



red.escubre

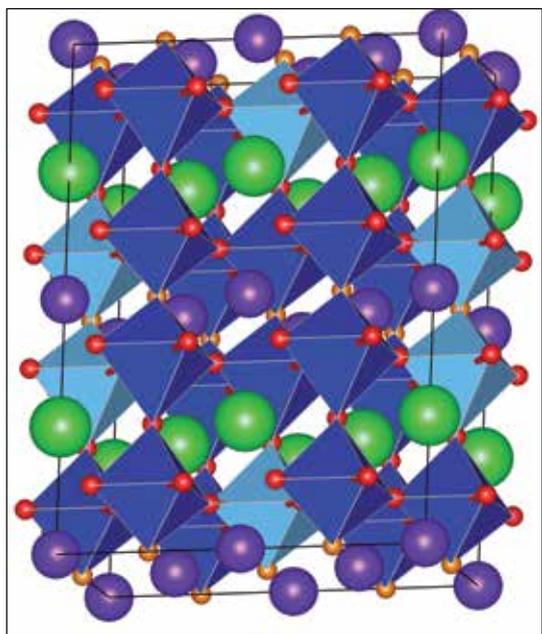
Boletín de noticias científicas y culturales

Publicación Quincenal
Del 9 al 23 de junio de 2014

n° 33

Investigando la organización atómica para entender las propiedades de los materiales

Los nuevos materiales aportan innovaciones que mejoran nuestra vida. La implantación de la telefonía móvil no habría sido posible sin el desarrollo de materiales que se emplean como electrodos en baterías recargables de Li como es el LiCoO_2 . En la Universidad **Complutense**, el grupo de "Química de Estado Sólido", liderado por el Prof. **Miguel Ángel Alario Franco**, trabaja en la elaboración de nuevos materiales con propiedades avanzadas, determinando su estructura y sus propiedades.



Contenido

Ciencias

- Investigando la organización atómica para entender las propiedades de los materiales **2**
- Investigadores de la Universidad Complutense y el ICFO miden la energía asociada a una elección aleatoria **6**

Salud

- Clostridium difficile, un patógeno emergente **8**

Humanidades

- Los primeros agricultores llegaron a Europa a través del mar Mediterráneo **11**

Cultura

- La Biblia Poliglota de Alcalá **15**

La Biblia Poliglota de Alcalá

Se cumple en 2014 el quinto centenario de la Biblia Poliglota **Complutense**, fruto del afán de **Cisneros** por elevar el nivel cultural y la formación religiosa del clero castellano. El proyecto de su edición estuvo estrechamente unido en la mente del cardenal al de la fundación de la Universidad de Alcalá que concebía como una institución eclesiástica docente integral, de grado elemental, medio y superior. El profesor emérito de filología griega, **Luis Gil**, analiza en este artículo el contenido y la trascendencia de esta obra "una de las más imponentes llevada a cabo por la ciencia de los filólogos".



Investigando la organización atómica para entender las propiedades de los materiales

Una parte del desarrollo y evolución del bienestar de nuestra sociedad actual descansa en el estudio de nuevos materiales para aplicaciones diversas. Así por ejemplo, la implantación de la telefonía móvil, casi imprescindible en nuestras vidas cotidianas, no habría sido posible sin el desarrollo de materiales que se emplean como electrodos en baterías recargables de Li como es el LiCoO_2 . Estos estudios han dado lugar al establecimiento de la "Ciencia de Materiales" que, apoyándose en la Química y la Física del Estado Sólido, estudia la síntesis, caracterización estructural y propiedades físicas para comprender mejor su comportamiento y poder "descubrir", "inventar" o "diseñar" nuevos materiales avanzados. En el **Departamento de Química Inorgánica** de la **Facultad de Ciencias Químicas** de la **Universidad Complutense**, el grupo de "**Química de Estado Sólido**", liderado por el Prof. **Miguel Ángel Alario Franco**, trabaja en la elaboración de nuevos materiales con propiedades avanzadas, determinando su estructura cristalina, estudiando sus propiedades y relacionando todos estos aspectos en conjunto.

Para cualquier aplicación, la funcionalidad del material que compone un dispositivo, está íntimamente relacionada con la manera en la que sus átomos se

La funcionalidad del material que compone un dispositivo, está íntimamente relacionada con la manera en la que sus átomos se organizan

organizan, de manera que para poder determinar esa organización a escala atómica es necesario el empleo de técnicas que permitan su visualización. En este sentido, la microscopía óptica no alcanza resolución atómica debido a la longitud de onda de la luz utilizada, sin embargo los microscopios electrónicos de transmisión que utilizan como sonda los electrones en vez de la luz, proporcionan una resolución suficiente para ver los materiales a escala atómica. Llegados a este punto, es importante tener en cuenta que mientras que una imagen de un microscopio óptico se forma debido a variaciones locales de absorción de la luz por parte de material objeto de estudio, en el caso de un microscopio electrónico los electrones atraviesan el material sin ser absorbidos de manera que esa onda electrónica interacciona con el potencial interatómico del material modificando su función de onda asociada (Exit Wave Function EWF) que contiene la información estructural codificada. Desafortunadamente el microscopio electrónico de transmisión convencional no proporciona de forma directa esa onda electrónica en forma de imagen, sino que lo que se recoge es una imagen que corresponde a un patrón de inter-

El $\text{BaGdMn}_2\text{O}_5.75$ es un conductor mixto y puede tener un buen comportamiento electroquímico en pilas de combustible tipo SOFC

ferencia de ondas (EWF y aberraciones del microscopio). Para obtener la información estructural es necesario recuperar la onda electrónica modificada tras su interacción con el material objeto de estudio. Esta reconstrucción de la EWF se puede llevar a cabo mediante recogida de series focales, holografía o correctores de aberración esférica Cs de la lente

objetivo.

El grupo de “**Química de Estado Sólido**” de la Universidad **Complutense** ha publicado su último trabajo en la prestigiosa revista *Advanced Functional Materials* [1]. Dos de sus miembros, los profesores **Susana García Martín** y **David Ávila Brande**, junto con el Dr. **Esteban Urones Garrote**, del Centro Nacional de Microscopía Electrónica de la Universidad **Complutense**, nos desvelan en este artículo su contenido. El artículo se centra en la determinación de la estructura cristalina del óxido $\text{BaGdMn}_2\text{O}_{5.75}$ combinando técnicas avanzadas de microscopía electrónica de transmisión (TEM) y de difracción de neutrones (ND). La importancia de este material está relacionada con sus propiedades. Se trata de un conductor mixto (los transportadores de carga son aniones óxido y electrones), lo que en principio indica que puede tener un buen comportamiento electroquímico como electrodo en pilas de combustible tipo SOFC (solid oxide fuel cell). Establecer los caminos de conducción de los

aniones es imprescindible para entender el comportamiento del material, lo que supone determinar su estructura cristalina. Estos materiales son objeto de estudio en numerosos grupos de investigación dado que sus propiedades electroquímicas les sitúan a la cabeza entre los candidatos a electrodos de pilas de combustible tipo SOFC que trabajan a temperaturas intermedias.

Mediante difracción de electrones (ED) y microscopía electrónica de transmisión de alta resolución (HRTEM), se observa que este óxido presenta una superestructura derivada de la estructura tipo perovskita que se asocia con el orden de los átomos

de Ba y Gd y con un fenómeno de orden de cargas $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$ (el estado de oxidación medio del Mn se determinó mediante espectroscopía de pérdida de energía de los electrones-EELS-que es una potente herramienta analítica asociada al microscopio electrónico de transmisión). Los autores del trabajo proponen un modelo que confirman resolviendo la estructura cristalina mediante difracción de neutrones.

Además, la aplicación de análisis PDF (Pair Distribution Function) a los resultados de difracción de neutrones ha permitido proponer la localización de vacantes aniónicas a través de las cuales deben difundir los aniones óxido. Esta localización de vacantes se ha confirmado empleando la recogida de series focales para reconstruir la EWF, eliminando las aberraciones del microscopio de forma que se consigue alcanzar la resolución límite del microscopio (0.11 nm para JEOL JEM 3000F instalado en el Centro Nacional de Microscopía de la UCM). La gran ventaja de este proceso de reconstrucción de la EWF, es que la imagen de la fase de la EWF corresponde al

potencial proyectado del material y permite visualizar átomos ligeros como el oxígeno que son ilocalizables en imágenes convencionales de HRTEM. El proceso de reconstrucción de imágenes de microscopía electrónica de alta resolución requiere la recogida digital de un conjunto de imágenes HRTEM del área de interés del material con diferentes valores de foco de la lente objetivo, seguida de un procesamiento digital para retroceder desde el detector al plano tras el que la onda electrónica ha atravesado la muestra (ver Figura 1). Son pocos los trabajos de investigación en los que esta técnica se ha aplicado con éxito, sin embargo el profesor **David Ávila** de

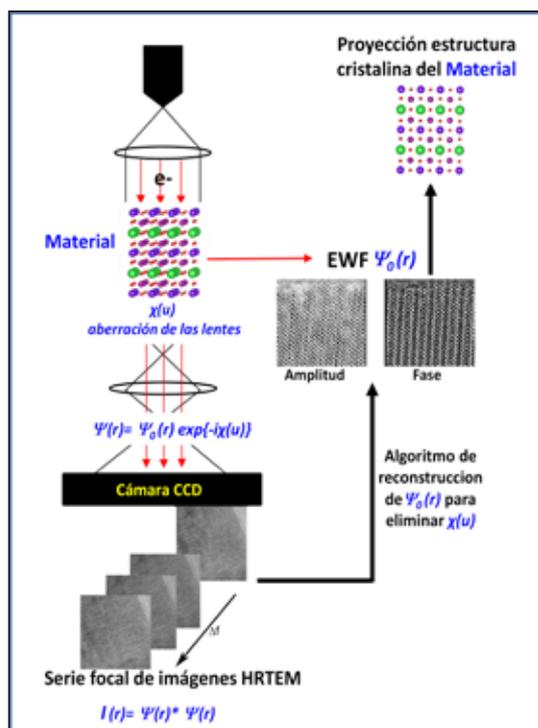


Figura 1: Esquema del proceso de reconstrucción empleando series focales de imágenes HRTEM para recuperar la información estructural de un material

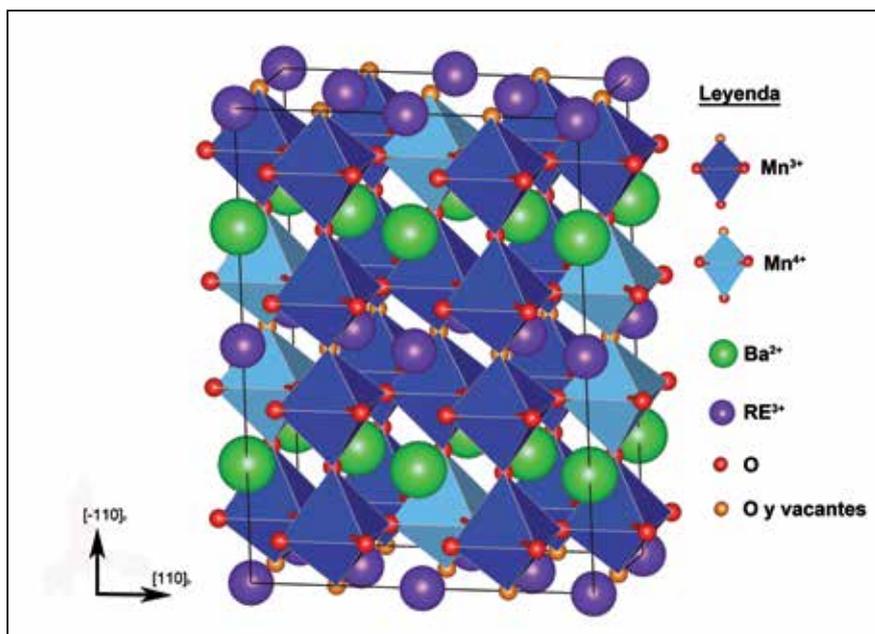


Figura 2 Estructura cristalina determinada para la fase tipo perovskita de composición $BaGdMn_2O_{5.75}$

nuestro grupo de investigación ha sido pionero en su aplicación en el estudio de materiales [2,3]. En la Figura 2 se representa el modelo estructural. Los átomos de Ba y Gd se disponen en planos alternos; en los planos de Mn se produce el denominado orden de cargas entre Mn^{3+} y Mn^{4+} de manera que hay una fila de Mn^{4+} por cada tres filas de Mn^{3+} tal y como se representa en la Figura. Como se ha comentado anteriormente, el modelo estructural se ha

propuesto a partir de los resultados de microscopía electrónica de transmisión. En la Figura 3b se observa una imagen de alta resolución. Estas imágenes se interpretan como columnas de átomos que producen diferente contraste debido a diferentes efectos. Las diferencias de contraste en este caso se han relacionado con el orden Mn^{3+}/Mn^{4+} (ver figura 3a). Los resultados de difracción de neutrones confirman el modelo inicial y permiten resolver la estructura completa que se presenta en la Figura 2. Los resultados de análisis PDF proporcionan información adicional acerca de la posible distribución de vacantes oxígenos, sugiriendo su localización en los planos en los que se

sitúan los átomos de Gd. Es de destacar el estudio realizado en este compuesto utilizando la técnica de reconstrucción de imágenes de microscopía electrónica de alta resolución para visualizar las columnas de átomos de oxígeno y cuantificar su distribución atómica, es decir, localizar aquellas columnas de átomos con vacantes. En la Figura 4 se presenta una imagen reconstruida en la que se visualizan las columnas de cada uno de los tipos de átomos del

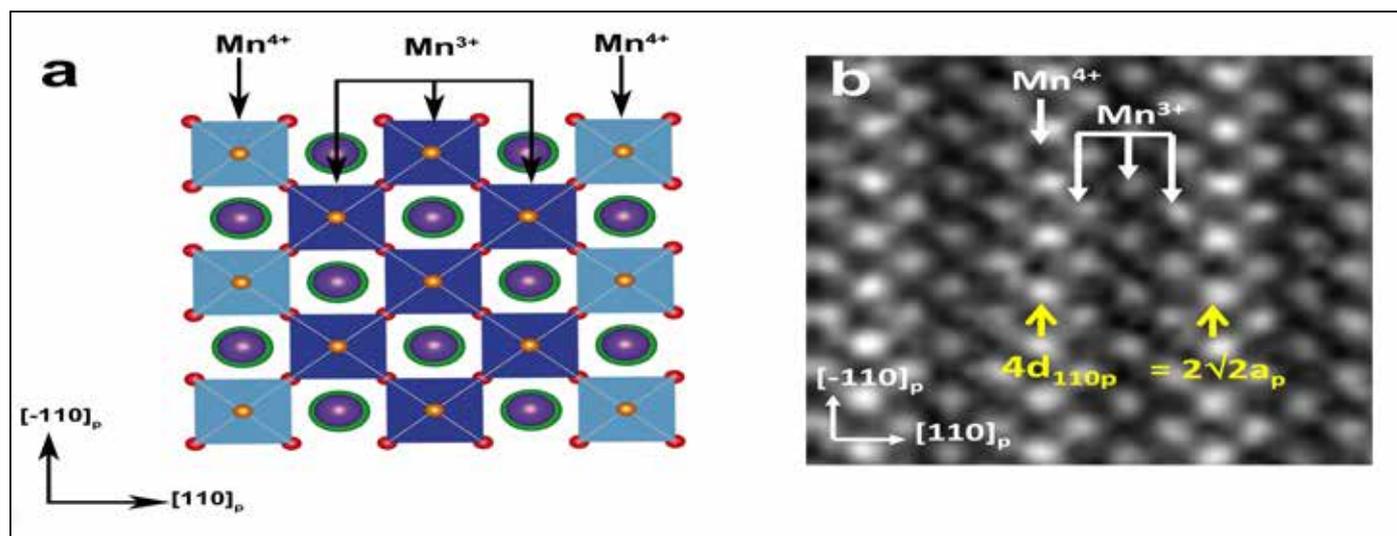


Figura 3 a) Representación esquemática del orden de cargas entre 1 Mn^{4+} y 3 Mn^{3+} en el plano $(001)_p$. b) Imagen HRTEM donde las diferencias de contraste sugieren el orden de cargas representado en a).

compuesto. El análisis de la intensidad del contraste de la imagen asociada a las columnas de átomos de oxígeno a lo largo de diferentes direcciones permite diferenciar dos tipos de columnas: unas, de mayor intensidad, en la que todas las posiciones de oxígeno están ocupadas (O_1) y otras con menor intensidad que se asocia a ocupación incompleta, es decir, existen vacantes aniónicas (O_2) y que precisamente se localizan en los planos en los que se sitúan los átomos de Gd.

Estos resultados son de gran importancia en el área puesto que por primera vez se han visualizado a escala atómica la posición de las vacantes a través de las cuales se produce la conducción iónica en este tipo de materiales. Además, merece la pena mencionar que del estudio estructural del $BaGdMn_2O_{5.75}$, junto con el de sus propiedades magnéticas y eléctricas, se concluye que este óxido puede presentar un comportamiento multiferroico relacionado con el orden de cargas. El estudio de materiales con propiedades multiferroicas también es objeto de interés en el grupo de "Química de Estado Sólido" de la Universidad Complutense.

Más información:

- [1] David Ávila-Brandé, Graham King, Esteban Urones-Garrote, Subakti, Anna Llobet y Susana García-Martín, Adv. Funct. Mater. 2014,24, 2510-2517. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adfm.201303564/abstract>
- [2] Sara Bals, Sandra Van Aert, Gustaaf Van Tendeloo y David Ávila-Brandé, PRL 2006, 96, 096106.
- [3] David Ávila-Brandé, Ángel R. Landa-Cánovas y L. Carlos Otero-Díaz, Chem. Mater. 2007, 19, 323-328

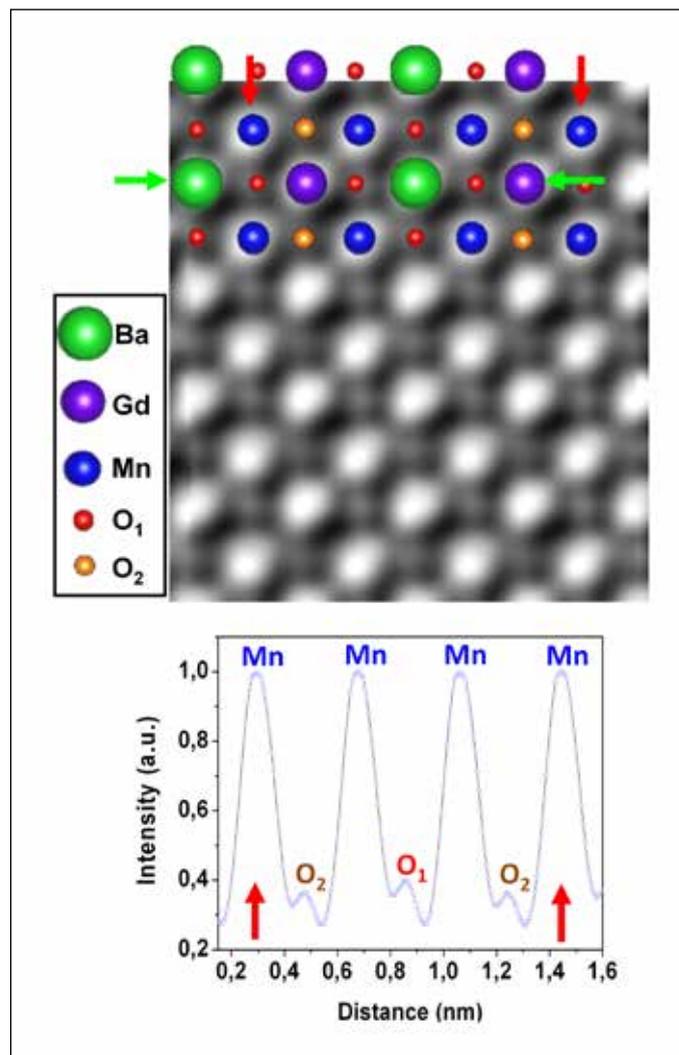


Figura 4 Imagen de la fase de la onda electrónica recuperada en la que los puntos brillantes corresponden al potencial proyectado de las diferentes columnas de átomos identificadas con colores distintos en la leyenda. La gráfica mostrada en la parte inferior, corresponde a un perfil de intensidad entre las flechas rojas marcadas en la imagen a lo largo de columnas Mn-O-Mn. Las diferencias de intensidad entre las columnas correspondientes a los oxígenos denominadas O_1 y O_2 corresponden a la acumulación de vacantes catiónicas en las columnas de átomos de oxígeno O_2 .

Investigadores de la Universidad Complutense y el ICFO miden la energía asociada a una elección aleatoria

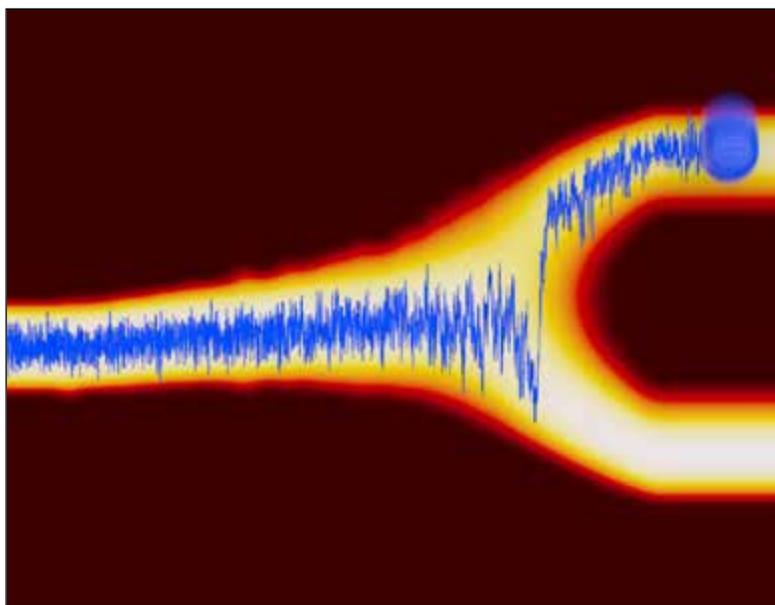
El **Grupo Interdisciplinar de Sistemas Complejos** de la Universidad **Complutense** (GISC-UCM) en colaboración con investigadores del ICFO (Institut de Ciències, Castelldefels) publica en NaturePhysics un trabajo sobre la transferencia de energía que tiene lugar cuando un sistema adopta de forma aleatoria una opción entre varias posibles. Esta elección aleatoria se denomina "*ruptura de simetría*" y es un proceso fundamental en numerosos campos de la física. El experimento realizado por los investigadores del ICFO y la Universidad **Complutense** utiliza las llamadas "trampas ópticas", láseres capaces de atrapar pequeñas esferas de poliestireno (con un radio en torno a la milésima de milímetro). La fuerza que ejercen las trampas ópticas es tan débil que es posible observar cómo el movimiento de la esfera se ve afectado por la agitación térmica de las moléculas de agua que la rodean. En el laboratorio de

Dimitri Petrov en el ICFO, se atrapó una esfera utilizando dos trampas ópticas localizadas en el mismo lugar para luego separarlas lentamente. La esfera debe "decidir" en cuál de las trampas se queda. Esta decisión es aleatoria: es el resultado de fluctuaciones térmicas microscópicas. Se llama ruptura de simetría porque a priori cualquiera de las dos trampas puede ser elegida. La esfera "rompe" esta simetría entre las trampas quedándose en una de ellas, igual que una moneda lanzada al aire

rompe la simetría cara-cruz cuando cae al suelo y nos muestra uno de los dos posibles resultados. La ruptura de simetría puede también considerarse como la irrupción de incertidumbre o aleatoriedad en el mundo macroscópico.

Los investigadores de la Universidad **Complutense** y el ICFO han demostrado que la ruptura de simetría tiene una influencia muy sutil en la energía necesaria para llevar a cabo la separación de las dos trampas. Si cada trampa tiene una probabilidad distinta de ser elegida, cuanto más pequeña es la probabilidad de la trampa elegida, menos energía se necesita para separarlas. Este efecto es universal, independiente de la naturaleza física del sistema que sufre la ruptura de simetría y del mecanismo concreto que la produce. Ocurre con esferas en trampas ópticas, con moléculas que pueden adoptar distintas configuraciones, con imanes que pueden magnetizarse en distintas direcciones,...

La razón última de esta universalidad está estrechamente relacionada con la Segunda Ley de la Termodinámica, la ley que establece una flecha del tiempo que distingue entre el pasado y el futuro. La Segunda Ley, deducida empíricamente en el siglo XIX a partir del



comportamiento de motores y otros fenómenos térmicos, nos dice que la entropía del universo o de un sistema aislado siempre crece. Es imposible que la entropía de un sistema aislado decrezca. A finales del siglo XIX, **Ludwig Boltzmann** descubrió la razón de este aumento ineludible de la entropía. Encontró, como reza en el epitafio de su tumba en Viena, que la entropía mide en realidad la cantidad de estados microscópicos compatibles con un estado macroscópico. A partir de esta idea pudo desen-

trañar la verdadera naturaleza de la Segunda Ley: la entropía aumenta porque el estado microscópico de un sistema cambia muy rápidamente, explorando un número enorme de estados microscópicos en un corto periodo de tiempo; si observamos el estado macroscópico del sistema,

La ruptura de simetría puede considerarse como la irrupción de incertidumbre o aleatoriedad en el mundo macroscópico

veremos más a menudo los estados con mayor entropía. En el mundo macroscópico las diferencias de entropía son tan abrumadoras que lo que se observa siempre es el estado de máxima entropía y, si se prepara un sistema con entropía baja, éste adopta rápidamente el de máxima entropía, haciendo que la entropía siempre crezca en el tiempo.

Se puede conseguir que un sistema disminuya su entropía, pero siempre a costa de realizar un cierto trabajo. Esto ocurre, por ejemplo, cuando apretamos un globo. La entropía del aire contenido en el globo disminuye, porque cada molécula de aire puede explorar un volumen menor. En consecuencia, hay menos microestados compatibles con el estado macroscópico del globo.

Sin embargo, en una ruptura de simetría se puede conseguir una disminución de entropía sin pagar ningún precio. Éste es uno de los principales resultados del trabajo del **GISC-UCM** y el ICFO. Al separar las trampas, la esfera queda confinada en una de ellas

(y, por tanto, en un volumen menor) sin necesidad de "empujarla"; a diferencia de lo que ocurre en el globo, en donde tenemos que "empujar" a las moléculas de aire para que ocupen un volumen menor. La disminución de entropía es aparente y no viola la Segunda Ley, porque está compensada con la aparición de aleatoriedad en el mundo macroscópico (el resultado de la ruptura de simetría). En cualquier caso, la consecuencia es que en una ruptura de simetría podemos, en cierto modo, disminuir el volumen del globo sin necesidad de apretarlo, sin necesidad de aportar energía, o aportando una energía menor de la necesaria si no hubiera ruptura de simetría.

La entropía mide en realidad la cantidad de estados microscópicos compatibles con un estado macroscópico

Este efecto es el que han medido los investigadores del ICFO y la Universidad **Complutense**, confirmando las predicciones teóricas. El experimento pone de manifiesto un aspecto de la entropía hasta ahora desconocido. Pero su interés es también práctico. Nos sugiere que, midiendo el trabajo o el calor disipado en un proceso, podemos identificar rupturas de simetría que no son observables de forma directa en moléculas de interés biológico. Finalmente, puede ayudarnos a comprender mejor el papel de las rupturas de simetría en nanomotores y en sistemas que procesan o almacenan información.

Clostridium difficile, un patógeno emergente

Las bacterias patógenas plantean cada vez mayores desafíos a la salud del ser humano y de los animales por su capacidad de resistir a los antibióticos y por su papel en las infecciones hospitalarias. Uno de los patógenos más temidos es el *Clostridium difficile*, una bacteria anaerobia reconocida como un importante patógeno emergente tanto en medicina humana como veterinaria. En el laboratorio del **Grupo de Investigación COVEMI** (Control Veterinario de Microorganismos), en la **Facultad de Veterinaria** de la Universidad **Complutense** se trabaja para tratar de elucidar la epidemiología de este patógeno emergente. Sus científicos han aislado este patógeno de distintas especies animales para implementar un eficaz sistema de vigilancia epidemiológica de *Clostridium difficile* en explotaciones animales, que permita mejorar el estado sanitario del ganado y su rendimiento productivo, así como garantizar la seguridad alimentaria.

C. difficile es una bacteria anaerobia estricta de

distribución ubicua en el ambiente. En humanos se considera actualmente la causa más importante de infecciones hospitalarias y de diarreas asociadas al consumo de antibióticos. En los últimos años

La bacteria C. difficile es la principal responsable de infecciones hospitalarias y de diarreas asociadas al consumo de antibióticos

afectan no sólo a las poblaciones tradicionalmente implicadas (ancianos, trasplantados e inmunodeprimidos) sino también a

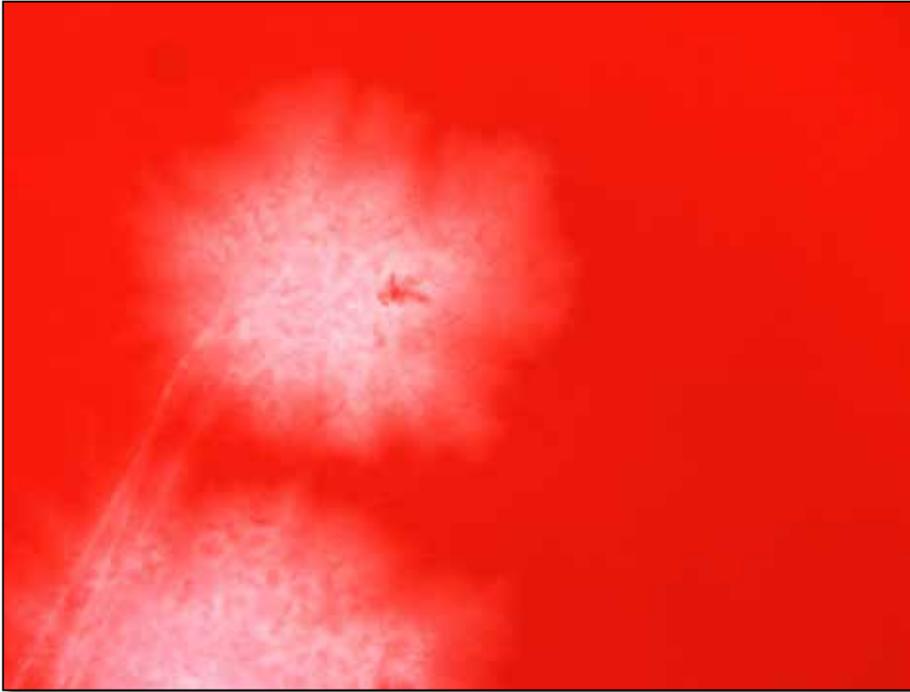
se ha descrito un aumento en su incidencia, que puede estar asociado a la aparición de importantes brotes de transmisión nosocomial que

niños y pacientes en contacto con la asistencia sanitaria. Además, en los últimos años se ha reconocido también la importancia que puede tener en la diarrea fuera del ambiente hospitalario (origen comunitario). El pasado año se publicó un estudio en relación con el coste que supone al Sistema Nacional de Salud la diarrea asociada a *Clostridium difficile*. Para calcular este coste se tuvieron en

cuenta los gastos derivados del uso de antibióticos, prolongación del ingreso hospitalario, procedimientos quirúrgicos, medidas de control de la infección,



Observación microscópica de *C. difficile*



Observación con lupa de colonias de *C. difficile* creciendo sobre Agar CLO

y recurrencias de las infecciones tratadas. En este estudio se estimó que anualmente se producen 7.601 episodios de esta enfermedad en España con un gasto anual para el Sistema Nacional de Salud de más de 32 millones de euros. Esta situación se ve agravada desde el punto de vista sanitario por el incremento de las resistencias antibióticas descritas en esta bacteria, y muy especialmente frente al antibiótico metronidazol, que es el considerado de elección para el tratamiento de las infecciones producidas por *C. difficile*.

Los estudios que llevan a cabo en el **grupo de investigación COVEMI** tienen una doble implicación: en primer lugar, en la sanidad animal al tratarse de una bacteria productora de diarrea en animales (principalmente en lechones neonatales); en segundo lugar por las consecuencias que ello supone en la salud humana por su posible potencial zoonótico (transmisión de la bacteria desde los animales al ser humano).

Estas investigaciones no solo exigen un intenso trabajo de laboratorio sino que precisan de un indispensable trabajo en el campo con objeto de llevar a cabo la recogida de muestras. Para

ello cuentan con distintos profesionales que colaboran en sus investigaciones, algunos de ellos doctores y miembros activos del **grupo COVEMI**, y que hacen posible, por ejemplo, que puedan disponer de muestras de animales del Zoo-Aquarium de Madrid, de explotaciones de distintas especies animales en diferentes zonas geográficas de nuestro país, de animales de compañía, de criaderos de canarios, e incluso de aves salvajes capturadas para proceder a su anillado. Asimismo no debemos olvidar que son estudios que precisan de una estrecha colaboración entre la sanidad humana y animal. En este sentido el **grupo de inves-**

tigación COVEMI lleva varios años trabajando en estrecha colaboración con el Servicio de Microbiología Clínica del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid.

No solo es importante la presencia de la bacteria en los animales, sino muy especialmente el hecho de que se produce con ribotipos de alta patogenicidad, como son 078 y 056. Hay que resaltar que por el momento la mayoría de los aislamientos animales de *C. difficile* son considerados resistentes a las fluoroquinolonas, mientras que perma-

Los científicos de COVEMI han aislado este patógeno para implementar un eficaz sistema de vigilancia epidemiológica

necen sensibles al metronidazol y la vancomicina, que son los principales antibióticos utilizados en el tratamiento de

la infección asociada a *C. difficile*. Pero esta situación parece ir cambiando poco a poco, incrementándose año a año en humana el aislamiento de ribotipos hipervirulentos y cepas con resistencia frente a metronidazol.

La mayoría de estas resistencias son inestables y

reverten tras un segundo pase en medios de cultivo o tras congelación. Otro fenómeno que ocurre con cierta frecuencia en el caso del metronidazol son las heterorresistencias, que consisten en la aparición de subpoblaciones resistentes al antibiótico en el seno de una cepa considerada como

rio del **grupo de investigación COVEMI**. Por todo ello, y debido al carácter emergente y potencialmente zoonótico de *C.difficile*, se debe considerar prioritaria la caracterización de los aislamientos del microorganismo obtenidos de hospedadores humanos y animales, prestando especial atención



Trabajando en el laboratorio del grupo de investigación COVEMI

sensible. La forma más sencilla de visualizar este fenómeno es mediante el método de valoración de la sensibilidad antibiótica denominado Etest, el cual es aplicado de forma rutinaria en el laborato-

a la búsqueda de genotipos hipervirulentos compartidos entre ambos grupos.

La aparición y transmisión de cepas de *C.difficile* que presentan resistencia a múltiples antibióticos de uso común en medicina humana y animal, hace necesario el estudio continuado de la sensibilidad antibiótica de los aislamientos de este anaerobio, con el objetivo de hacer un uso más eficiente y racional de los fármacos actualmente disponibles. Con ese objetivo trabajan en el **grupo de investigación COVEMI** de forma intensa

para profundizar en el avance del conocimiento de esta bacteria. Del nivel de su producción científica dan fe sus publicaciones en revistas científicas de primer nivel.

Los primeros agricultores llegaron a Europa a través del mar Mediterráneo

Investigadores de cinco instituciones nacionales y una internacional, entre los que se encuentran el profesor **Eduardo Arroyo** del Laboratorio de Genética Forense y Genética de Poblaciones de la Universidad **Complutense**, dos antiguas investigadoras de este laboratorio **Eva Fernández-Domínguez** y **Cristina Gamba** y **Pedro Cuesta** del **Departamento de Apoyo a la Investigación de los Servicios Informáticos** de la Universidad **Complutense** han secuenciado con éxito el ADN mitocondrial de los primeros agricultores de Próximo Oriente. Esta es la primera vez que se logra acceder al material genético de las primeras poblaciones agricultoras, y se prevé que los resultados van a tener un gran impacto en diferentes disciplinas como la Arqueología, la Antropología Física y la Genética de Poblaciones humanas. Los análisis se han centrado en los yacimientos de Tell Halula, Tell Ramad y Dja' de El Mughara, situados en las primeras áreas de emergencia del Neolítico, el Valle

Medio del Éufrates y el Oasis de Damasco, situados en el territorio actual de Siria y datados aproximadamente en 8.000 años antes de Cristo.

El trabajo presentado en este artículo <http://www.plosgenetics.org/doi/pgen.1004401> en el que también han participado la Liverpool John Moores University, la Universidad de Barcelona, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Universidad Autónoma de Barcelona, se articula en torno al largo debate acerca del papel y el impacto genético asociado al desarrollo de la agricultura y la ganadería y su consiguiente difusión a Europa.



Vista general del yacimiento de Tell Halula (Valle Medio del Éufrates. Siria). Fuente: SAPPO (Seminario de Arqueología de Próximo Oriente) / UAB (Universidad Autónoma de Barcelona).

Estas prácticas de subsistencia surgieron hace aproximadamente 12.000 años en una región de Próximo Oriente conocida como el "Creciente Fértil" y dieron lugar a una serie de cambios sociales, cul-



Detalle del maxilar de uno de los individuos estudiados. (Fuente: Alejandro Pérez-Pérez)

turales y económicos como la sedentarización de las poblaciones, el desarrollo de las primeras ciudades y el origen de la sociedad moderna. Esta serie de procesos, conocidos culturalmente como "Neolítico" se expandieron rápidamente a Europa. De acuerdo con el registro arqueológico, esta expansión siguió dos ejes principales asociados a dos complejos culturales diferentes. El primero de ellos, ligado al complejo cerámico lineal (Linearbandkeramic o LBK), llevó el Neolítico a través del Danubio hacia el centro de Europa y de allí a Escandinavia y a las Islas Británicas. El segundo eje de expansión siguió la cuenca mediterránea hasta el levante español y la costa atlántica portuguesa.

La naturaleza del proceso de difusión del neolítico ha sido objeto de un arduo debate científico en los últimos 50 años, con aportaciones de diferentes disciplinas como la Arqueología, la Antropología Física, la Lingüística y la Genética de Poblaciones Humanas actuales y antiguas. El centro del debate reside en si existió un movimiento poblacional asociado a este fenómeno (hipótesis de difusión démica del Neolí-

La agricultura surgió hace aproximadamente 12.000 años provocando importantes cambios sociales, culturales y económicos

tico o "NDD") o simplemente se trató de una asimilación cultural por parte de los grupos cazadores recolectores locales (hipótesis de difusión cultural o "CDM"). Las implicaciones de ambas hipótesis desde un punto de vista genético son radicalmente opuestas. De tratarse de un proceso de migración, los genes de la población Europea actual tendrían su origen en el Neolítico de Próximo Oriente. Por el contrario, de tratarse de una adopción cultural por parte de los grupos cazadores-recolectores locales, el acervo genético de la población europea sería principalmente autóctono y se remontaría a las expansiones poblacionales acontecidas durante el Paleolítico Superior.

La importancia relativa de los diferentes eventos migratorios prehistóricos en el modelado del acervo genético europeo ha sido ampliamente estudiada mediante el análisis de diferentes marcadores genéticos en poblaciones actuales con resultados con-

En este estudio se desvela por primera vez la composición genética mitocondrial de las primeras poblaciones agrícolas

tradictorios. Uno de los marcadores más estudiados ha sido el ADN mitocondrial, un tipo de material genético situado en el

citoplasma celular en el interior de unos orgánulos llamados "mitocondrias". Su análisis en el campo de la genética de poblaciones humana está muy extendido debido a su patrón de herencia exclusivamente materna y la ausencia de recombinación, lo que permite rastrear los linajes mitocondriales en el tiempo y detectar eventos demográficos como expansiones o migraciones.

En las últimas dos décadas los avances en las técnicas de extracción y genotipado han hecho posible la recuperación de ADN de las primeras poblaciones Neolíticas Europeas (véase Gamba et al. 2012, Haak et al. 2010 y Hervella et al. 2012 entre otros). Estos estudios han demostrado que la composición genética de las poblaciones antiguas difiere sobremanera de la correspondiente a las poblaciones actuales debido a procesos migratorios o simple azar (deriva genética). La valiosísima información

recuperada de estos trabajos, sin embargo, se ha visto limitada por la ausencia de datos de la región de Próximo Oriente.

En este estudio se desvela por primera vez la composición genética mitocondrial de las primeras poblaciones agrícolas, lo que proporciona el marco de comparación adecuado para los mencionados estudios. Los resultados obtenidos corroboran, además, que la mayor parte de esta información genética no ha sobrevivido en la población actual de Próximo Oriente.

La comparación de los resultados obtenidos con el ADN de los primeros agricultores de Cataluña (véase Gamba et al. 2012) y Alemania (Hakket al. 2010) sugiere que el proceso de difusión del Neolítico se habría producido a través de la migración pionera de pequeños grupos de población y que ambas rutas de difusión del Neolítico (Mediterránea y Centroeuropa) tendrían su origen en Próximo Oriente.

La conclusión más significativa de este estudio es que los patrones de similitud genética encontrados entre las poblaciones neolíticas del

Creciente Fértil analizadas y las islas de Chipre y Creta apuntan a que las primeras expansiones poblacionales que habrían llevado el Neolítico a Europa habrían tenido lugar por mar y no por tierra a través de Anatolia, tal y como se había argumentado hasta ahora. Esta no es la primera vez que se plantea una ruta de difusión alternativa del Neolítico. El reciente hallazgo del yacimiento de Klimonas en

Chipre demuestra que los primeros agricultores ya estaban establecidos en Chipre hace 11.000-10.600 años. Los patrones arquitectónicos y tecnológicos de este yacimiento muestran un paralelismo con los encontrados en el Creciente Fértil levantino, apuntando a una colonización directa desde esta región mediante navegación (véase Vigne et al. 2012). Por otra parte, la interpolación espacial de las fechas de radiocarbono de yacimientos neolíticos de Próximo



Imagen del proceso de excavación de una de las casas del nivel PPNB del yacimiento de Tell Halula (Valle Medio del Éufrates, Siria). Fuente: Alejandro Pérez-Pérez.

Oriente y Europa sugieren la existencia de una primera oleada de expansión poblacional desde Próximo Oriente por vía marítima a través de Chipre (véase Bocquet-Appellet al. 2009).

La primera autora de este estudio, Dra. **Eva Fernández**, actualmente profesora de Antropología Forense en Liverpool John Moores University subraya que *“este trabajo demuestra que la preservación de ADN es posible durante largos períodos de tiempo en entornos templados si las condiciones del enterramiento son adecuadas. Las características del material y su importancia han requerido la aplicación de estrictos criterios de autenticidad*

para demostrar que la información obtenida es auténtica. Estos criterios incluyen, entre otros, el uso de laboratorios exclusivos de ADN antiguo de acceso limitado, la identificación de las posibles fuentes de contaminación mediante el genotipado del personal de laboratorio y la reproducibilidad de los resultados en el mismo y en un segundo laboratorio. El esfuerzo ha valido la pena y los autores creemos

que la publicación de estos resultados va a generar un gran debate en la comunidad científica que a su vez inspirará a los expertos a generar más datos y a crear nuevos modelos de análisis”.

Para reafirmar estas conclusiones los investigadores de este estudio planean extender los análisis a un número mayor de muestras humanas neolíticas de otras regiones del Creciente Fértil así como ampliar el número de marcadores genéticos estudiados en las mismas muestras.

Referencias citadas

Bocquet-Appel, J.-P., Naji, S., Linden, M.V., Kozłowski, J.K., 2009. Detection of diffusion and contact zones of early farming in Europe from the space-time distribution of ¹⁴C dates. *Journal of Archaeological Science* 36, 807–820. doi:10.1016/j.jas.2008.11.004

Gamba, C., Fernández, E., Tirado, M., Deguilloux, M.F., Pemonge, M.H., Utrilla, P., Edo, M., Molist, M., Rasteiro, R., Chikhi, L., Arroyo-Pardo, E., 2012. Ancient DNA from an Early Neolithic Iberian population supports a pioneer colonization by first farmers. *Molecular Ecology* 21, 45–56. doi:10.1111/j.1365-294X.2011.05361.x

Haak, W., Balanovsky, O., Sanchez, J.J., Koshel, S., Zaporozhchenko, V., Adler, C.J., Der Sarkissian, C.S.I., Brandt, G., Schwarz, C., Nicklisch, N., Dresely, V., Fritsch, B., Balanovska, E., Vilems, R., Meller, H., Alt, K.W., Cooper, A., the Genographic Consortium, 2010. Ancient DNA from European Early Neolithic Farmers Reveals Their Near Eastern Affinities. *PLoS Biol* 8, e1000536. doi:10.1371/journal.pbio.1000536

Hervella, M., Izagirre, N., Alonso, S., Fregel, R., Alonso, A., Cabrera, V.M., de la Rúa, C., 2012. Ancient DNA from Hunter-Gatherer and Farmer Groups from Northern Spain Supports a Random Dispersion Model for the Neolithic Expansion into Europe. *PLoS ONE* 7, e34417. doi:10.1371/journal.pone.0034417

Vigne, J.-D., Briois, F., Zazzo, A., Willcox, G., Cucchi, T.,

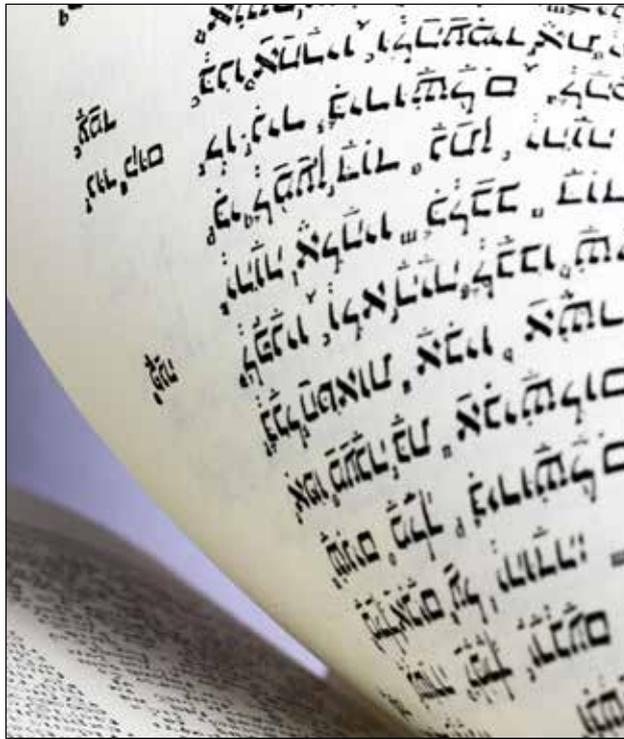
Thiebault, S., Carrere, I., Franel, Y., Touquet, R., Martin, C., Moreau, C., Comby, C., Guilaine, J., 2012. First wave of cultivators spread to Cyprus at least 10,600 y ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 8445–8449. doi:10.1073/pnas.1201693109



Detalle de uno de los individuos del nivel PPNB del yacimiento de Tell Halula. Fuente: SAPPO/UAB

La Biblia Poliglota de Alcalá

Se cumple en 2014 el quinto centenario de la impresión del Nuevo Testamento en el tomo V de la "Biblia Poliglota, gloria de Alcalá en los anales del humanismo, una de las obras más imponentes que llevó a cabo en esta época la ciencia de los filólogos auxiliada por el arte del impresor" (Marcel Baillon, 1966: 22). Fruto del afán de Cisneros por elevar el nivel cultural y la formación religiosa del clero castellano, el proyecto de su edición estuvo estrechamente unido en la mente del cardenal al de la fundación de la Universidad de Alcalá que concebía como una institución eclesiástica docente integral, de grado elemental, medio y superior. Lo demuestra así la carencia en ella de facultad de leyes y la misma cronología de los hechos. La primera piedra del colegio Mayor de San Ildefonso se puso el 14 de mayo de 1501 y la primera promoción de sus alumnos comenzó sus estudios el día de San Lucas (18 de octubre) de 1508. Los primeros trabajos de la **Biblia Poliglota** comenzaron en 1502, en 1514 se imprimió el Nuevo Testamento y en 1517 se completó el Antiguo Testamento. La publicación de los seis tomos de que consta la obra se retrasó hasta la concesión en 1520 de la licencia de im-



presión por el papa **León X**.

El tomo primero contiene el Pentateuco. En la parte superior de cada página hay tres columnas. En las externas van impresos el texto hebreo y el griego de los Setenta con espíritus, acentos, ligaduras y puntuación, y en la central, la versión latina de **San Jerónimo**. Griego y hebreo alternan su posición. En el recto del folio ocupa el griego la columna izquierda y en el verso la derecha. Tanto

el texto hebreo, como el griego llevan superpuesta una versión latina interlineal. Al ser imposible la exacta superposición de los textos hebreo y latino por escribirse el hebreo en sentido inverso al del latín, hay encima de cada palabra hebrea una letra de tamaño muy pequeño en orden alfabético inverso (e, d, c, b, a) que remite a otra igual en orden alfabético directo existente en la traducción interlineal latina, a fin de que pueda reconocerse fácilmente a qué dicción latina corresponde la hebrea. Cuando

la *litterula* lleva un punto debajo, se indica que la dicción es polisémica o equívoca y que conviene consultar su significado en el diccionario. Con esta disposición de los textos sagrados se sitúa a la Iglesia Romana entre la Sinagoga y la Iglesia Oriental, como colocando a Jesús entre los dos ladrones. En la parte inferior de la página, también en dos columnas, figura en la más ancha el Targūm de On-

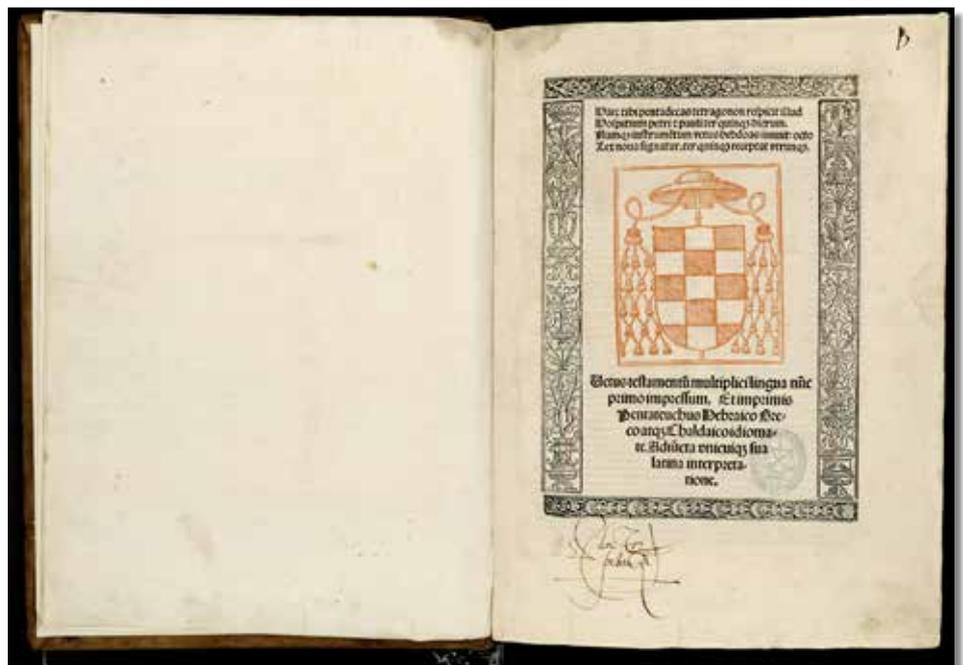
qelos (versión aramea del texto hebreo, la *Chaldaica scriptura* en la terminología de la época), y en la más estrecha la correspondiente versión latina, de tal manera que a cada línea 'caldea' correspondan dos latinas. En el recto del folio el texto arameo va en el margen izquierdo y en el verso en el derecho. Al final del volumen, en una columna se ofrece la fe de erratas del texto griego seguida de los errores en la versión latina interlineal, y en otra, las erratas del texto hebreo y arameo.

La Biblia Poliglota obedece al afán de Cisneros por elevar el nivel cultural y la formación religiosa del clero castellano

Abarca el tomo segundo desde el libro de **Josué** hasta los Paralipómenos, siguiendo la disposición de los textos hebreo, latino y arameo del libro anterior que se mantiene a lo largo de toda la edición. El tomo tercero incluye los dos libros de **Esdras, Tobías, Judit, Ester, Job**, el Salterio, los Proverbios, el Eclesiastés, el Cantar de los Cantares, la Sabiduría y el Eclesiástico. En el libro de los Salmos, como traducción latina interlineal del texto griego se pone la versión latina de uso entonces (el llamado *Psalterium Gallicanum*), y se reserva la columna del centro a la versión latina del Salterio hebraico realizada por **San Jerónimo**. En los libros deuterocanónicos, aunque falta el texto hebreo, se mantiene la división en tres columnas. La versión interlineal latina ocupa en ellos el puesto del texto griego. En el tomo cuarto se han impreso los libros de los Profetas y los tres libros de los Macabeos. El libro tercero de éstos sólo tiene dos columnas, una con el texto griego y otra con la versión latina. El tomo sexto contiene un extenso Diccionario hebreo-latino y otro brevísimo

simio latino-hebreo.

Pasamos ahora a hacer con mayor detenimiento la descripción del tomo quinto, que contiene en dos columnas el texto griego y la versión latina de **San Jerónimo** de los libros del Nuevo Testamento. El original griego ocupa siempre la de la derecha, tanto en el recto como en el verso del folio. En la parte inferior de la portada se indica el contenido del volumen. Siguen el prólogo en griego al lector y su correlato en latín, la epístola en griego de **Eusebio** a **Carpiano** y la de **San Jerónimo** al papa **Dámaso** sobre los cuatro Evangelios. A continuación vienen, precedidos de sendos prólogos de **San Jerónimo**, los textos bilingües de **Mateo, Marcos, Lucas y Juan**, el Viaje de **San Pablo**, el tratado de **Pablo de Eutalio** en lengua griega sobre la época de la predicación de **San Pablo**, los resúmenes de las Epístolas de los apóstoles realizados por **Teodore-**



to y el texto greco-latino de éstas, antecedido del prólogo de **San Jerónimo**, aunque algunas sólo tengan un corto argumentum. Los Hechos de los Apóstoles están provistos de una praefatio y de un prologus también jeronimianos. El Prólogo a las siete epístolas canónicas da paso después a los textos, con sus correspondientes 'argumentos', de

las cartas de **Jacobo, Pedro, Juan y Judas**. Culmina la edición del Nuevo Testamento el texto del Apocalipsis, pertrechado asimismo con el prólogo de **San Jerónimo**. Le sigue un jubiloso colofón donde el impresor **Arnao Guillén de Brocar** da cuenta de haber terminado la impresión del Nuevo Testamento por encargo del Cardenal **Cisneros** el 10 de enero de 1514.

Después del colofón los editores **Demetrio Ducás** y **Nicetas** hijo de **Fausto**, en dísticos griegos, **Juan de Vergara, Hernán Núñez de Guzmán** y **Bartolomé de Castro** en versos latinos se dejan llevar por su estro poético para exaltar la figura del Cardenal **Cisneros**. Orgullosos de su trabajo, se muestran plenamente convencidos de que les reportará imperecedera gloria y así lo manifiestan con los modos de expresión en boga entre los humanistas. Recuperada la seriedad tras esta efusión lírica, los editores dan una lista de los nombres propios en las distintas lenguas del Nuevo Testamento, con la explicación de su etimología, y ofrecen a continuación un esbozo de gramática griega. Sigue un amplio diccionario, el primer *Lexicon Novi Testamenti Graeci* compuesto en Europa, donde los verbos no sólo aparecen en la primera persona del presente de indicativo, sino también en sus diferentes tiempos para evitar al principiante problemas de identificación.

Desde el punto de vista tipográfico el texto griego del tomo V de la **Poliglota Complutense** presenta importantes novedades. Para mantener intacta la vetusta majestad de su lengua, se han suprimido espíritus y acentos. Sin embargo, para que el lector sepa cómo debe pronunciar las palabras, se ha puesto en las polisílabas una tilde allí donde carga



el acento. Los helenistas complutenses, haciendo gala de gran modernidad, se adelantaron cuatro siglos en emplear la escritura monotónica adoptada en Grecia en la segunda mitad del siglo XX. Mención especial merece el diseño de las letras del quinto volumen de la **Poliglota Complutense**. Para el Antiguo Testamento el impresor **Arnaldo Guillén de Brocar** empleó los habituales tipos griegos de la imprenta Aldina, pero para el Nuevo, inspirándose en la escritura de los códices de los siglos XI-XII creó unos caracteres de singular belleza que han llamado poderosamente la atención de tipógrafos y paleógrafos, como **Robert Proctor** (1900), **Viktor Scholderer** (1927:10) y **K. M. Woody** (1971: 143-149).

Con esto llegamos a la espinosa cuestión de cómo se comportaron los editores complutenses cuando se hallaban frente a divergencias entre el texto de la Vulgata y el ofrecido por los mss. griegos. El problema, teóricamente irresoluble al no conocerse los que manejaron para el Nuevo Testamento, puede abordarse tentativamente en dos casos, uno por exceso (la Vulgata tiene algo que falta en el texto griego), y otro por defecto (la Vulgata carece de algo que aparece en el texto griego). Me estoy refiriendo al *comma Joanneum* y a la oratio dominica en la versión ofrecida por **Ma-**

teo 6,9-13 (no a la de **Lucas** 11,1-4). En la primera Epístola de **Juan**, 5-7 el texto de la Vulgata dice: "pues son tres los que dan testimonio en el cielo: Padre, Verbo y Espíritu Santo, y estos tres son uno solo". En la **Complutense** estos versículos pueden leerse en su correspondiente versión al griego. Sin embargo, en los códices griegos no aparecen, y de ahí que **Erasmus** los excluyera en sus ediciones del Nuevo Testamento de 1516 y 1519. ¿Los tradujeron

los editores de la Poliglota por su cuenta del latín al griego o los encontraron en algún códice griego de los que utilizaron?

La *oratio dominica* termina en la Vulgata con un *amen*, tras la última petición a Dios *sed libera nos a malo*. Los cods. griegos del Nuevo Testamento tras "*libéranos del maligno*" añaden "*porque tuyo es el reino, el poder y la gloria por los siglos. Amen*". Los editores complutenses dejan constancia del añadido en una nota marginal, pero advierten que en misa eso sólo lo pronuncia el sacerdote en la iglesia oriental, lo que probablemente indica que no pertenecen a la *oratio dominica*. Dichas palabras se incluirían erróneamente en el texto del Padrenuestro desde tiempos muy antiguos en la Iglesia oriental, ya que el propio **San Juan Crisóstomo** las estima parte del rezo que enseñó el propio **Jesucristo**. Como puede verse, el método editorial de los humanistas complutenses en esta ocasión es de un rigor estrictamente filológico. No obstante, el

pero, no podían quitar a la **Poliglota Complutense** el mérito de ser la *editio princeps de la Septuaginta y del Novum Testamentum Graecum*.

Los estudios de **F. Delitzsch** a finales del siglo XIX, especialmente el de 1886, el del padre **M. Revilla** de 1917, los de **N. Fernández Marcos** (1979) y **A. Sáenz Badillos** (1987), así como los de al-

Los primeros trabajos de la Biblia Poliglota comenzaron en 1502, en 1514 se imprimió el Nuevo Testamento

unos estudiosos extranjeros, han permitido descubrir cuáles fueron los códices griegos que el papa León X prestó al cardenal **Cisneros** para la edición de la Poliglota, identificar la copia del ms. del Cardenal **Besarión** que le fue enviada desde Venecia, y descubrir las familias textuales a las que pertenecen muchas de las lecciones estimadas exclusivas del griego vétero-testamentario de la

Complutense. Un punto de inflexión se produjo con los trabajos de **J. Ziegler** (1944) y de **J. D. Barthélemy** (1990: 253-261). El primero deploraba no haber consultado la Poliglota en su edición de *Dodekapropheton* de Gotinga autor, el segundo comprobó con sorpresa que en la descripción del Templo (Ezequiel 4042 a 4624) el papiro 967 de la Septuaginta "*tenía relaciones particularmente estrechas y muy características con la Complutense*", lo que le obligó a pensar que sus editores habían utilizado un ms., hoy desaparecido, perteneciente



caso del *comma Joanneum* le sirvió a la crítica protestante para desacreditar como "griego español" el texto griego de la **Complutense** cuando ofrecía en ambos Testamentos una lección singular que se apartaba de la del resto de los mss. Con ello, em-

a una familia textual distinta de la del Códice Vaticano del que dependen todos los mss. conservados de dicha versión. Y concluía: "*La Complutensis se confirma, pues, cada vez con mayor claridad como un testigo textual de alto valor, aunque enigmático*

co, y **Robert Hanhart** ha tenido toda la razón al darle cabida, a partir de 1960 en los *Setenta de Göttingen*" (p. 261). Y con este nuevo espíritu **S. O'Connell** (2006) se ha replanteado el problema del griego de la **Poliglota Complutense**, aunque su meritorio estudio no haya logrado descifrar todos sus enigmas.

La investigación histórico-filológica ha permitido arrojar alguna luz sobre el cometido de los conversos **Alonso de Alcalá**, **Pablo Coronel** y **Alfonso de Zamora** que se encargaron de la edición del texto hebreo y arameo. El padre **Revilla** demostró que el extenso diccionario hebreo-latino y el mucho más breve latino-hebreo del tomo sexto, cuya autoría se atribuía a **Alfonso de Zamora**, fueron compuestos por **Pablo Coronel**.

El proyecto de su edición estuvo estrechamente unido en la mente de Cisneros al de la fundación de la Universidad de Alcalá

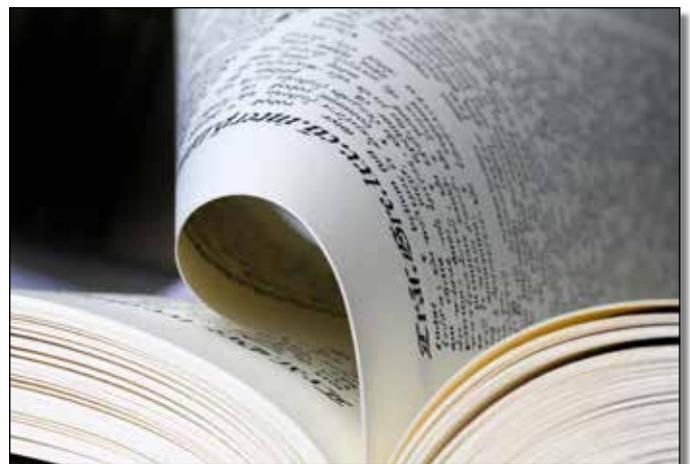
De los humanistas que intervinieron en la preparación de los textos latino y griego se sabe por su declaración ante el tribunal de la Inquisición del 17 de julio de 1532 que **Juan de Vergara** trasladó del griego al latín los libros de Salomón y "*otros de la Sagrada Escritura para la interlineal de la Biblia*" (**M. Bataillon**, 1966: 39 y n. 57), y que la edición del texto griego corrió a cargo del cretense **Demetrio Ducás** y de **Nicetas** hijo de **Fausto**, probablemente el cajista que compuso la tipografía del Nuevo Testamento. Consta también para el tomo V la colaboración del burgalés **Bartolomé de Castro**, que abandonó Alcalá cuando se terminó su impresión (**Bataillon**, 1966: 39), y de **Hernán Núñez de Guzmán** (el Pinciano), cuya contribución al estudio de los nombres propios de la Biblia, y a la revisión del texto de la Vulgata ha puesto de relieve **A. Domingo Malvadi** (2013: 49-81).

Luis Gil

Profesor emérito de Filología griega.
Universidad **Complutense**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barthélemy, J. D.**, "Les relations de la Complutensis avec le payrus 967 pour Éz 4042 à 4624", en **Fraenkel, D., Quast, U., Wevers, J. W.** (1990: 253-261).
- Bataillon, M.**, *Erasmus y España. Estudios sobre la historia espiritual del siglo XVI*, Fondo de Cultura Económica, México- Buenos Aires, 1996, 2 ed.
- Delitzsch, F.**, *Fortgesetzte Studien zur Entstehungsgeschichte der complutensischen Polyglotte*, Alexander Edermann, Leipzig, 1886.
- Domingo Malvadi, Arantxa**, "El Pinciano y su contribución a la edición de la Biblia Poliglota de Alcalá", *Pecia Complutense* 10 (2013) 49-81.
- Fernández Marcos, N.**, "El texto griego de la Complutense en Doce Profetas", *Sefarad* 39 (1979) 3-25.
- Fraenkel, D., Quast, U., Wevers, J. W.** (hrsgg.), *Studien zur Septuaginta—Robert Hanhart zu Ehren. Aus Anlaß seines 65.Geburtstages, Abhandlungen der Ak. der Wiss. in Göttingen. Phil.-Hist. Klasse 190 (Mitteilungen des Septuaginta Unternehmens 20)*, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1990.
- O'Connell, S.**, *From Most Ancient Sources: the Nature and Text-critical Use of the Greek Old Testament Text of the Complutensian Polyglot Bible. Orbis Biblicus et Orientalis 215*, Academic Press, Fribourg, 2006.
- Proctor, R.**, *The Printing of Greek in the Fifteenth Century*, Bibliographical Society at the Oxford University, 1900.
- Revilla, M.**, *La Políglota de Alcalá: estudio histórico-crítico*, Imprenta helénica, Madrid, 1917.
- Sáenz-Badillos, A.**, *La filología bíblica de los primeros hebreos de Alcalá*, Evd.-Institución San Jerónimo, Estella, 1990.
- Scholderer, V.**, *Greek Printing Types 1465-1927*, London, 1927.
- Woody, K. M.**, "A Note on the Greek Fonts of the Complutensian Polyglot", *Papers of the Bibliographical Society of America* 65 (1971) 143-149.
- Ziegler, J.**, "Der griechische Dodekaprophetentext der Complutenser Polyglotte", *Bib.* 25 (1944) 297-310.



red.escubre

Boletín de noticias científicas y culturales

Si desea recibir este boletín en su correo electrónico envíe un mensaje a gprensa@rect.ucm.es