euro

Ejemplares sueltos:

El precio de los ejemplares atrasados
es el mismo que el de los actuales.

Difusión
controlada

Copyright © 2009 Scientific American Inc., 75 Varick Street, New York, NY 10013-1917.

Copyright © 2009 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.^a 08021 Barcelona (España)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista. El nombre y la marca comercial SCIENTIFIC AMERICAN, así como el logotipo correspondiente, son propiedad exclusiva de Scientific American, Inc., con cuya licencia se utilizan aquí.

ISSN 0210136X Dep. legal: B. 38.999 - 76

Imprime Printer Industria Gráfica Ctra. N-II, km 600 - 08620 Sant Vicenç dels Horts (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España



Final sin horizontes

En “Singularidades desnudas” (abril 2009), S Pankaj S. Joshi sostiene que los modelos de colapso estelar pueden producir singularidades desnudas: singularidades que carecen del horizonte de sucesos que rodea a un agujero negro. Según la teoría cuántica, los agujeros negros emiten radiación térmica y se evaporan a causa de la separación de las parejas partícula-antipartícula en la vecindad de su horizonte de sucesos. ¿Desaparecerá alguna vez la singularidad desnuda?

Daniel Chamudot
Riverdale, Nueva York

Si en el horizonte de sucesos la curvatura espaciotemporal y la gravedad tienen valores extremos, aunque finitos, y en la singularidad tales valores son infinitos, ¿cómo puede haber un trayecto desde una región de gravedad y curvatura bajas hasta una singularidad que no atravesase un horizonte?

Lloyd Anderson
Villa Park, Illinois

RESPONDE JOSHI: Respecto a la pregunta de Chamudot, el horizonte de sucesos es un factor esencial en la evaporación de un agujero negro mediante efectos cuánticos,

pero en el caso de una singularidad desnuda todavía es posible que el horizonte de sucesos desaparezca o se evapore mediante procesos cuánticos o clásicos. Los efectos de la gravedad cuántica, por ejemplo, podrían crear una enorme presión negativa que forzara a la estrella a emitir la mayor parte de su masa en fases posteriores del colapso. Además, procesos clásicos, por ejemplo poderosas formaciones de choque creadas por las inhomogeneidades de la densidad de la materia en la vecindad de la singularidad desnuda, podrían hacer que ésta explotase.

En cuanto a la consulta de Anderson, los valores locales de la densidad o la curvatura no son los únicos factores que determinan las trayectorias de la luz en la relatividad general. Hay aspectos esenciales, como la estructura causal del espacio-tiempo y las propiedades globales de los conos de luz, que son resultado sobre todo de la no linealidad de las ecuaciones de Einstein; los estudios detallados de los modelos de colapso implican, además, que la gravedad puede ser arbitrariamente grande y densa en un colapso estelar, sin que por eso resulte imposible escapar de ella. Los grandes valores de densidad o de curvatura no significan necesariamente que exista un horizonte de sucesos.

En la gravitación newtoniana, la densidad es el único parámetro que determina el comportamiento de un campo gravitatorio. Pero en la relatividad general existen 10 potenciales gravitatorios métricos, y estos elementos pueden dar, y dan, origen a numerosas características nuevas de la gravitación y sus interacciones en el universo.

¿Son preferibles las soluciones grandes?

Me preocupa que el artículo de Matthew L. Wald “Energías de fuentes renovables” (mayo 2009), igual que la mayoría de los empeños recientes por desarrollar las energías renovables, esté orientado a proyectos acometidos por grandes empresas. Semejante modo de proceder protegerá aún más los intereses creados del sector de la energía, aun cuando ésta debiera ofrecerse al público en general. Los generadores eólicos instalados en un tejado no tienen por qué proporcionar los voltajes que requieren los grandes aerogeneradores para su adaptación y conexión a la red eléctrica. Y la producción de uno de estos ge-

neradores domésticos se puede almacenar en baterías o grandes condensadores que sirvan también de aislamiento. No deberíamos perder la oportunidad de sacar provecho del ingenio de individuos de todo el mundo para conseguir soluciones locales.

Jeremy Gorman
Wilmington, Vermont

RESPONDE WALD: Es limitado el dinero disponible para equipos de energía renovable y debería gastarse allí donde produzca la mayor cantidad de energía y reemplace al máximo los combustibles fósiles. Los grandes generadores eólicos producen más kilowatt-hora por dólar que los pequeños. Las grandes instalaciones solares cuestan menos por megawatt que las pequeñas (en los grandes parques fotovoltaicos del suroeste de Estados Unidos se invierten mejor los impuestos de los ciudadanos que en las placas solares de los tejados).

La oposición a las grandes empresas y la oposición al calentamiento global son dos cosas distintas, y mezclar una y otra no sienta bien a todo el mundo.

El dúo electrodinámico

En “El principio de la localidad” (mayo 2009), David Z. Albert y Rivka Galchen cuestionan la viabilidad de la relatividad especial porque la mecánica cuántica no respeta el principio de localidad, al contrario que la relatividad especial. Pero la más acertada teoría física a nuestro alcance —la electrodinámica cuántica— es una amalgama plenamente coherente de ambas teorías que atina en sus predicciones de los resultados de experimentos prácticos.

Lawrence R. Mead
Universidad del Sur de Mississippi

RESPONDEN ALBERT Y GALCHEN:

Aunque la electrodinámica cuántica sea asombrosamente buena en cuanto a predecir los resultados de una gran variedad de experimentos en sistemas de mecánica cuántica, no nos dice cómo se producen mecánicamente tales resultados. Y toda explicación fundamental de la naturaleza debe sin duda dar respuesta a esa pregunta. El teorema del físico irlandés John S. Bell debatido en nuestro artículo demuestra que toda respuesta de esa naturaleza debe introducir en el mundo ineluctablemente la no localidad, en la que radica el conflicto planteado con la relatividad especial.

Recopilación de Daniel C. Schlenoff

...cincuenta años

Wolfgang Pauli. «Es perfectamente conocida la absoluta ineptitud de los físicos teóricos para manejar artefactos experimentales; de hecho, se dice que el prestigio de un físico teórico se mide en función de su capacidad para romper, sólo con tocarlos, los aparatos más delicados. Según ese patrón, Wolfgang Pauli era un físico teórico de los mejores; los aparatos se caían, se rompían, saltaban en añicos o empezaban a arder en cuanto él ponía los pies en un laboratorio. El principio de exclusión de Pauli, por otra parte, debe su importancia a que contribuyó a aclarar la estructura interna del átomo, de acuerdo con el modelo atómico de Bohr.

—George Gamov.»

Morfina, cafeína. «Desde los tiempos más remotos, los alcaloides han servido al hombre como medicinas, venenos y sustancias creadoras de sueños. Nuestra egocéntrica visión del mundo nos hace esperar que los alcaloides desempeñen una función de una importancia semejante en las plantas que los generan. Resulta, pues, sorprendente descubrir que muchos de ellos carecen de una función identificable. Por lo general, parecen ser unos productos imprevistos o accidentales del metabolismo de los tejidos vegetales.»

...cien años

Partidos nocturnos. «Recientemente se ha jugado con éxito en Cincinnatti un partido de béisbol nocturno. Para iluminar el campo se emplearon unos potentes reflectores. El Estadio de la Liga Nacional de Béisbol de Cincinnatti, donde se jugó el primer partido [entre los Elk Lodges de Cincinnatti y el Newport, de Kentucky], fue rodeado de torres de acero de casi 35 metros de alto, con dos potentísimas lámparas de carbono cada una. Ni un rincón del campo escapó a la brillante iluminación de un total de 14 lámparas. La invención se debe a George F. Cahill, quien se ha tomado un gran interés en lo que podría llamarse el perfeccionamiento mecánico del juego de béisbol.»

[NOTA: El primer partido nocturno de la Liga de Primera División de Béisbol se jugó en Cincinnatti el 24 de mayo de 1935.]

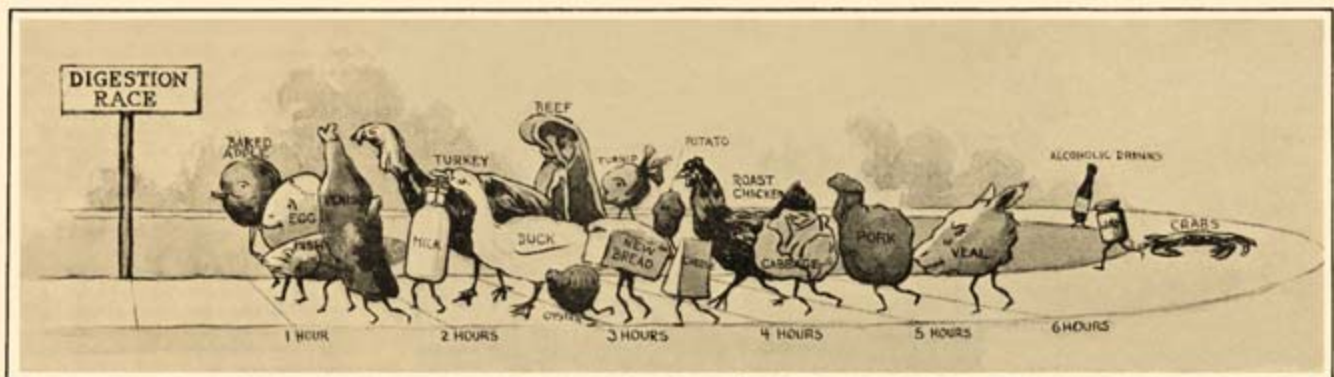
Digestión. «Hemos preparado un grabado que muestra la digestibilidad relativa de varias clases de alimentos. Se verá que la manzana al horno y el huevo crudo están cerca de la meta, con el huevo codo a codo con el pescado. Le sigue el venado, que se digiere en una hora. Lo que dura una mala digestión lo resumen magníficamente el cerdo y la ternera, que requieren, en las condiciones más favorables, unas cinco horas. En la sexta hora, y ya 'fuera de control', vemos la mermelada, los cangrejos y las bebidas alcohólicas de índole diversa.»

...ciento cincuenta años

Mar espumosa. «El maelstrom no es un mito —las antiguas noticias del remolino ante la costa noruega impresionaban por el terror que se le asociaba—, un gran caldero bulle alrededor de un enorme torbellino, al que a veces eran arrastrados ballenas y barcos, y hundidos para siempre bajo sus horrosas aguas. Es posible que al fin tal remolino exista realmente, pero después de todo no se trata de algo tan tremendo. El señor Hagerup, ministro de marina de Noruega, afirma que el remolino se debe a la subida y bajada de las mareas entre Lofoten y Mosken, que llega a su punto más violento a medio camino entre el reflujó y la pleamar.»

El ajedrez como vicio. «Se ha extendido por todo el país un pernicioso entusiasmo por aprender y jugar al ajedrez; en pueblos y ciudades han proliferado numerosos clubes para la práctica de ese juego. ¿Por qué deberíamos lamentarlo? La respuesta es que el ajedrez es un pasatiempo de índole inferior, que roba a la mente un tiempo precioso que podría dedicarse a la adquisición de otros conocimientos más nobles, sin que reporte beneficio alguno al cuerpo. El ajedrez ha conseguido una gran reputación como medio para disciplinar la mente, pero las personas que ejercen actividades sedentarias no deberían practicar un juego tan poco movido como ése; lo que necesitan son ejercicios al aire libre, no porfias mentales de tal jaez.»

CARRERA DE LOS ALIMENTOS a través del cuerpo humano, según una viñeta de 1909. De izquierda a derecha: Carrera digestiva, manzana al horno, huevo, pescado, venado, leche, pavo, buey, pato, nabo, pan fresco, patata, queso, pollo asado, repollo, cerdo, ternera, mermelada, cangrejos y bebidas alcohólicas.



SCIENTIFIC AMERICAN, VOL. C1, N.º 3, 17 DE JULIO DE 1909

¿Qué ha sido de ...?

Recopilación de Philip Yam

Enigma en el Pérmico

La extinción en masa, al final del período Pérmico, hace unos 250 millones de años, supuso la desaparición de al menos el 90 por ciento de las especies marinas y el 70 por ciento de los vertebrados terrestres [véase "La mayor extinción biológica conocida"; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, septiembre, 1996]. Nuevos hallazgos llevan a pensar que aquella mortífera catástrofe pudo haber acontecido separadamente en las tierras y en los mares.

Robert Gastaldo, paleontólogo de Colby College, y sus colabora-

dores han investigado antiguas rocas sedimentarias en la cuenca de Karoo, en Sudáfrica. En expediciones anteriores se había identificado en esa área una delimitación clara entre el Pérmico y el Triásico, que vino inmediatamente tras él. Se trata de una región sedimentaria, tildada de "zona sin vida", yacente sobre fósiles de reptiles extintos, que ha proporcionado la principal prueba de los rápidos



Fósil de un anfibio del Pérmico que debió de ser el primer vertebrado en conquistar tierra firme, pero desapareció en una extinción masiva.

efectos que tuvo en tierra firme la extinción de finales del Pérmico.

Pero el equipo de Gastaldo ha descubierto ahora que parte de ese sedimento yace a unos ocho metros bajo la divisoria pérmico-triásica, y que en ciertos lugares se encuentra por debajo de esos fósiles, lo que significa que su deposición hubo de ser muy anterior a la catástrofe en tierra. Esta modificación en la cronología pudiera indicar que las extinciones marinas y terrestres fueron provocadas por causas distintas. Entre los culpables de haber modificado tan mortalmente el clima y los mares pudieran contarse la deriva continental y el vulcanismo. Se puede hallar información más completa excavando en *Geology* del mes de marzo.

—Charles Q. Choi

el Tamiflu, se dirigen contra la neuraminidasa.) Uno de los anticuerpos ha conseguido, en ensayos con ratones, proteger a los muridos de dosis letales de gripe aviar (H5N1) y de otras cepas. Sin embargo, se requirieron dosis elevadas, por lo que cualquier tratamiento para humanos resultaría caro. Los artículos correspondientes se han publicado en *Nature Structural and Molecular Biology* del mes de marzo, y en la Red, el 26 de febrero, por *Science Express*.



Nuevas esperanzas en la protección antigripal.

Efectos secundarios legales

En EE.UU., las compañías farmacéuticas han quedado sin refugio ante reclamaciones legales. Ello se debe a una decisión del Tribunal Supremo, dada a conocer el 4 de marzo, que permite a los jurados conceder indemnizaciones en el caso de efectos secundarios dañosos, incluso aunque el fármaco cuente con rótulos de advertencia adecuados y aprobados por la Agencia Federal de Fármacos y Alimentos (FDA). Esta decisión, contraria a Wyeth Pharmaceuticals, puede animar a más acuerdos extrajudiciales, como en el caso del analgésico Vioxx, que provocó fallos cardíacos en algunos pacientes. Podría asimismo impulsar una nueva legislación que permitiera querrellarse contra los fabricantes de dispositivos médicos, que el Tribunal dejó a salvo de tales demandas el año pasado.

—Kate Wilcox

Fin de las restricciones

Como se esperaba, el presidente Barack Obama firmó el pasado 9 de marzo una orden que derogaba la prohibición de ciertas investigaciones con células madre, impuesta por la administración Bush en 2001. Dicha restricción había impuesto a los científicos que recibieran financiación federal la limitación de investigar sólo 21 líneas de células embrionarias pluripotentes, lo que podría dificultar los esfuerzos para dar a tales células aplicaciones terapéuticas. Los investigadores pueden ahora utilizar centenares de líneas nuevas; asimismo, es verosímil que parte de los 8000 millones de euros asignados al paquete de estímulos económicos para investigaciones relacionadas con la salud fluyan hacia trabajos con células embrionarias. El Departamento de Salud y Servicios Humanos estadounidense emitirá este verano directivas sobre ética y comunicación de las investigaciones.



SHEILA TERRY Photo Researchers, Inc. (6691); CHRIS KLEPONIS/Getty Images (Obama firmando); JEFF HAYNES/Getty Images (vacunación)

COMPORTAMIENTO

La planificación de los simios

Un chimpancé aficionado a arrojar piedras en el Zoológico Furu-
vik de Suecia demuestra que los primates no humanos pueden
hacer planes de futuro. Durante los últimos años, Santino exhibe
su dominancia todos los días en torno a las once de la mañana,
gritando y corriendo, un comportamiento típico de los chimpancés
macho. Además, de vez en cuando, tira piedras a los visitantes del
zoo (si bien, por fortuna, tiene muy mala puntería y nadie ha sufrido
heridas de consideración). Los trabajadores del zoo han visto que, a
lo largo de la mañana, recoge tranquilamente su munición en el foso
que rodea su hábitat y golpea las piedras contra las rocas hechas
de cemento que hay en su isla, para formar discos del tamaño de
un plato de postre. Después, Santino hace un montoncito con sus
armas. Estas observaciones, descritas en *Current Biology*, confirman
los experimentos de laboratorio que muestran que los simios se pre-
paran para hechos venideros.

—Coco Ballantyne



SANTINO arroja a los visitantes del zoo piedras que recoge
y prepara con antelación.

FISIOLOGIA

Acalorados a 37°C: ¿por qué?

El cuerpo humano es como un motor térmico, que genera sin cesar
grandes cantidades de calor, y su radiador, por así decirlo, dis-
persa el calor con menor eficacia en climas cálidos.

El calor constituye un subproducto inevitable del tra-
bajo que realizan los tejidos corporales. La contracción
de los músculos de corazón, del diafragma y de las
extremidades, las bombas de iones que mantienen
las propiedades eléctricas de los nervios y las reac-
ciones bioquímicas que descomponen los alimentos y
sintetizan nuevos tejidos (por mencionar sólo algunos
procesos) generan sin cesar calor corporal. Con este
volcán de órganos internos activos, el cuerpo tiene la
necesidad crítica de disipar calor a sus alrededores.
Para ello hace circular sangre cerca de la su-
perficie de la piel, exhala aire caliente y saturado
de humedad, y evapora sudor.



—Jeffery W. Walker.
Profesor de fisiología, Universidad de Arizona

ECOLOGISMO

El Artico, sin redes

Es posible que los organis-
mos reguladores protejan
una pesquería antes de que
nadie tenga ocasión de lan-
zar una red. La región ártica
se ha vuelto atractiva con la
fusión de los hielos polares y
la consiguiente migración de
salmónidos y otras especies
hacia aguas más septentrio-
nales. Como se carece de es-
tudios sobre el impacto de la
pesca comercial en la zona, el
consejo de gestión pesquera
del Pacífico Septentrional es-
tadounidense —que se encar-
ga de la administración de las
aguas de Alaska— votó por
unanimidad el 5 de febrero
pasado la prohibición de cual-
quier tipo de pesca en todas
las aguas estadounidenses
situadas al norte del estrecho

de Bering, lo que supone más de medio millón de kilómetros
cuadrados. Serán necesarias investigaciones que determinen
los volúmenes seguros de capturas y el impacto sobre las
poblaciones humanas nativas antes de que puedan empezar
las capturas. La prohibición propuesta no significa que todo
el Artico se encuentre a salvo: son varios los países que re-
claman sus derechos, entre ellos, Noruega, que ha iniciado ya
la pesca en sus aguas.

—David Biello



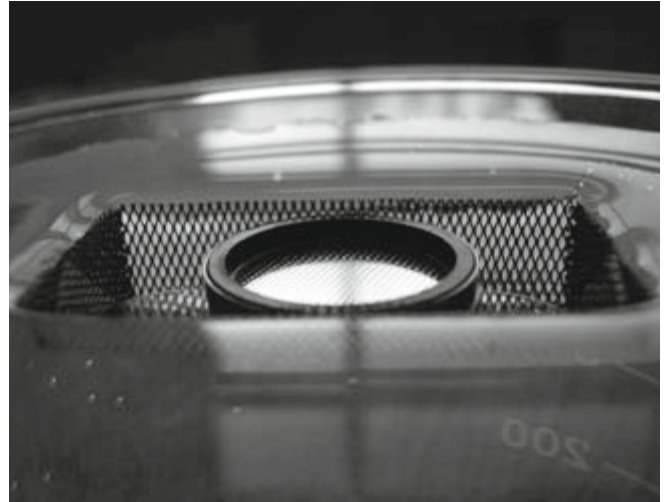
MATERIALES

Salir a flote

Imagine una malla que, en lugar de dejar pasar el agua, la repeliese con tal fuerza que un chaleco salvavidas hecho con ella pudiese sostener a un caballo. Un grupo de científicos del Instituto Tecnológico de Harbin, China, han creado una malla así, formada por cables de cobre de 200 micras de anchura y por poros de un tamaño similar o más pequeño. En primer lugar, sumergieron la malla en una disolución de nitrato de plata y después en ácido, lo cual hizo que la plata se depositase sobre el cobre como una estructura foliácea de siete micras de altura. De la misma forma que los pelillos de la parte inferior del *Dytiscus marginalis*, un gran escarabajo buceador, las hojas de plata atrapan una película de aire, haciendo que la malla repela el agua con mucha fuerza.

Unos pequeños barcos del tamaño de un sello de correos, fabricados con estas mallas, se mantuvieron a flote con una carga de arena tres veces superior a la que podían aguantar a flote los fabricados con mallas no tratadas, y seguían sin hundirse incluso cuando sus bordes se sumergían bajo la superficie del agua. Aunque los científicos admiten que no es probable que se pueda aplicar la tecnología de superflotación a barcos de tamaño normal, ya que la repulsión hidrofóbica podría ser demasiado débil para ellos, creen que es posible que lleve a una nueva generación de robots acuáticos en miniatura.

—Charles Q. Choi



MALLA DE SUPERFLOTACION que sostiene un pesado disco reflectante.

PSICOLOGIA

Medio lleno o medio vacío

Las personas suelen tender a fijarse, bien en los sucesos buenos, bien en los malos, y es posible que una variación genética común subyazca a estas tendencias al optimismo o al pesimismo. Un grupo de científicos de la Universidad de Essex, Inglaterra, ha investigado la serotonina, un neurotransmisor vinculado al estado de ánimo, y ha estudiado las preferencias que un grupo de 97 voluntarios tiene por distintos tipos de imágenes. Las personas que sólo eran portadoras de versiones largas del gen de la proteína que transporta la serotonina y de la que

dependen los niveles de este neurotransmisor en las células del cerebro, solían prestar atención a las imágenes agradables (fotografías de chocolate, por ejemplo), a la vez que evitaban las negativas (fotografías de arañas). Las personas que tenían una forma corta del gen mostraban las preferencias opuestas, aunque no tan marcadamente. Los resultados ayudan a explicar por qué algunas personas son menos propensas a la angustia y la depresión, y podrían llevar al descubrimiento de terapias que ayuden a quienes lo necesiten a ver la mitad llena del vaso.

—Charles Q. Choi

¿QUE PREFIERE MIRAR? Los optimistas tienden a prestar atención a imágenes de chocolate, a la vez que evitan las fotografías de arañas, mientras que los pesimistas hacen lo contrario.



BIOLOGIA

Automedicación

Anteriormente, se creía que la capacidad de buscar plantas medicinales estaba limitada a los animales con cerebros avanzados. Por ejemplo, los chimpancés con parásitos intestinales se tragan hojas espinosas para raspar los parásitos que tienen en las entrañas. En cambio, un grupo de investigadores de la Universidad Wesleyana ha encontrado que las orugas de la especie *Grammia incorrupta* también se automedican cuando están enfermas. Las orugas infestadas con larvas parasitarias de mosca comían aproximadamente el doble de alcaloides (en concreto, del alcaloide pirrolizidina) que las no infestadas. Esta toxina se encuentra de forma natural en algunas plantas de las que se alimentan las orugas, como la *Sanguinaria canadensis*. Como resultado, aproximadamente un 20 por ciento más de orugas que consumieron la medicina sobrevivieron hasta la edad adulta, en comparación con aquellas que no lo hicieron. Es el primer ejemplo conocido de automedicación por parte de invertebrados.

—Charles Q. Choi

El quark top solitario

Las primeras observaciones en las que el quark cima ("top") no aparece acompañado de su antipartícula verifican, una vez más, la validez del modelo estándar de las interacciones fundamentales de la materia

Hace aproximadamente 14 años, la dirección del Laboratorio Nacional de Aceleradores Fermi, en los alrededores de Chicago, anunciaba el descubrimiento del último eslabón de la materia básica: el más pesado de los quarks, el quark top, o t , o en castellano también cima, por parte de los dispositivos CDF y D0 del acelerador Tevatrón. Con ello, casi se habían descubierto todos los componentes elementales de la materia y de sus interacciones, al menos dentro del modelo estándar. Sólo faltaba completar el modelo con la observación del bosón de Higgs, causante de la masa de las demás partículas fundamentales.

Hasta ahora, la producción del quark t se observaba siempre acompañada de su versión de antimateria, el anticima. Sin embargo, el modelo estándar permite también la producción de un t "solitario" o "soltero", en el sentido de que

no aparece junto a su antipartícula, aunque sí le acompañan otros quarks de tipo diferente, o un bosón W —una de las partículas que transmite una de las cuatro fuerzas conocidas, la interacción débil—. La probabilidad de producir un quark solitario es inferior a la probabilidad de producirlo acompañado de su antipartícula y muchísimo menor todavía que la probabilidad de producir cualquiera de las principales combinaciones de partículas que aparecen en las mismas colisiones que pueden generar quarks t solitarios.

Además, la soledad del t solitario deja menos herramientas para la interpretación de los resultados, por lo que su observación se anunciaba como una meta extremadamente complicada para la física experimental de partículas.

Sólo un suceso de cada 20.000 millones de colisiones protón-antiprotón

del Tevatrón es debido al t solitario. Y muchos de los sucesos que se producen en dichas colisiones tienen un aspecto muy similar al esperado para el t solitario. Distinguirlo entre ese ingente número de sucesos de "ruido" resulta difícilísimo.

Sin embargo, durante estos catorce años, los investigadores del CDF y del D0 nos hemos empeñado en buscarlo. ¿Por qué? Hay varias razones poderosas para ello, entre las que podemos destacar las siguientes:

- Observarlo es una demostración de la validez del modelo estándar de las interacciones fundamentales llamadas electrodébiles. Los cálculos teóricos predicen con buena precisión cuál es la probabilidad de observarlo. Si los resultados dieran una probabilidad, mayor o menor, que cayese fuera de los errores calculados, sería una prueba irrefutable de una nueva física, no explicada por el modelo estándar.

- Es el único canal —el único resultado posible de la colisión— en que observamos directamente el acoplamiento entre el quark t y el siguiente más pesado, el *bottom*, o b —también llamado en castellano fondo o belleza—, a través del bosón W . Este acoplamiento viene determinado por un parámetro, V_{tb} , que aparece en la matriz de mezcla de Cabibbo, Kobayashi y Maskawa (a estos dos últimos se les ha concedido el premio Nobel de Física 2008 por sus aportaciones a estos conceptos), que establece la probabilidad de que unas modalidades, o "sabores", de quarks se conviertan en otros.

- Se espera que el parámetro V_{tb} sea próximo a la unidad, lo que significa que el quark t se desintegra con una probabilidad mucho mayor en un quark b que en otros más ligeros, el extraño ("strange", s) o el abajo ("down", d). Su medida permite, asimismo, determinar la validez del modelo estándar, cuando se combina con los resultados de los acoplamientos del cima ("top", t) con

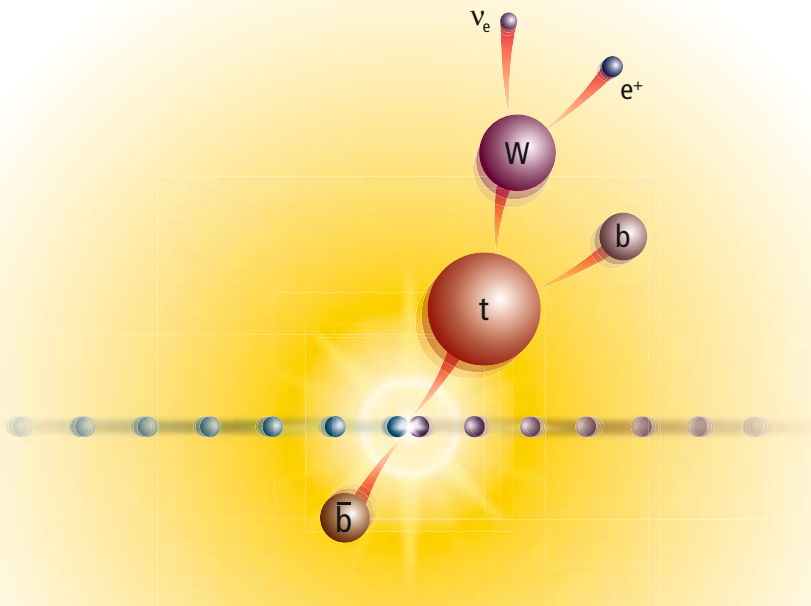


Imagen artística de la colisión de un protón y un antiprotón que produce, en el estado final, un quark cima ("top") solitario (t) que se desintegra, inmediatamente, en un quark belleza ("bottom", b) y un bosón W , el cual produce un positrón (e^+ , antipartícula del electrón) y un neutrino (ν_e). Asimismo, en la colisión surge un antibelleza, la versión de antimateria del belleza (en la figura, abajo), que es, junto con el quark top, el resultado de la desintegración de un bosón virtual W . La intensidad de este acoplamiento entre el W , el top y el antibelleza es dependiente del parámetro V_{tb} , un parámetro fundamental del modelo estándar.

los quarks s y d . (Precisamente el Tevatrón aportó recientemente una medición precisa para los correspondientes parámetros V_{ts} y V_{td} gracias a la primera observación de las oscilaciones materia-antimateria de los bosones B_s , partículas constituidas por un quark s y un anti-quark del quark b ; véase “Partículas bellas de materia y antimateria”, por Alberto Ruiz Jimeno, en INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, diciembre de 2008.)

- La cinemática de los sucesos en que aparece un t solitario es muy parecida a la que se espera encontrar en una de las supuestas modalidades de producción del bosón de Higgs, la asociada con el bosón electrodébil W . De hecho, la producción del t solitario tiene los mismos fondos de partículas acompañantes que esa vía de producción del bosón de Higgs (el tema estrella en la actualidad en física de partículas, tanto para el Tevatrón como para el nuevo acelerador del CERN, el LHC). Además, la producción del t solitario es una fuente importante de ruido para la búsqueda del Higgs, por lo que el conocimiento de aquél es esencial para el descubrimiento de éste.

El quark t decae inmediatamente, de ser producido, en un quark b y un bosón W , el cual decae a su vez de formas diversas. Elegimos la más fácilmente observable, la desintegración en un electrón, o un muon, y un antineutrino (o sus correspondientes antipartículas, dependiendo de la carga del bosón W). El quark b , a su vez, y los quarks más ligeros en que también se desintegra el t , producen chorros de hadrones. El quark b , además, da lugar a trazas de esos hadrones con trayectorias desplazadas del punto de colisión.

Con esas “firmas”, o signos, principales —un electrón o muon, chorros de hadrones, alguno desplazado del punto de colisión, y energía perdida por la falta de detección de los neutrinos—, podemos reducir enormemente el ruido, con respecto a la señal correspondiente a los sucesos buscados, gracias a un complejo sistema de selección “sobre la marcha” por ordenadores que permite reducir el ruido en varios órdenes de magnitud. Aun así, el ruido es superior a la señal, por lo que necesitamos además métodos de selección basados en análisis multiestadísticos, que

manejan diversas variables dependientes e independientes extraídas de la información cinemática del proceso y de las probabilidades teóricas de que el suceso pertenezca a uno u otro de los tipos de suceso que pasaron las cribas precedentes.

Fueron varios los métodos de selección y análisis que se emplearon: redes neuronales, árboles de decisión potenciados —un procedimiento estadístico para separar fondo y señal—, funciones de verosimilitud...; con ellos se obtuvieron resultados parciales, muy correlacionados, que finalmente se combinaron mediante un análisis de los llamados superdiscriminantes. Así se logró observar y medir por primera vez la producción del “top” solitario. El nivel de confianza de nuestros resultados es tal que la probabilidad de que en realidad se tratase de una fluctuación estadística, correspondiente a otros sucesos de fondo, es inferior a uno en cuatro millones.

**Bruno Casal, Alberto Ruiz Jimeno
y Rocío Vilar**

*Instituto de Física de Cantabria (IFCA,
CSIC-Universidad de Cantabria)*

Los inicios de la radiactividad en España

El primer laboratorio español de radiactividad

En junio de 1903, el catedrático de mecánica química de la Universidad de Madrid José Muñoz del Castillo asistió como delegado especial de España al quinto Congreso Internacional de Química Aplicada de Berlín. Aunque conocía los trabajos recientes de Pierre y Marie Curie, fue seguramente en esa ocasión cuando vio por primera vez un elemento radiactivo: el “radiotelurio” de William Markwald (posteriormente se demostró que se trataba del polonio descubierto por Marie Curie).

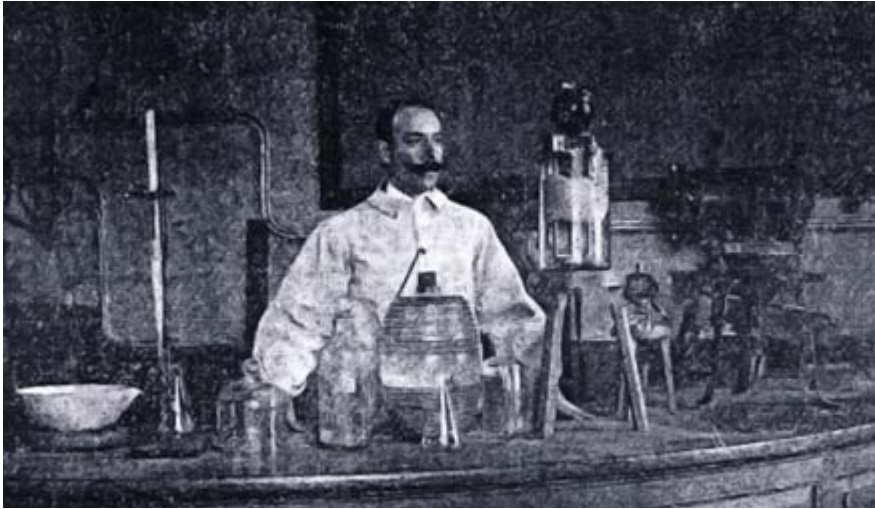
En su informe sobre el congreso, Muñoz muestra su entusiasmo sobre la radiactividad: “la diminuta porción de este elemento [...] que aparecía como una mancha, representaba como valor de extracción la friolera de 3000 marcos. Se necesitan 4000 kilogramos de pechblenda para extraer 10 miligramos [...] Si se aproxima a una serie de chispas, producidas por una corriente eléctrica, de-

saparecen éstas como por encanto, a causa de la conductibilidad eléctrica que adquiere el aire. Después de puesta a oscuras la sala, aproximó tan precioso elemento al bario, platino y cinc, e inmediatamente se inflamaron, adquiriendo la llama una coloración verde, como si se hubieran tocado con una varilla mágica”.

A su vuelta a Madrid, Muñoz consiguió el apoyo de autoridades académicas y políticas para establecer el primer laboratorio de radiactividad de España. Creado en 1904, al amparo de las iniciativas para la regeneración de la ciencia española de principios del siglo XX, el laboratorio del doctor Muñoz centró sus investigaciones en los efectos de la radiactividad en los seres vivos. Sus primeros trabajos implicaron la medición de la radiactividad de aguas y minerales de la península Ibérica, a partir de muestras enviadas por directores de casas



1. José Muñoz del Castillo (1850-1926), creador y primer director del Laboratorio de Radiactividad.



2. Faustino Díaz de Rada en el laboratorio radioquímico del Instituto de Radiactividad en 1917.

de baños y muestras de minerales cedidas por el Museo de Ciencias Naturales.

De esos trabajos resultaron el primer “mapa de la radiactividad en España” (1905) y una estrecha relación entre el laboratorio y la comunidad de médicos hidrólogos, que pronto aprovechó las supuestas virtudes curativas de la radiactividad para publicitar balnearios y aguas minerales.

En 1911, el laboratorio se transformó en instituto, siendo uno de los pioneros en Europa. (El primer instituto del radio se estableció en Viena en 1908; le siguieron los de París y Londres, en 1909.) Con el aumento de categoría y

recursos, se estableció una nueva línea de investigación sobre radioagricultura. Los miembros del instituto estudiaron los efectos de la radiactividad en el crecimiento de las plantas; establecieron las bases para la certificación de abonos radiactivos, cuya industria empezaba a despegar poco antes del estallido de la guerra mundial.

Durante el segundo decenio del siglo pasado se realizaron también notables esfuerzos de divulgación; se concretaron en la edición de una revista (el *Boletín de Radiactividad*, del que este año se cumple el centenario de su creación) y la realización de cursos sobre radioagri-

cultura para promover el uso de abonos radiactivos. El instituto logró, asimismo, la autorización del gobierno para expedir certificados de muestras de radio destinado a usos médicos.

El laboratorio quedó aislado de los principales grupos de investigación europeos debido a la oposición de Muñoz a la hipótesis de la desintegración radiactiva. Sin embargo, las relaciones privilegiadas de éste con altas esferas del poder científico y político español le permitieron adjudicarse el estatuto de experto nacional en radiactividad y reclutar importantes recursos humanos y materiales para sus investigaciones. Esta situación se quebró, sin embargo, tras la jubilación de Muñoz en 1920.

Privado de protectores, el instituto sufrió un notable recorte en términos financieros y de personal. El estancamiento de este nicho institucional, junto con la inexistencia de una industria nacional del radio y la debacle de la guerra civil explican la marginalidad de este campo de investigación en España hasta finales del decenio de los cuarenta, cuando el interés de la dictadura de Franco por establecer un programa nuclear nacional convirtió de nuevo a la radiactividad en un área de investigación privilegiada.

Néstor Herran

*Centro de Historia de la Ciencia (CEHIC)
Universidad Autónoma de Barcelona*

Marismas costeras

Restauración de marismas en el puerto de Huelva

La marisma mareal es un ecosistema frontera entre los medios continental y marino. Su flora y su fauna están adaptadas al encharcamiento prolongado y a salinidades elevadas.

Las marismas mareales poseen destacados valores ecológicos; en efecto, constituye el hábitat de numerosas especies animales y vegetales únicas de los ecosistemas en cuestión. Además, depuran las aguas, son sumideros de dióxido de carbono, poseen valores socioculturales, como las fiestas populares marismeñas, y se prestan a labores productivas: el marisqueo y la captura de cebo para pesca, la extracción de sal, la pesca y la navegación.

Los usos tradicionales mencionados se hallan, en algunos casos, directamente relacionados con aspectos económicos. De hecho, constituyen la principal fuente de ingresos para numerosas familias. Además, las marismas modulan los efectos de las avenidas fluviales, sirven de refugio, zona de cría y producen alimento para especies piscícolas abundantes en nuestras lonjas. Asimismo, las marismas costeras son áreas excepcionales para el turismo ecológico y la contemplación de la naturaleza.

A pesar de sus valores, las marismas costeras han sido históricamente maltratadas, consideradas zonas improduc-

tivas y fuente de enfermedades transmitidas por insectos. Afortunadamente, el surgimiento del movimiento ecologista a finales del siglo pasado, el aumento de la concienciación social y un mejor conocimiento científico sobre el funcionamiento de los ecosistemas posibilitaron una defensa creciente de las marismas mareales. Con todo, quedan algunas que están fuera de los límites de los espacios naturales, aunque no tengan valores menores que las zonas protegidas. Este es el caso de las marismas situadas en la Zona de Servicio del Puerto de Huelva, en la orilla izquierda de la ría del Odiel, junto al