

PAPEL + DIGITAL
Descubre nuestras revistas



HAZ CLIC AQUÍ

**INVESTIGACIÓN
Y CIENCIA**
Edición española de Scientific American

La revista científica de referencia

Área de usuarios

 Buscar

Revistas

Noticias

SciLogs

Materias

Boletines

Catálogo

Suscripciones

(0,00 €)

SciLogs

La mayor red de blogs de investigadores científicos

ÚLTIMAS ENTRADAS ASTRONOMÍA CIENCIA Y SOCIEDAD FÍSICA Y QUÍMICA MATEMÁTICAS MEDICINA Y BIOLOGÍA PSICOLOGÍA Y NEUROCIENCIA TECNOLOGÍA ¿QUÉ ES SCILOGS?

Aquí hay dragones

[artículo anterior](#)

Prehistoria matemática, o de cómo llegamos al Neolítico

03/05/2015 0 comentarios

Twitter 24

Compartir 5

+1 4

Menear

Compartir

La vida de arqueólogo es muy dura, como bien sabemos todos los admiradores de Indiana Jones. Uno ha de pelearse con montones de tipos patibularios, saber pilotar aviones y saltar de ellos en balsas, viajar en el exterior de submarinos... Pero por si eso fuera poco, en los últimos años las cosas han empeorado, porque ahora resulta que además de todas esas habilidades, ise necesita saber matemáticas! ¿Habrás visto?

Pues sí, el estudio de nuestros antepasados se matematiza cada vez más, y gracias a las matemáticas podemos alcanzar conclusiones que el puro discurso resultante de observar los hallazgos arqueológicos no nos permitiría. Así, en un espíritu muy relacionado con el de este su blog, un numeroso grupo de investigadores españoles participa en un gran proyecto llamado *SIMULPAST*, cuyo objetivo es desarrollar una aproximación innovadora e interdisciplinar para modelar y simular las sociedades antiguas y su relación con el medio ambiente, permitiendo, como consecuencia, un mejor entendimiento del presente. Para ello, el proyecto reúne a científicos sociales e investigadores en humanidades, fundamentalmente arqueólogos, antropólogos y sociólogos, con matemáticos, físicos, ingenieros e informáticos, además de otros científicos naturales como arqueobotánicos y paleogeógrafos.



SIMULPAST toca muchos temas, pero el que hoy traigo aquí es uno que me llama la atención particularmente por ser un enfoque muy matemático a un problema como la difusión de la agricultura y la consiguiente transición al neolítico, que proporciona conclusiones cuantitativas sobre los mecanismos involucrados en el proceso. Hablo, concretamente, del trabajo "*Demic and cultural diffusion propagated the Neolithic transition across different regions of Europe*" (Las difusiones cultural y démica propagaron la transición neolítica por las diferentes regiones de Europa), que ha publicado muy reciente [Joaquim Fort](#), de la [Universitat de Girona](#). De formación físico, Fort lleva más de 15 años trabajando en describir matemáticamente la evolución temporal del paso de ser cazadores-recolectores a ser una sociedad agrícola, es decir, la aparición del *Neolítico*. Ya en 1999, junto con Vicenç Méndez, publicaron un primer [trabajo](#) en *Physical Review Letters* en el que mostraban la necesidad de incluir correcciones en la descripción en términos de la [ecuación de reacción-difusión](#) del avance del Neolítico por Europa.

La ecuación general de reacción-difusión tiene el siguiente aspecto:

$$\frac{\partial N}{\partial t} = D_N \nabla^2 N + F(N)$$

En el caso que nos ocupa, N representa el número de granjeros por unidad de área, D_N es el coeficiente de *difusión*, que controla como van expandiéndose por el territorio, yendo de las áreas más pobladas a las menos pobladas, y $F(N)$ es el término de reacción. Para modelar el problema de la propagación de la agricultura, se suele elegir la función logística, $F(N) = a_N N(1 - N/K_N)$, con lo que la ecuación concreta resultante pasa a llamarse ecuación de Fisher ([enlace en inglés](#)). Este término describe el crecimiento de la población: cuando hay pocos granjeros crecen rápidamente, debido a la reproducción, pero a medida que su número aumenta el crecimiento se va deteniendo hasta que se alcanza la capacidad máxima del territorio (K_N). Tal y como lo estoy presentando, estamos ante un modelo de aparición del Neolítico puramente démico (de *deme* o unidad de población), ya que no hay una población



Anxo Sánchez

Catedrático de matemática aplicada en la Universidad Carlos III de Madrid y cofundador del **Grupo Interdisciplinar de Sistemas Complejos (GISC)**. Investigador asociado del Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI), de la Universidad de Zaragoza, Complex Systems and Networks Group. Además de aquí, escribo sobre ciencia y política científica en el blog de economía **Nada es gratis**, y sobre mi investigación en cooperación, comportamiento humano y temas afines en **Nectunt Bitácora**.

[Seguir a @anxosan](#)

Sobre este blog

La matemática, lejos de ser la ciencia abstracta y abstrusa que muchos creen, aparece en todos lados, pero sobre todo vive, junto con los dragones de los mapas antiguos, en las zonas entre disciplinas, donde los problemas solo pueden entenderse con apoyo de modelos matemáticos. Este blog pretende reflejar cómo los investigadores luchan por acorralar a los dragones a golpe de matemáticas, de física (otra frontera más que borrosa)... y de lo que haga falta.

[Suscripción RSS](#)

Últimas entradas

Urnas y novedades

Contra lo que puede parecer, este post no trata de las recientes elecciones andaluzas, sino de la dinámica de las novedades, que un grupo de investigadores acaba de modelar basándose en la famosa urna ...

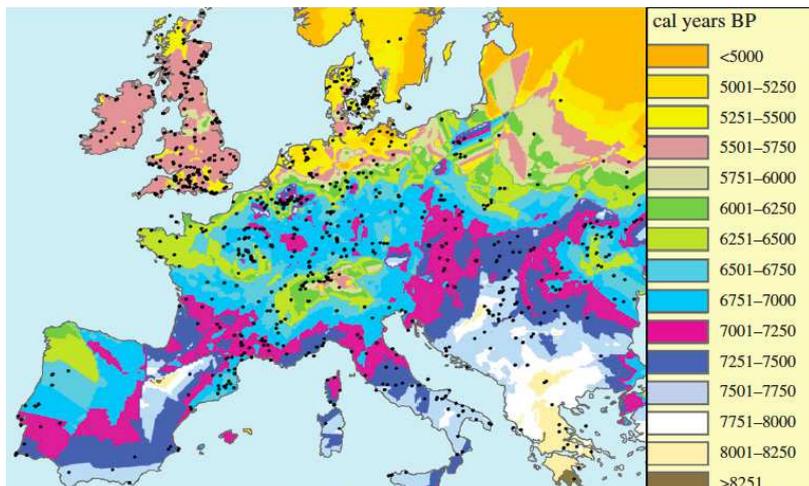
30/03/2015

John Nash y Louis Nirenberg, premio Abel 2015

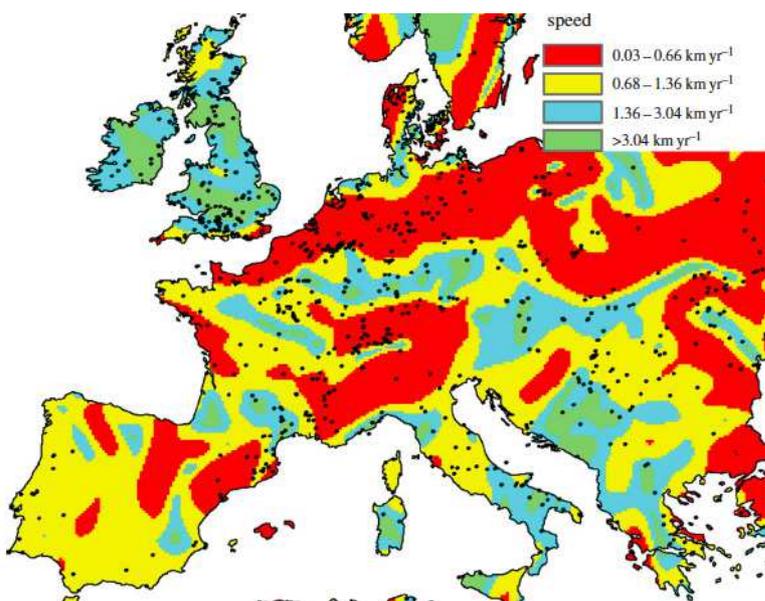
Conocimos ayer que John Nash y Louis Nirenberg han recibido el premio Abel de matemáticas 2015,

preexistente de cazadores-recolectores que se pueda transformar en agricultores. Los restos arqueológicos encontrados provendrían entonces del avance de los agricultores, y a ellos deberían ajustarse la solución obtenida de la ecuación.

¿Cuáles son esos datos? Gracias al trabajo de los arqueólogos, conocemos unos 900 lugares en los que se ha podido datar la aparición de la agricultura con precisión más o menos razonable. La siguiente figura resume esos datos, indicando con colores las dataciones medidas en años desde el presente.



Los puntos que aparecen en el mapa corresponden a los lugares arqueológicos concretos, y las isocronas, es decir, las zonas en las que el Neolítico llegó en el mismo intervalo de 250 años, se obtienen por interpolación. Lógicamente, los datos tienen un error, hay errores de datación, de calibración y otros artefactos de un proceso francamente difícil, por lo que a veces aparecen zonas pequeñas aisladas que no encajan bien en la evolución temporal. Para eliminar estos errores, Fort sometió los datos a un proceso de suavizado y obtuvo un mapa de velocidades del frente de avance del neolítico. Obviando la dirección del movimiento, la figura siguiente representa la magnitud de dichas velocidades:



El mapa muestra con claridad la existencia de distintos regímenes de avance de la agricultura. Así, en la zona de los Alpes y en el norte de Europa la velocidad es considerablemente menor que en el resto. Aparecen también anomalías, que provienen de los datos del mapa de isocronas, que indican zonas anormalmente antiguas en el noreste de la Península Ibérica y en Croacia, dando lugar a velocidades rápidas y lentas muy próximas. Estas anomalías deberían quedar subsanadas cuando se disponga de mejores datos (y esto es una primera conclusión interesante del modelo: nos dice dónde tenemos problemas de datos y por tanto dónde se necesita investigar más el problema). Con todo y eso, los datos son en general bastante buenos, por lo que podemos seguir adelante.

Como decía más arriba, Fort y sus colaboradores, en diversos trabajos, analizaron una descripción mejorada de la difusión démica o poblacional que incluía un núcleo integral que afectaba a la probabilidad de que los individuos se desplazasen a una u otra distancia. Sin embargo, aun con esas mejoras, los datos que acabamos de ver nos plantean un serio problema: la velocidad mínima que se obtiene del modelo matemático es de 0,68 km/año, muy superior a la observada en las zonas lentas.

Para explicar este hecho, el autor introduce la difusión cultural, o sea, el proceso por el cual grupos de cazadores-recolectores a una cierta distancia de otro de agricultores pueden aprender como cultivar. De esta manera aparece un nuevo parámetro, C , que mide la intensidad con la que tiene lugar esta transmisión, o dicho de otra manera, cuán probable es que se dé ese proceso de aprendizaje. Si este mecanismo opera simultáneamente a la difusión démica, lo que observaremos será un rango de velocidades mayor, pero la mínima será la misma. Por tanto, si queremos explicar las bajas velocidades de los Alpes y el norte de Europa, sólo podremos hacerlo con la hipótesis

que se suele considerar el "Nobel de matemáticas". Me parece oportuno traer aquí un post que he escrito ...

26/03/2015

Una ley universal para los peatones

Los grupos de personas caminando se parecen sorprendentemente a partículas en interacción, lo que ha llevado a muchos investigadores a describir la dinámica de los peatones en términos de fuerzas de ...

19/02/2015

[Ver todos los artículos \(8\)](#)



Lo más leído en SciLogs

El mejor lugar para tocar el alma humana
27/04/2015

La superioridad de la mente científica
10/02/2015

Prehistoria matemática, o de cómo llegamos al Neolítico
03/05/2015

Nash o la búsqueda del equilibrio en la vida (y II)
04/05/2015

Nash o la búsqueda del equilibrio en la vida (I)
27/04/2015

Lo más comentado en SciLogs

Teléfonos móviles y microondas: ¿son peligrosos o no?
16/03/2015 | 17 comentarios

Si el cerebro me engaña, ¿Quién soy yo?
15/01/2014 | 20 comentarios

El modelo y lo modelado
16/03/2015 | 9 comentarios

Nash o la búsqueda del equilibrio en la vida (I)

de que las poblaciones son estáticas y de que la propagación de la agricultura tiene lugar exclusivamente por difusión cultural. La supresión de la difusión poblacional podría venir originada, por ejemplo, por la mayor densidad de población en las zonas de propagación lenta, que dificultaría los movimientos migratorios, o también por la distinta facilidad de adaptación de las cosechas a los diferentes climas.

Los resultados del modelo concuerdan muy bien con las observaciones y conclusiones extraídas por los arqueólogos *tradicionales*. Además, aunque uno podría intentar argumentar que la aparición de la agricultura procedía sólo vía movimientos de la población, con tasas de reproducción muy bajas así como otros parámetros convenientemente ajustados, no seríamos capaces de explicar las diferencias en las distribuciones genéticas de las distintas zonas, que sí están de acuerdo con menores movimientos en las zonas de baja velocidad. Estamos, pues, ante un modelo matemático que explica las observaciones datadas de la aparición del neolítico mediante difusión poblacional y cultural, y que, además, puede ser puesto a prueba: como sugiere el autor, se podría recurrir a análisis de isótopos de estroncio para verificar qué restos humanos pertenecen a individuos locales y cuáles vienen de otros lugares, lo que daría indicaciones sobre la movilidad. Como digo siempre, el buen acuerdo del modelo con los datos no demuestra que estemos ante la explicación correcta, pero podemos afirmar que el doble mecanismo es una hipótesis plausible sobre la propagación de la agricultura y que futuras mediciones y excavaciones ayudarán a confirmarla, a refinarla, o a descartarla llegado el caso.

Termino con una observación de Fort en la discusión que aparece en el artículo: es interesante darse cuenta de que, si bien estamos aplicando el modelo a la propagación de la agricultura, el modelo es genérico en el sentido de que no se especifica en ningún sitio cual es la característica cultural que estamos examinando. Se podrían aplicar las mismas ideas a muchas otras cosas, entre las que el autor cita la [domesticación del caballo](#) en [Eurasia](#), la [ganadería lechera](#) en Europa, el [maíz](#) en América o la [tecnología militar](#) en el [Viejo Mundo](#). Este, como siempre, es el poder de las matemáticas: nos permite presentar de manera abstracta mecanismos y fenómenos que luego se pueden aplicar, una vez trabajados y entendidos, a una amplia variedad de situaciones. Por el momento, sin embargo, me quedo con lo que más me gusta de este trabajo: cómo una ecuación matemática nos permite poner en un marco unificado las observaciones de más de 900 lugares arqueológicos y proponer explicaciones contrastables de las mismas. Nos queda mucho por ver en el campo de la prehistoria matemática, y espero volver sobre el tema en algún post no demasiado lejano.

27/04/2015 | 8 comentarios

[La metilación hace al cerebro femenino](#)

06/04/2015 | 7 comentarios

Actualidad científica

07/05/2015 - BIOLOGÍA CELULAR
[Halladas las instrucciones del genoma responsables de la formación del páncreas](#)

El descubrimiento podría ayudar a desarrollar tratamientos contra la diabetes y otras enfermedades de este órgano.

06/05/2015 - PERCEPCIÓN

[¿Por qué la enfermedad deja un gusto amargo en la boca?](#)

Hallan en ratones el motivo por el cual la comida resulta desabrida cuando se está enfermo.

05/05/2015 - ASTROQUÍMICA

[Hallada una biomolécula en regiones de formación estelar](#)

Según un nuevo estudio, el compuesto prebiótico formamida sería anterior a los sistemas planetarios.

04/05/2015 - ASTRONOMÍA

[Los Pilares de la Creación, en 3D](#)

Un estudio revela la disposición tridimensional de la icónica estructura fotografiada por el Hubble hace veinte años.

30/04/2015 - PALEONTOLOGÍA

[La superioridad tecnológica de los humanos modernos llevó a la extinción de los neandertales](#)

El análisis de dientes fósiles permite conocer mejor el tiempo en que ambos convivieron en Europa.

Añadir comentario

Nombre *

Email *

Sitio web

Contenido *

Prensa Científica se reserva el derecho a eliminar los comentarios que no cumplan las [normas de uso](#).

Tu correo electrónico no será mostrado ni compartido con terceros. Puedes consultar nuestra [política de privacidad](#).

Enviar

[Quiénes somos](#) | [Publicidad](#) | [Promociones](#) | [Condiciones de venta](#) | [Ediciones internacionales](#) | [RSS](#) | [Contacto](#)

[Política de cookies](#) | [Aviso legal](#) | [Créditos](#)

Prensa Científica - Muntaner 339, pral 1a. - 08021 Barcelona - España - Tel: 93 414 33 44

© Prensa Científica, S.A. Todos los derechos reservados.