

Presentación	P. 2
Investigación	
- Grupo de investigación de "Materiales Magnéticos"	P. 3
- Jornadas de iniciación a la investigación	P. 5
Conferencias y Tesis:	
- Tesis José Antonio Díaz López	P. 6
- Conferencia "Hágase la luz" en Almagro	P. 7
- VIII Jornadas de Ciencia Joven	P. 8
Jornadas EID	P. 12
Legados: Jose Miguel Colino	P. 18
Divulgación:	
- Descubriendo Breaking Bad (2ª parte)	P. 19
- Detectadas las ondas del primer instante del universo	P. 22
- La vida artificial ya está aquí	P. 25

Editores: Consuelo Díaz, Cristina Gutiérrez, Antonio de la Hoz, José Luis Martín, Antonio Manuel Rodríguez, Javier Torres

## PRESENTACIÓN

En el número de abril hemos incluido una sección dedicada a las jornadas de orientación sobre Doctorado ya que consideramos de gran importancia conocer la nueva estructura del doctorado. Dentro del apartado de investigación hemos recogido la investigación del grupo de materiales magnéticos, así como resúmenes de las Tesis defendidas en el último mes, dos artículos sobre importantes descubrimientos publicados recientemente y el programa de las jornadas de ciencia joven que se desarrollarán el próximo mes. Asimismo una conferencia impartida por el Prof. J. A. Murillo y la segunda parte del artículo sobre la serie "Breaking Bad". Finalmente, dentro de la sección de legados, una interesante del Prof. José Miguel Colino del Departamento de Física Aplicada.

Antonio de la Hoz Ayuso

## Grupo de Materiales Magnéticos de la UCLM (Ciudad Real)



El grupo de materiales magnéticos (GMM) de la UCLM fue fundado en 1990 por José Manuel Riveiro Corona al incorporarse a la Facultad de Químicas de la UCLM. Dicho profesor tenía amplia experiencia en la investigación de materiales magnéticos (habiendo estudiado y trabajado con el prof. Velayos en la Universidad Complutense) y prontamente consiguió aglutinar en torno suyo un grupo de investigación centrado en el estudio de dichos materiales.

El GMM está formado actualmente por J.M. Riveiro, J.P. Andrés, J.A. González, J.A. de Toro, Pablo Muñiz, P.S.

Normile y R. López Antón, todos ellos profesores del campus de Ciudad Real. La mayor parte de su labor investigadora se desarrolla en la Facultad de CC. y Tecn. Químicas así como en el Instituto Regional de Investigación Científica Aplicada (IRICA) si bien también tiene algunas instalaciones en la escuela de Ingenieros Industriales y en la Escuela de Ing. Agrónomos.

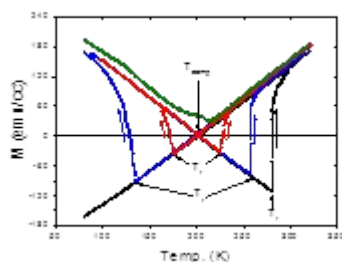
Asimismo, el grupo colabora activamente con J. Canales (IER, UCLM) para la caracterización por microscopía electrónica de transmisión (TEM) y con diversos grupos investigadores de Leeds, Durham, ISIS-RAL (Reino Unido), Singapur, Uppsala (Suecia), ESRF (Francia), y Barcelona.

Desde hace ya bastantes años, la labor investigadora del grupo se centra en el estudio de materiales magnéticos nanoestructurados, ya sea en forma de nanopartículas (NPs en adelante), ya sea en solitario o embebidas en una matriz, o de multicapas. Dichos sistemas presentan un gran interés por sus propiedades magnéticas, muchas veces muy diferentes de las de los materiales masivos por la influencia del tamaño nanométrico y de las interacciones magnéticas. En particular, en los últimos años el grupo ha estudiado especialmente dos mecanismos físicos que determinan la estabilidad térmica de nanoimanes (crucial para aumentar la densidad de almacenamiento magnético en discos duros) más allá de la influencia obvia de su tamaño: la interacción entre partículas (dipolar y/o RKKY en matrices metálicas) y el canje anisotrópico (exchange-bias) en nanopartículas con estructura core-shell (núcleo ferromagnético y corteza -o matriz-antiferromagnético).

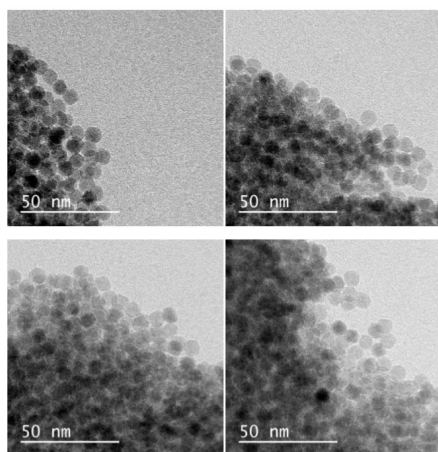
Otra línea tradicional del grupo es la preparación y estudio de multicapas de metales de transición y tierras raras, ya que las redes magnéticas de ambos materiales se acoplan antiparalelamente dando lugar a un material ferrimagnético artificial (esto es, una multicapa que actúa como un material ferrimagnético). Asimismo, dependiendo de la temperatura de Curie de ambos materiales, la temperatura y el campo aplicado se pueden conseguir diferentes estados magnéticos interesantes (Exchange spring, spin flop...).

El grupo de Materiales Magnéticos de la UCLM tiene amplia experiencia en la preparación (por pulverización catódica (sputtering) y recientemente también con una “fuente/cañón de clusters” -cluster gun-, mostrado en la foto del grupo) y caracterización de los materiales descritos a través de magnetometría SQUID y VSM, dispersión de rayos X y neutrones, y medida de propiedades magnetorresistivas.

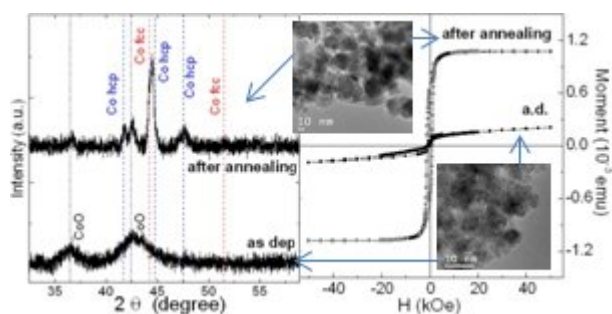
A continuación mostramos algunos resultados recientes de forma sucinta:



*Estructura ferrimagnética artificial e histéresis térmica en multicapas de GdCo/Co*



*Obtención de un super-vidrio de espín con nanopartículas de maghemita (equivalente a un vidrio de espín normal pero con NPs en vez de átomos magnéticos).*



*Reducción de NPs de Co/CoO mediante recocidos en vacío, usándose la magnetometría para seguir dicho proceso.*



## Jornadas de iniciación a la investigación

Durante los meses de marzo y abril de 2014 se ha realizado en las instalaciones de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas las tradicionales jornadas de Iniciación a la Investigación para Alumnos de Enseñanza Secundaria.

Estas jornadas pretenden acercar a los alumnos de primero y segundo de bachillerato a las actividades cotidianas de investigación que realizamos en la Facultad, con el doble objetivo de motivar positivamente a los alumnos con respecto a la asignatura de Química que están realizando en sus institutos y por otro relanzar la imagen de los estudios superiores de Química, Ingeniería Química y Ciencia y Tecnología de Alimentos entre los alumnos de Secundaria y ante la Sociedad en general.

El desarrollo de la actividad ha sido muy similar al de años anteriores, aunque en esta ocasión ha estado limitada a los institutos que participan en el Programa de Tutorización que desarrolla la Facultad desde hace ya varios años, ya que las restricciones económicas y logísticas nos han obligado a priorizar. Grupos de aproximadamente 10 alumnos de un mismo instituto, acompañados por su profesor, han compartido las actividades cotidianas de nuestros equipos de investigación durante tres días (aproximadamente tres horas, en horario de tarde) realizando sencillas prácticas demostrativas. En el caso de institutos alejados geográficamente de Ciudad Real, en el que los desplazamientos diarios eran inviables, la actividad se ha concentrado a una jornada completa, reduciendo la duración de cada práctica en una hora.

En esta edición han participado 125 alumnos procedentes de 7 institutos de enseñanza secundaria (IES Miguel de Cervantes de Alcázar de San Juan, IES Modesto Navarro de La Solana, IES Berenguela de Castilla de Bolaños, IES HH Garate de Ciudad Real, Colegio Santo Tomás de Ciudad Real, IES Atenea de Ciudad Real e IES Torreón del Alcazar de Ciudad Real). La colaboración desinteresada por parte de muchos de los compañeros de la Facultad (PDI y PAS) en las distintas tareas que la actividad involucra ha sido, como en años anteriores, importantísima para garantizar el éxito de las jornadas. Como consecuencia, el grado de satisfacción por parte de los alumnos y profesores de enseñanza secundaria ha sido muy elevado.



## INFLUENCIA DEL SOPORTE CATALÍTICO EN LA PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES SINTÉTICOS VIA FISCHER-TROPSCH

Doctorando: José Antonio Díaz López

Directores: Dr. José Luis Valverde Palomino, Dra. Amaya Romero Izquierdo

Esta tesis doctoral trata sobre el uso de diferentes materiales como soporte de catalizadores de Cobalto y Hierro para la síntesis de Fischer-Tropsch. Esta reacción forma parte del proceso X-To-Liquids, que sirve para producir combustibles sintéticos, similares a los obtenidos en la extracción y refinado del petróleo, a partir de otras fuentes de energía más abundantes y/o beneficiosas para el medio ambiente, como el carbón, el gas natural o la biomasa. La búsqueda de nuevos catalizadores y soportes para optimizar la producción de estos combustibles es una de las áreas de investigación más activas dentro de la relativa a la síntesis de Fischer-Tropsch.

Entre los materiales estudiados destacan las nanoestructuras de carbono, que tienen unas propiedades mecánicas, químicas y texturales interesantes para ser utilizadas como soporte de catalizadores en reacciones como la síntesis de Fischer-Tropsch. Del mismo modo el carburo de silicio, con estructura macroporosa y una gran conductividad térmica, minimiza los problemas difusionales y los inconvenientes asociados a los puntos calientes que puedan aparecer en el medio de reacción. Estas propiedades los convierten en alternativas a los materiales que actualmente se usan como soportes de catalizadores de este proceso, como la sílica y la alúmina, que presentan algunos inconvenientes que dan lugar a una disminución de la actividad del catalizador final. Fruto de esta tesis doctoral se han publicado cuatro artículos científicos, un informe que ha derivado en una colaboración universidad-empresa, y once contribuciones a congresos nacionales e internacionales.





## Conferencia "Hágase la luz" en Almagro



José Antonio Murillo Pulgarín, Catedrático de Química Analítica de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas, ha impartido una Conferencia con el título "¡Hágase la Luz!", en el Salón de Actos del IES Clavero Fernández de Córdoba de Almagro. La conferencia estaba organizada también por el Ateneo de Almagro.

En la conferencia, a la que asistieron más de cien personas, se trató de la evolución histórica de la iluminación humana realizándose experimentos a la vez que se explicaba el fundamento físico y químico del proceso. Así se simuló un carburo de los que se utilizaban a principios del siglo XX, se iluminó con una

bombilla hecha con una mina de lapicero muy similar a la primera bombilla patentada por Edison que utilizaba carbón procedente de bambú y la luz de filamento incandescente patentada por Tesla.

Por otra parte se explicó el funcionamiento de los tubos fluorescentes y de las bombillas de bajo consumo que se encendieron aproximándolas a una bombilla de plasma sin necesidad de conectarla a la corriente eléctrica.

Se realizaron experiencias para mostrar la luz amarilla que iluminan los monumentos emblemáticos por las noches y se demostró por qué los fuegos artificiales presentan diferentes colores.

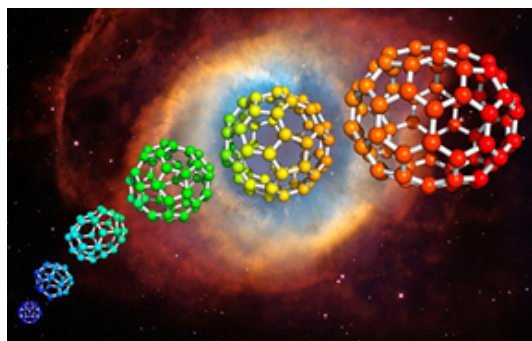
Por último, se realizaron experiencias sobre la quimioluminiscencia (llamada luz fría o luz química) que se usa, por ejemplo, en pulseras decorativas que brillan en la oscuridad o pequeñas luces que son utilizadas en la pesca nocturna.

Este tipo de conferencias-taller de divulgación son realizadas con cierta frecuencia por el grupo de innovación docente que dirige el Profesor Murillo del que forman parte Elisa Jiménez y José Luis Martín que ayudaron en la preparación y presentación de la conferencia.

Asistió la Presidenta del Ateneo de Almagro, Profesora María Dolores Cabezudo, y parte del Equipo de Dirección del IES Clavero Fernández de Córdoba entre ellos la Jefa del Departamento de Física y Química Isabel García Martínez.



## VIII JORNADAS DE CIENCIA JOVEN 2014



VIII SIMPOSIO CIENCIA JOVEN 2014

Como los últimos ocho años, estamos encantados de comunicaros que durante los días 22-23 de Mayo retomaremos la iniciativa de las Jornadas de la **Ciencia Joven** siendo éste año su **octava edición**.

La idea surge de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de Ciudad Real para la divulgación de los trabajos desarrollados por Jóvenes Investigadores de nuestra región con objeto de dar a conocer las investigaciones desarrolladas en otras áreas de la Facultad (Ciencias Químicas, Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos), así como en diversas empresas españolas.

Con este fin durante un grupo de **jóvenes doctorandos y post-doctorales de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas de Ciudad Real** impartirán una serie de charlas sobre el trabajo que desarrollan. También contaremos con algunos **investigadores externos** que nos darán una visión más general sobre la investigación en España, tanto en Instituciones públicas como en la empresa privada.

Con el fin de **incentivar** y **despertar** el espíritu investigador entre los alumnos de la Facultad, nuestra futura “cantera”, la **asistencia** a las Jornadas podrá ser convalidada por **1 crédito**. Creemos que esta iniciativa puede ser muy interesante para acercar a los alumnos a la verdadera actividad de los laboratorios de investigación de la Facultad. Por tanto, os pedimos vuestra colaboración para que difundáis este aspecto entre vuestros alumnos.

Por todo ello **os invitamos a participar. Por favor todo aquel que esté interesado que se ponga en contacto con los miembros de este comité organizador.**

**Mónica Fernández González “Ciencia y Tecnología de Alimentos”** Monica.Fernandez@uclm.es

**Covadonga Lucas Torres Pérez “Química orgánica”** Covadonga.LPerez@uclm.es

**Carmen Carrión Núñez “Química inorgánica”** Mariacarmen.carrion@uclm.es

**Ana Raquel de la Osa Puebla “Ingeniería química”** AnaRaquel.Osa@uclm.es

**Javier Martínez Martínez “Química inorgánica”** Javier.mmartinez@uclm.es

**Por motivos de organización necesitamos que notifiquéis vuestro interés antes del 16 de Mayo.**

Quién esté interesado en inscribirse deberá remitir la hoja de inscripción rellena a Mónica.Fernandez@uclm.es o entregar dicha hoja en la Secretaría de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas antes del 16 de mayo

Os esperamos,

El Comité Organizador **VIII Jornadas Ciencia Joven 2014**



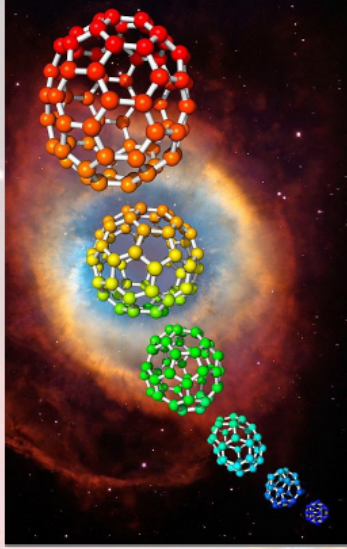
## PONENTES PRINCIPALES:

**Francisco Jiménez Colmenero:** Es profesor de Investigación del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC). Forma parte del Departamento de Productos (DPRD). En el DPRD se lleva a cabo una investigación básica-orientada y estudios tecnológicos, tanto de carácter precompetitivo como a petición de la Industria.

**Jesús García Gómez:** Es R&D Engineer en REPSOL y Profesor Asociado en el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla la Mancha. Ha desarrollado toda su actividad profesional en REPSOL ocupando también los puestos de Research Engineer (2003-2008) y Process Engineer (2008-2012).

**Alberto Escarpa:** Es Profesor Titular de Química Analítica de la Universidad de Alcalá desde 2003. En 2003 recibió el premio de Jóvenes Investigadores de la Universidad de Alcalá y creó el grupo de Miniaturización y nanotecnología analíticas (MINYNANOTECH) que dirige en la actualidad. Sus principales líneas de investigación son el diseño y el desarrollo de estrategias analíticas empleando tecnologías "lab-on-a-chip" y nanomateriales.

## PATROCINADORES:



## VIII SIMPOSIO CIENCIA JOVEN 2014



Salón de Actos de la

**Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas**

Jueves 22 y Viernes 23 de Mayo de 2014

CRÉDITO DE LIBRE CONFIGURACIÓN: La

Universidad de Castilla-La Mancha concede

1 crédito de libre elección

DIPLOMA DE ASISTENCIA A TODOS LOS PARTICIPANTES

Organización:

Mónica Fernández González "Ciencia y Tecnología de Alimentos"

Covadonga Lucas-Torres Pérez "Química orgánica"

Javier Martínez Martínez "Química Inorgánica"

M. Carmen Carrión Núñez de Arenas "Química inorgánica"

Ana Raquel de la Osa Puebla "Ingeniería química"

Ángel Ríos Castro, Decano de la Facultad

Julían Rodríguez López "RSEQ"

Para más Información:  
Javier Martínez Martínez: [javier.mmartinez@uclm.es](mailto:javier.mmartinez@uclm.es)

Inscripciones: Remitir boletín a  
[Monica.Fernandez@uclm.es](mailto:Monica.Fernandez@uclm.es)  
o entregar en la secretaría de la Facultad



## Jueves 22 de Mayo 2014

- 9:00- Entrega de la documentación
- 9:30- Inauguración por el Rector Mgfc. de la Universidad de Castilla-La Mancha **Dr. D. Miguel Ángel Collado Yurruta**
- 10:00- Conferencia Invitada: **Dr. Francisco Jiménez Colmenero** (Profesor de Investigación del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC)), "Alimentos cárnicos funcionales: estrategias de desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables"
- 10:45- Sesión de Presentaciones I
  - "Estructuras supramoleculares basadas en derivados de 4-aril-4H-1,2,4-triazol como guía de onda óptica". **Ivan Torres**. Química Orgánica
  - "Calidad Integral de la Leche de Oveja Manchega en relación con el Sistema Productivo de la Ganadería" **Lorena Jiménez Sobrino**. Tecnología de Alimentos
- 11:30- Café
- 12:00- Sesión de Presentaciones II
  - Recuperación, caracterización y conservación de variedades de vid (*Vitis vinifera* L.) minoritarias de Castilla la Mancha" **Adela Mena**. Tecnología de Alimentos
  - "Influencia de las características edáficas en la movilidad del cadmio, plomo y cinc en distintos suelos" **Carmen Ruiz López**. Geoquímica
- 12:45 Sesión de Presentaciones III
  - "Secado por aspersión de zumo de uva: microencapsulación de antocianos" **Pollina Moser**. Tecnología de Alimentos
  - "Bioelectrorremediación de suelos contaminados con diesel" **Esperanza Mena**. Ingeniería Química

- **María Fernández**  
14:00-16:00 Descanso para la comida
- 16:00- Presentación de la Sección Territorial de la Real Sociedad Española de Química, **Dr. Julián Rodríguez López**
- 16:15- Conferencia Invitada: **Dr. Jesús García** (REPSOL).  
17:00- Café
- 17:30- Sesión de Presentaciones IV
  - "Uva BRS-Violeta y Jambolán (*Syzygium cumini* L.): Estudio de los cambios químicos y bioquímicos en la producción de zumo deshidratado mediante secado en lecho de espuma" **Isnania María de Carvalho**. Tecnología de Alimentos
  - "Celdas de Combustible Microbiológicas para el Tratamiento de Aguas Residuales" **Sara Mateo**. Ingeniería Química
  - "Hidrogenación de cetonas e iminas a partir de complejos areno de rutenio en medio acuoso" **Margarita Ruiz**. Química Inorgánica
  - Ana Belén Calcerrada**  
"Quantum Dots de CdSe/ZnS modificados con  $\beta$ -ciclodextrina como sensor para la vanilina" **Gema Durán**. Química Analítica

## Viernes 23 de Mayo 2014

- 9:30- Sesión de Presentaciones V
  - Virginia Gomez**, Bioquímica.
  - "New stimuli responsive hydrogels based on grapheme" **Cristina Martín Jiménez**. Química Orgánica

- "Marcadores de vulnerabilidad y respuesta a la cirugía bariátrica en la obesidad mórbida" **José Ramón Muñoz Rodríguez**. Hospital General Universitario de Ciudad Real
- "CE-ELSD coupling for characterization and separation of gold nanoparticles" **Mohamed Bouiri**. Química Analítica

10:45- Café

- 11:15- Conferencia Invitada: **Dr. Alberto Escarpa** (Profesor de Química Analítica de la UHA), "Microchips analíticos con nanohilos de cobre para el diagnóstico precoz de galactosemia en neonatos"
- 12:00- Contribuciones científicas de los investigadores del Programa INCRECYT (Instituto de Recursos Humanos para la Ciencia y la Tecnología)

- **Dr. Sergio Gómez Alonso**. Compuestos Bioactivos
- **Dra. María Del Carmen Carrión Núñez De Arenas**. Química Organometálica.
- **Dra. Mónica Fernández González**. Microbiología Enológica
- **Dra. Mª Victoria Gómez Almagro**. Química Orgánica: papel de los microchips de RMN
- **Dra. Florentina Villanueva García**. Contaminación Atmosférica.
- **Dr. Mohammed Zougagh**. Simplificación y miniaturización de los procesos analíticos.

- 12:45- **Mesa Redonda (Texto)**, presidida por el Vicerrector de Investigación de la UCLM **Dr. D. José Julián Garde López-Brea** y con la participación del Director General de Universidades de la JCCM, **D. José Manuel Velasco Retamosa**, el Decano de la Facultad, **D. Ángel Ríos Castro**, el Presidente de la Sección Territorial de la RSEQ, **D. Julián Rodríguez López**, y el Director del IRICA, **D. Félix A. Jalón Sótes**.
- .14:00- Clausura del acto.

## FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN

Nombre:

Apellidos:

DNI:

E-MAIL:

TELÉFONO DE CONTACTO:

CENTRO:

ESTUDIOS (si procede):

OPTA A CRÉDITO DE LIBRE ELECCIÓN:      SI              NO      (Marcar la que proceda)

- Esta inscripción da derecho a la documentación del Simposio, incluyendo la tarjeta de identificación personal, libro de abstract, diploma de asistencia y/o participación y a los cafés que se celebrarán durante el Simposio.

**LAS INSCRIPCIONES DEBEN REMITIRSE A**  
**[MONICA.FERNANDEZ@UCLM.ES](mailto:MONICA.FERNANDEZ@UCLM.ES) O ENTREGARSE EN CONSERJERÍA DE**  
**LA FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS QUÍMICAS ANTES DEL**  
**VIERNES 16 DE MAYO**

## CUALIDADES Y HABILIDADES DE DOCTORANDOS Y DIRECTORES EN TESIS DOCTORALES EN CIENCIAS

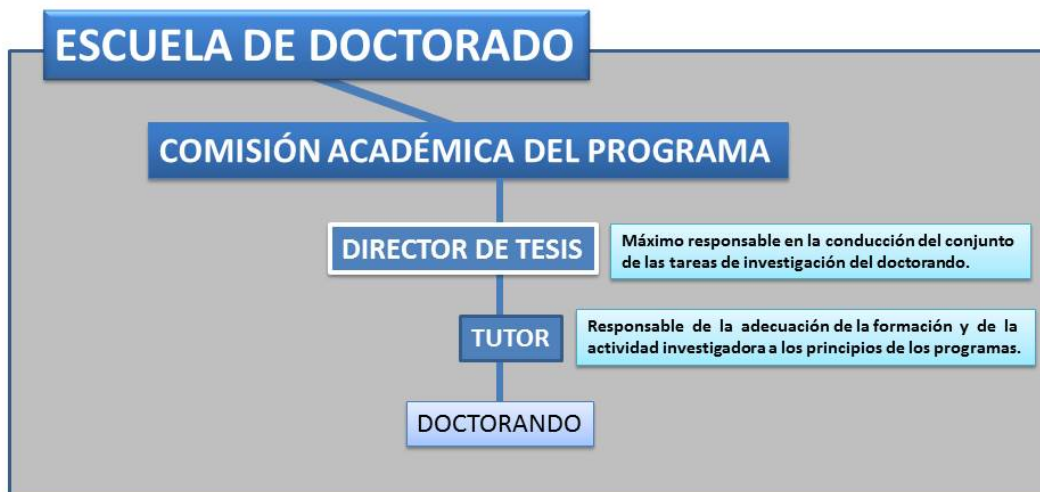
En el mes de marzo se realizaron unas jornadas de orientación sobre “Cualidades y habilidades de doctorandos y directores de tesis doctorales en ciencias”.

El objetivo principal era mostrar el nuevo esquema de funcionamiento del doctorado y las funciones de cada actor en el sistema. Debido a la importancia del tema para el desarrollo de la investigación y la formación del doctorando hemos creído conveniente importante incluir en este número de MOLÉCULA un resumen de las charlas que se impartieron y un esquema del funcionamiento del nuevo doctorado. El nuevo decreto de doctorado ha introducido cambios importantes en las funciones de directores, tutores, doctorando, así como ha creado una nueva estructura con las escuelas de doctorado y las funciones de la comisión académica del programa de doctorado. También se recoge un compromiso documental de manera que todas las actividades formativas del doctorando deberán estar documentadas y justificadas.

Esperamos que estos resúmenes os resulten de interés y utilidad.

*Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado.*

### *Agentes implicados*



JORNADA DE ORIENTACIÓN SOBRE CUALIDADES Y HABILIDADES DE DOCTORANDOS Y DIRECTORES DE TESIS DOCTORALES EN CIENCIAS

27 de Marzo de 2014

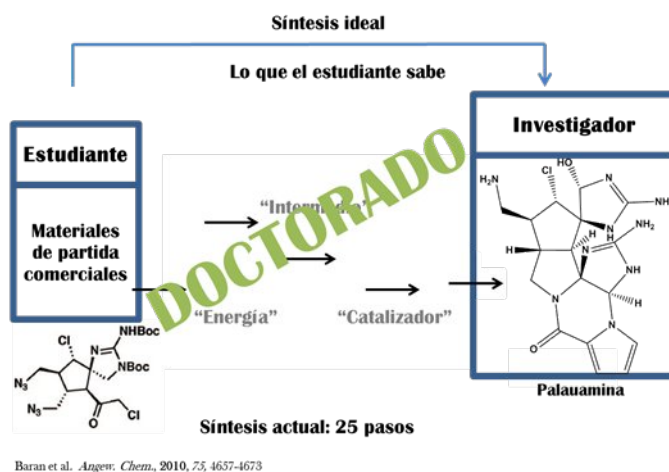


## ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA REALIZACIÓN DE UNA TESIS DOCTORAL: EL PUNTO DE VISTA DEL DOCTORANDO

El pasado día 27 de marzo se celebró en el Campus de Ciudad Real una jornada de orientación para doctorandos y directores de tesis en la rama de Ciencias, organizada por la Escuela Internacional de Doctorado de la UCLM.

Desde el punto de vista que puedo tener, como estudiante de doctorado en nuestra acultad, creo que lo más importante a la hora de decidir empezar una tesis doctoral es el tener muy claro la respuesta personal a la pregunta “¿Por qué quiero hacer una tesis?”. En mi caso, la gran motivación y el interés que dicho reto presentaba, fueron suficientes para conseguir que me embarcara en el proyecto.

Es importante diferenciar entre el estudiante que acaba de graduarse y el doctorando. Nuestra gran amiga, la Química nos ofrece una buena comparación. Un graduado puede asemejarse a los materiales de partida de una reacción, mientras que el producto final de la misma será un investigador ya formado. Todos los pasos de reacción necesitarán de algún tipo de “catalizador”, y seguramente pasarán por más de un producto intermedio.



Pues, la síntesis ideal, es lo que el estudiante conoce, lo que plasmaría en un examen si esto le fuese cuestionado. Sin embargo, hay muchas síntesis químicas que conllevan muchos más pasos que lo que un estudiante sabe a priori, pero que cuando tiene que realizarlas, las aprende y le sirven para su formación. Pues esta es la finalidad del doctorado, transformar a un estudiante en un investigador.

No hay que olvidarse, que a esta buena formación tanto teórica como experimental, o a la alta especialización en un tema de nuestro interés, se le contraponen algunos inconvenientes, la mayoría de ellos relacionados con el futuro laboral. Numerosos estudios son los que alertan de la sobreproducción de doctores, haciendo que veamos como el trabajo que nos parecía más accesible al terminar, quizá no lo sea tanto.

Por otro lado, un resumen de las habilidades que tanto algunos de mis compañeros doctorandos como yo, creemos que debemos reunir e intentar fomentar es:

## ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA REALIZACIÓN DE UNA TESIS DOCTORAL: EL PUNTO DE VISTA DEL DOCTORANDO

### **Iniciativa:**

Un estudiante de doctorado no debería esperar que le vayan diciendo qué hacer, paso a paso. El hecho de que tenga iniciativa propia, proponga cosas a sus directores, dice mucho de cómo va a ser como doctor.

### **Tenacidad:**

Al principio todos los proyectos van a ser ideales, pero es cuando empiezan a salir las cosas mal cuando el trabajo del estudiante de doctorado debe reforzarse. Si somos capaces de ver que algo no está bien, saber por qué, y cómo solucionarlo, eso determinará nuestra tesis.

### **Organización:**

O más bien, capacidad de planificación. Tanto de lo que se va a hacer en un día, como en una semana, como cada año de tesis. Siempre tenemos un poco de miedo a esa organización a largo plazo, porque al final tenemos 4 años de trabajo que hay que sintetizar en un escrito.

### **Responsabilidad:**

En investigación no hay respuestas correctas, como cuando estábamos en la carrera. Los resultados que generamos y el trabajo que producimos, será aquel en el que otros se basen después, y eso también supone un ejercicio de responsabilidad.

### **Habilidades tecnológicas y “otras”:**

Un doctorando tiene como “deber”, el ser capaz de controlar programas de procesamiento de datos, que le permitirán interpretar sus resultados; programas de búsqueda bibliográfica, saber hacer una búsqueda concreta de manera que encontremos lo que estamos buscando de manera rápida. Y, por supuesto, el dominio de idiomas, sobre todo el inglés, que es la lengua en la que se encuentra prácticamente toda la ciencia.

### **Cuidar la autoestima:**

Lo único que puede poner trabas al trabajo es cómo cada uno se tome las pequeñas derrotas. Aquel que sabe aceptar las evaluaciones, las críticas y los resultados negativos, tiene mucho ganado.

### **Doctorando “viajero”:**

Es importante no tener miedo a salir de la propia universidad, y si se tiene la oportunidad, hacer estancias en el extranjero. Además, eso supone un valor añadido para nuestras tesis, como ya se ha mencionado, al poder obtener el grado de doctor internacional.

Por último, en cuanto a la relación del doctorando con sus directores, destacaremos unas breves pinceladas. Es importante la guía inicial, puesto que cuando todos empezamos estamos muy perdidos, no sabemos qué hacer, ni cómo organizarnos, pero, eso debe ir dejando paso a las propuestas propias. Debemos verlos como figuras a los que pedir consejo sobre esas propuestas, aquellos de los que aprender.



*Covadonga Lucas Torres*

## EL NUEVO DOCTORADO Guía para el estudiante

M. C. Pérez López, Técnico de Formación y Normativa  
Escuela Internacional de Doctorado (EID)

### 1. Introducción

El Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado, introduce importantes novedades en la gestión del tercer ciclo de los estudios universitarios. Recoge los aspectos que, en el marco de los Espacios Europeos de Educación Superior e Investigación, deben caracterizar a los programas de doctorado.

#### Objetivos de la reforma:

- Integrar el EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) y el EEI (Espacio Europeo de Investigación).
- Hacer avanzar el conocimiento científico a través de la "investigación original".
- Reafirmar al estudiante de doctorado como investigador en formación.
- Reconocer los derechos y deberes de los doctorandos, directores de tesis y tutores.
- Alcanzar altas cotas de:
  - Calidad
  - Internacionalización
  - Innovación
  - Reconocimiento
  - Movilidad
- Permitir la participación de entidades y organismos ajenos a la Universidad, tanto nacionales como internacionales, a través de las escuelas de doctorado.

### 2. Visión general



### 4. Mención internacional



### 3. Desarrollo

#### 1. SOLICITUD DE ADMISIÓN. Requisitos legales de acceso:



- #### 2. ADMISIÓN
- Los criterios de admisión que las comisiones académicas de cada programa utilizarán para la selección de candidatos podrán ser:
- Idoneidad de las titulaciones que ostenta el aspirante para el desarrollo de la tesis que pretende llevarse a cabo.
  - Curriculum vitae.
  - Interés del estudiante en la investigación a desarrollar.
  - Interés de la UCLM en desarrollar dicha investigación.
  - Coherencia con las líneas de investigación del programa.
  - Dedicación que puede ofrecer el aspirante para el desarrollo de la tesis.
  - Disponibilidad de investigadores en la materia de interés del candidato.
  - Disponibilidad de medios materiales.

- #### 3. MATRÍCULA ANUAL OBLIGATORIA.
- Pueden solicitarse bajas por motivos personales o por enfermedad.

#### 4. LÍMITE DE TIEMPO

MODALIDAD	LÍMITE DE TIEMPO EN AÑOS
A tiempo completo	3 + 1 + 1
A tiempo parcial	5 + 2 + 1

- #### 5. MECANISMOS DE SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO
- ##### 5.1 Asignación de tutor y directores/tes:
- 5.1.1 TUTOR: Se nombra en la misma carta de admisión.  
5.1.2 DIRECTORES DE TESIS: Pueden ser hasta 3.  
Se asignan en el plazo de 2 meses desde la matrícula.

- ##### 5.2 Documentos de seguimiento:
- 5.2.1 COMPROMISO DOCUMENTAL, que es una especie de contrato que determina las obligaciones de todos los implicados en la realización de una tesis doctoral: doctorando, tutor, director y coordinador del programa de doctorado.  
5.2.2 PLAN DE INVESTIGACIÓN, en el que se se plasmará el tema objeto de la tesis, los objetivos y resultados esperables, la bibliografía y los medios a utilizar, la metodología, la planificación temporal y el plan de movilidad del doctorando. SUSTITUYE AL PROYECTO DE TESIS.  
5.2.3 DOCUMENTO DE ACTIVIDADES, que es el registro de todas aquellas actividades que, siendo coherentes con el Plan de Investigación, realiza el doctorando bajo la supervisión del su tutor y director o directores.  
El Plan de Investigación y el Documento de Actividades serán evaluados anualmente por la Comisión Académica del Programa de Doctorado.

### 5. Defensa y evaluación de la tesis



### 6. Órganos y responsabilidades

ÓRGANO	PRINCIPALES FUNCIONES
Escuela Internacional de Doctorado (EID)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organizar las enseñanzas doctorales que le asigne el Consejo de Gobierno de la UCLM.</li> <li>Planificar la formación transversal.</li> <li>Organizar másteres oficiales.</li> <li>Establecer los derechos y deberes de profesores y doctorandos.</li> <li>Elaborar el Código de Buenas Prácticas.</li> <li>Aprobar su reglamento interno de funcionamiento.</li> <li>Establecer y revisar sistemas de calidad.</li> <li>Assumir todas las funciones de la actual Comisión de Doctorado.</li> </ul>

ÓRGANO	PRINCIPALES FUNCIONES
Comisiones Académicas de los Programas (CAPD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer los requisitos y criterios adicionales para la selección y admisión de los estudiantes, así como los complementos formativos.</li> <li>Resolver las solicitudes de admisión al programa, asignando tutor al doctorando.</li> <li>Asignar director o, en su caso, codirectores de tesis.</li> <li>Evaluar anualmente:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>El Plan de Investigación de cada doctorando.</li> <li>El Documento de Actividades de cada doctorando.</li> </ul> </li> <li>Autorizar las estancias en instituciones o centro de investigación ajenos a la UCLM.</li> <li>Autorizar la presentación de las tesis doctorales.</li> <li>Proponer los expertos para la revisión previa de las tesis doctorales.</li> <li>Proponer el tribunal que deberá evaluar la tesis.</li> <li>Evaluar y autorizar, en su caso, las solicitudes de prórroga del periodo de tesis y las de baja temporal en el programa de doctorado.</li> </ul>

ÓRGANO	PRINCIPALES FUNCIONES
COORDINADOR DE PROGRAMA DE DOCTORADO (Doctor con al menos 2 sexenios y que haya dirigido al menos 2 tesis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presidir la Comisión Académica.</li> <li>Proponer al Rector la designación de los miembros de la Comisión Académica.</li> <li>Formar parte del Comité de Dirección de la EID.</li> </ul>
DIRECTOR DE TESIS (Doctor con al menos 1 sexenio. Puede ser externo a la UCLM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dirigir las actividades de investigación del doctorando.</li> <li>Autorizar los tramites relacionados con la elaboración y defensa de la tesis.</li> </ul>
TUTOR (Doctor con al menos 1 sexenio y con vinculación a la UCLM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mediar entre el doctorando y la Comisión Académica.</li> <li>Velar por la adecuación de la formación del doctorando.</li> </ul>

#### 6. DEFENSA DE LA TESIS DOCTORAL

### 7. Referencias

Normativa Estatal y Autonómica

**Estatal**

- Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado.
- Real Decreto 534/2013, de 12 de julio, por el que se modifican los Reales Decretos 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales de doctorado y 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas.

**Autonómica**

- Decreto 49/2013, de 25/07/2013, por el que se aprueba la creación de la Escuela Internacional de Doctorado, en la Universidad de Castilla-La Mancha.

Normativa de la Universidad de Castilla-La Mancha

- Reglamento de los estudios de Doctorado de la Universidad de Castilla-La Mancha (Acuerdo del Consejo de Gobierno de 20 de noviembre de 2012).
- Resolución sobre la adecuación de las calificaciones de las tesis doctorales de la UCLM al Real Decreto 534/2013, de 12 de julio (15/07/2013).
- Propuesta de creación de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Castilla-La Mancha (EID-UCLM). Acuerdo del Consejo de Gobierno de 20 de noviembre de 2012.

## 6. ÓRGANOS DE GOBIERNO Y RESPONSABILIDADES

ÓRGANOS	PRINCIPALES FUNCIONES
Escuela Internacional de Doctorado (EID)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Organizar las enseñanzas doctorales que le exige el Consejo de Gobierno de la UCLM.</li> <li>➤ Planificar la formación transversal.</li> <li>➤ Organizar másteres oficiales.</li> <li>➤ Establecer los derechos y deberes de profesores y doctorandos.</li> <li>➤ Elaborar el Código de Buenas Prácticas.</li> <li>➤ Aprobar su reglamento interno de funcionamiento.</li> <li>➤ Establecer y revisar los sistemas de calidad.</li> <li>➤ Asumir las funciones de la actual Comisión de Doctorado.</li> <li>➤ Establecer los requisitos y criterios adicionales para la selección y admisión de los estudiantes, así como los complementos formativos.</li> <li>➤ Resolver las solicitudes de admisión al programa, asignando tutor al doctorando.</li> <li>➤ Asignar director o, en su caso, codirectores de tesis.</li> <li>➤ Evaluar anualmente:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Plan de investigación de cada doctorando.</li> <li>○ Documento de Actividades de cada doctor</li> </ul> </li> <li>➤ Autorizar las estancias de los doctorandos en instituciones o centro de investigación ajenos a la UCLM.</li> <li>➤ Autorizar la presentación de las tesis doctorales.</li> <li>➤ Proponer los expertos para la revisión previa de tesis doctorales.</li> <li>➤ Proponer los tribunales de evaluación de las tesis doctorales.</li> <li>➤ Evaluar y autorizar, en su caso, las solicitudes de prórroga del periodo de tesis y las de baja temporal en el programa de doctorado.</li> </ul>
Comisiones Académicas de los Programas de Doctorado (CAPD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Presidir la Comisión Académica.</li> <li>➤ Proponer al Rector la designación de los miembros de la CAPD.</li> <li>➤ Formar parte del Comité de Dirección de la EID</li> </ul>
COORDINADOR DE PROGRAMA (Doctor con al menos 2 sexenios y que haya dirigido al menos 2 tesis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dirigir las actividades de investigación del doctorando.</li> <li>➤ Autorizar los trámites de elaboración y defensa de la tesis.</li> </ul>
DIRECTOR DE TESIS (Doctor con al menos 1 sexenio. Puede ser externo a la UCLM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mediar entre el doctorando y la CAPD.</li> <li>➤ Velar por la adecuación de la formación doctoral.</li> </ul>
TUTOR (Doctor con al menos 1 sexenio y con vinculación a la UCLM)	

## 7. REFERENCIAS LEGALES

### Normativa Estatal y Autonómica

#### Estatal

- Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de Doctorado.
- Real Decreto 534/2013, de 12 de julio, por el que se modifican los Reales Decretos 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado y 1892/2008, de 14 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para el acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado y los procedimientos de admisión a las universidades públicas españolas.

#### Autonómica

- Decreto 49/2013, de 25/07/2013, por el que se aprueba la creación de la Escuela Internacional de Doctorado, en la Universidad de Castilla-La Mancha.

### Normativa de la Universidad de Castilla-La Mancha

- Reglamento de los estudios de Doctorado de la Universidad de Castilla-La Mancha (Acuerdo del Consejo de Gobierno de 20 de noviembre de 2012).
- Resolución sobre la adecuación de las calificaciones de las tesis doctorales de la UCLM al Real Decreto 534/2013 de 12 de julio (15/07/2013).
- Propuesta de creación de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Castilla-La Mancha (EID-UCLM). Acuerdo del Consejo de Gobierno de 20 de noviembre de 2012.



Vicerrectorado de Investigación  
y Política Científica

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Edificio José Prat (Anexo al Vicerrectorado) Plaza de la Universidad s/n

Campus Universitario.- 02071 ALBACETE

E-mail: doctorado@uclme.es

# JORNADAS EID



**UCLM**  
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

Escuela Internacional de Doctorado

Foto: Luana Luana Fischer Ferreira

## El nuevo doctorado según el R. D. 99/2011



## 1. INTRODUCCIÓN

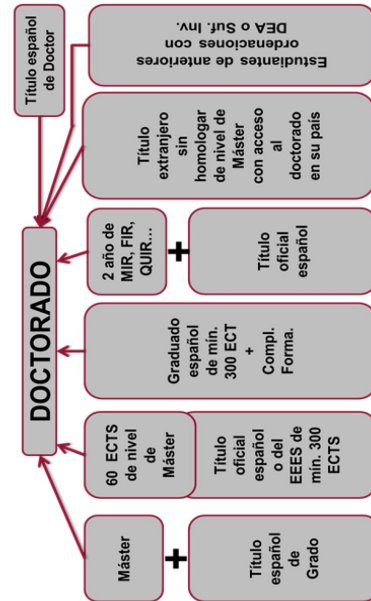
El Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado, introduce importantes novedades en la gestión del tercer ciclo de los estudios universitarios. Recoge los aspectos que, en el marco de los Espacios Europeos de Educación Superior e Investigación, deben caracterizar a los programas de doctorado.

### Objetivos de la reforma:

1. Integrar el EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) y el EEI (Espacio Europeo de Investigación).
2. Hacer avanzar el conocimiento científico a través de la "investigación original".
3. Reafirmar al estudiante de doctorado como investigador en formación.
4. Reconocer los derechos y deberes de los doctorandos, directores de tesis y tutores.
5. Alcanzar altas cotas de:
  - a) Calidad
  - b) Internacionalización
  - c) Innovación
  - d) Reconocimiento
  - e) Movilidad
6. Permitir la participación de entidades y organismos ajenos a la Universidad, tanto nacionales como internacionales, a través de las escuelas de doctorado.

## 2. DESARROLLO (I)

### 1. SOLICITUD DE ADMISIÓN. Requisitos legales de acceso:



## 3. DESARROLLO (II)

### 2. ADMISIÓN

Los criterios de admisión que las comisiones académicas de cada programa utilizarán para la selección de candidatos podrán ser:

- a) idoneidad de las titulaciones que ostenta el aspirante para el desarrollo de la tesis que pretende llevarse a cabo.
- b) Currículum vitae.
- c) Interés del estudiante en la investigación a desarrollar.
- d) Interés de la UCLM en desarrollar dicha investigación.
- e) Coherencia con las líneas de investigación del programa.
- f) Dedicación que puede ofrecer el aspirante para el desarrollo de la tesis.
- g) Disponibilidad de investigadores en la materia de interés del candidato.
- h) Disponibilidad de medios materiales.

### 3. MATRÍCULA ANUAL OBLIGATORIA.

Pueden solicitarse bajas por motivos personales o por enfermedad.

### 4. LÍMITE DE TIEMPO

MODALIDAD	LÍMITE DE TIEMPO EN AÑOS
A tiempo completo	3 + 1 + 1
A tiempo parcial	5 + 2 + 1

### 5. MECANISMOS DE SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO

#### 5.1 Asignación de tutor y director/es:

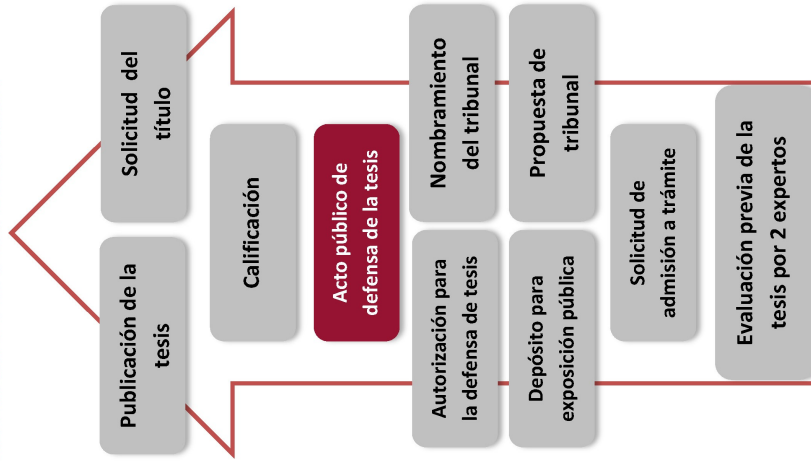
- 5.1.1 TUTOR: Se nombra en la misma carta de admisión.
- 5.1.2 DIRECTOR/ES DE TESIS: Pueden ser hasta 3.  
Se asignan en el plazo de 2 meses desde la matrícula.

#### 5.2 Documentos de seguimiento:

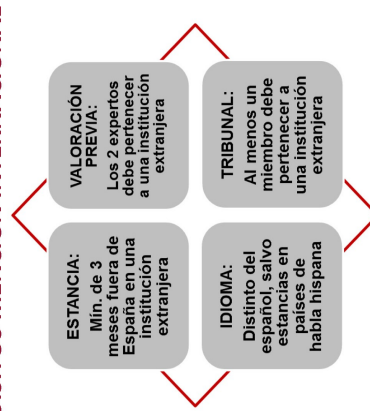
- 5.2.1 COMPROMISO DOCUMENTAL, que es una especie de contrato que determina las obligaciones de todos los implicados en la realización de una tesis doctoral: doctorando, tutor, director y coordinador del programa de doctorado.
  - 5.2.2 PLAN DE INVESTIGACIÓN, en el que se plasmará el tema objeto de la tesis, los objetivos y resultados esperables, la bibliografía y los medios a utilizar, la metodología, la planificación temporal y el plan de movilidad del doctorando. SUSTITUYE AL PROYECTO DE TESIS.
  - 5.2.3 DOCUMENTO DE ACTIVIDADES, que es el registro de todas aquellas actividades que, siendo coherentes con el Plan de Investigación, realiza el doctorando bajo la supervisión del su tutor y director o directores.
- El Plan de Investigación y el Documento de Actividades serán evaluados anualmente por la Comisión Académica del Programa de Doctorado.

## 6. DEFENSA DE LA TESIS DOCTORAL

## 4. DEFENSA DE LA TESIS DOCTORAL



## 5. REQUISITOS MENCIÓN INTERNACIONAL



## Jose Miguel Colino



Muchos recuerdos, la mayoría gratos, vienen a mi cabeza de los once años en que trabajé en la facultad de Químicas de Ciudad Real. A pesar de no conocer la ciudad ni apenas la universidad, decidí optar a una plaza de profesor ayudante y llegué allí a primeros de 1997, después de haber realizado estancias post-doctorales en Estados Unidos y en el CSIC. Al igual que otros profesores llegados de fuera, sentí el calor y el respeto del entorno ante nuestros deseos de "hacer carrera" en la docencia y en la investigación. Además, el entorno constituía realmente una apuesta muy seria: primero, porque la universidad todavía estaba en expansión; segundo, por ser la facultad un referente donde, por ejemplo, podemos disfrutar de ciclos de conferencias de alto nivel; y tercero, por integrarme en el departamento de Física Aplicada, en el que había un grupo de investigadores con un buen bagaje en materiales avanzados. Por si esto fuera poco, unos años antes había pasado por la

facultad el profesor Ignacio Cirac, quien ha merecido ¡un premio Príncipe de Asturias!. Ocupé el despacho en el que él comenzaba a desgranar una parte de la Óptica cuántica moderna, pero es difícil seguir su estela científica tan brillante. No sólo la impronta de Nacho es importante entre los físicos de la facultad, otros también despliegan su larga sombra de otras maneras... Puesto que, al final, queda también el lado humano, quiero resaltar en estas líneas que los mejores momentos de entonces se los debo a ciertas personas, más que colegas, que encontré en la facultad y en otros centros del campus. Quizás dejándome alguno en el tintero, debo recordar con cariño a Pepe Flores, todo un señor de la coherencia, a Miguel Angel Arranz, colega y amigo, a Juan Pedro Andrés y José Antonio González, con quienes tuve el placer de trabajar estrechamente mucho tiempo, o a José Angel de Toro y Pablo Muñoz, de quienes aprendí sobre el carácter manchego y su tierra. También recodar, ¡cómo no! a Mario y Eduardo, los manitas del laboratorio. Otros compañeros del campus también hicieron de esos años una experiencia muy positiva, como Marco Antonio López y Santiago Expósito. Y, ya que me he puesto a recordar a las personas, incluir a nuestro decano Antonio Antiñolo, por su disposición y en representación de todo el profesorado, así como a la calurosa gente de la Conserjería.

En 2008 me trasladé al campus de Toledo de nuestra universidad pero, afortunadamente, todavía mantengo relación con el profesor Miguel Angel Arranz de la facultad, y juntos disfrutamos investigando cómo maltratar a las capas de materiales ferromagnéticos con un chorro de iones; yo desde el Instituto de Nanociencia y Nanotecnología de Toledo y él en su laboratorio del edificio San Alberto Magno.

## Descubriendo Breaking Bad (Parte 2)

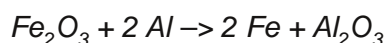
En el número de la revista de Febrero, se comentó el papel llamado que se ha observado en países anglosajones en cuanto al número de solicitantes en las carreras científicas, como es el caso de la Química y la Física.

Sin embargo, si sacamos a nuestro crítico más interior, se puede llegar a cuestionar la exactitud de aquellos experimentos que aparecen en estas series, más en concreto, Breaking Bad, la que tiene un carácter más relacionada con la Química.

Para aquellos que no la conozcan, en esta serie se presenta la transformación de un profesor de instituto de Química, diagnosticado con un cáncer pulmonar, en todo un gánster de la droga. Sin embargo, este personaje no es un profesor de instituto cualquiera. Este personaje, Walter White, tiene un doctorado en Química Orgánica, y durante toda la serie utiliza sus conocimientos científicos no solo para obtener un producto de alta calidad, sino arreglar todo tipo de problemas a golpe de química. Algunos de estos “golpes de Química” son lo que me gustaría recoger aquí y discutirlos brevemente.

### Problema 1. Bomba termita

Durante el desarrollo de la primera temporada, los personajes se limitan a explorar las ventajas e inconvenientes de las diferentes rutas de síntesis de metanfetaminas. En un determinado momento, se hace necesario conseguir metilamina, sustancia que se controla por las agentes de la DEA (Drug Enforcement Administration). Después de todo, consiguen acceso a los almacenes estatales mediante una bomba termita. Esta bomba (utilizada también por los rusos contra los alemanes en la Segunda Guerra Mundial) es fundamentalmente un proceso de aluminotermia. En esta se combina óxido de hierro,  $Fe_2O_3$  con aluminio metálico, dando una reacción altamente exotérmica.

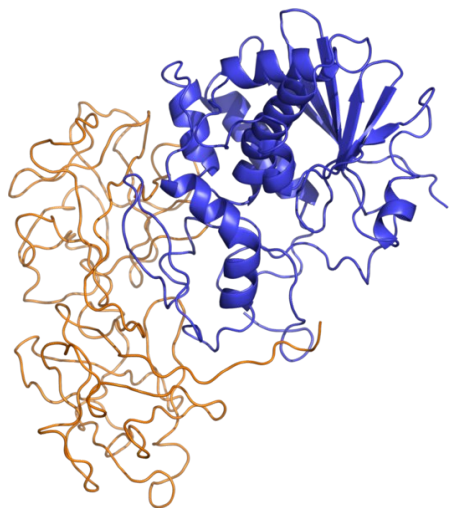


Este experimento ha sido objeto de estudio por incesantes espectadores, pues los personajes consiguen el aluminio de una forma poco convencional (lo obtienen desarmando unos juguetes, aunque los números indican que para el tamaño de la reacción en el episodio, tendrían que haber desmontado unos 190 juguetes). La parte más complicada de este experimento es la ignición de la termita, que requiere de temperaturas más elevadas que las que pueden generar mecheros o sopletes comerciales. Aunque no es imposible....



*Extracción del polvo de aluminio de los juguetes.*





Estructuras del dímero de Ricina.  
Ricina A (azul, RTA), Ricina B  
(amarillo, RTB)

## Ricina

En uno de los episodios de la primera temporada, el personaje principal, Walter, consigue extraer ricina de unas semillas planta *Ricinus communis*. La presencia de la ricina se mantiene durante el desarrollo de toda la serie, aunque no llega a cobrarse “ninguna” víctima (al menos en pantalla).

Semillas de la planta de la ricina. (Nombre inglés: Castor beans)

La ricina es una lectina, una serie de proteínas, globular y heterodimérica. Su toxicidad radica en la inhibición de la creación de proteínas celulares necesarias en la replicación celular. Solo existen antídotos para el envenenamiento por ricina a nivel militar, aunque el único tratamiento posible es eliminarlo del sistema tan pronto como sea posible.



Semillas de la planta de la ricina.  
(Nombre inglés: Castor beans)

## Construyendo una batería

En uno de los episodios de la temporada 2, los principales personajes de la serie se encuentran aislados en un paraje apartado, cuando su caravana se queda sin batería. Sin móviles y tras varios días, el agua se comienza a agotar, con lo que deben ingeniárselas para conseguir salir vivos del desierto de Nuevo México. ¿La solución? Por supuesto, la encontraron en la Química. En un momento de inspiración, Walter, el personaje con conocimientos científicos, se propone recargar la batería de la caravana con una pila electroquímica.

En la ficción de *Breaking Bad*, el protagonista usa como cátodo el material contenido en las pastillas de frenos de la autocaravana y como ánodo el Zn del que se encuentra aleado en tornillos, arandelas, monedas, pernos, tuercas y otras piezas metálicas que consiguen reunir. Como electrolito recurren al hidróxido potásico sobrante del proceso de síntesis de la metanfetamina que están produciendo ilegalmente. Con una disolución de este electrolito impregnan unas esponjas y así tienen el puente salino.

Así fabrican seis pilas que ponen en serie, formando una batería de unos 8 voltios teóricos que conectan en paralelo mediante hilos de cobre a la batería de la caravana, para cargarla. Las baterías de estos vehículos son de 12 o 16 V, por lo que surge la duda de si el montaje de Walt y Jesse es suficiente para arrancar



Conectando las baterías en serie a la caravana



# DIVULGACIÓN

el motor. Pero en realidad este no sería el principal inconveniente. La batería que han fabricado tiene una resistencia, y esta juega en contra de la intensidad de corriente. Una caravana de ese tipo probablemente requiera centenares de amperios para funcionar, mientras que la pila construida no creemos que proporcione más de unas decenas... ¡Pero todo es probarlo!

Los dos últimos experimentos que comentaremos son los que más tensión dramática han proporcionado a la serie y eso los ha hecho los más famosos y preferidos de la audiencia. Tal ha sido el mito que se ha creado, que han sido analizados, en un programa especial, por otro famoso programa de entrenamiento de la parrilla televisiva estadounidense, "Los cazadores de Mitos o Mythbusters".

En este episodio de Cazadores de Mitos, se analiza del uso que se hace del ácido fluorhídrico en la serie (básicamente lo utilizan para deshacerse de los "malos"), comparándolo en eficacia con algunos ácidos ( $H_2SO_4$ ) y sus mezclas (no se mencionan nombres por seguridad, pero muy posiblemente fuese la mezcla de ácidos conocida como solución piraña,  $H_2SO_4$  y  $H_2O_2$ ) y el uso de un compuesto sólido explosivo, el fulminato de mercurio, explosivo de carácter militar y bastante inestable, y si es realista que sólo como un golpe puede detonarlo. La conclusión para ambos experimentos, es que aunque el uso que se hace de estas sustancias es correcto, en la vida real, el efecto no sería tan dramático



Capítulo especial de Mythbusters sobre Breaking Bad con motivo de la emisión de los últimos episodios.



Walter White con un supuesto trozo de fulminato de mercurio

Estas listas suelen siempre dejar fuera muchos otros momentos que también podrían ser analizados de la misma manera. Es por ello que a continuación se mencionaran algunas páginas donde se recogen más ejemplos que los que aquí se exponen, aunque también existe un método más divertido: podrían ver la serie. Puede que les guste o que no les guste, pero al menos podrán comentar una de las series más laureadas y aclamadas de la época reciente.

La taza perfecta de café en Breaking Bad:

<http://weakinteractions.wordpress.com/2010/05/01/the-science-of-breaking-bad-sunset/>

Recopilatorio del genio Químico de Breaking Bad:

<http://www.today.com/entertainment/walter-whites-evil-genius-breaking-bad-8C11066150>

Extractos de Breaking Bad:

<http://cenblog.org/newscrips/2013/09/breaking-bad-aliquots/>

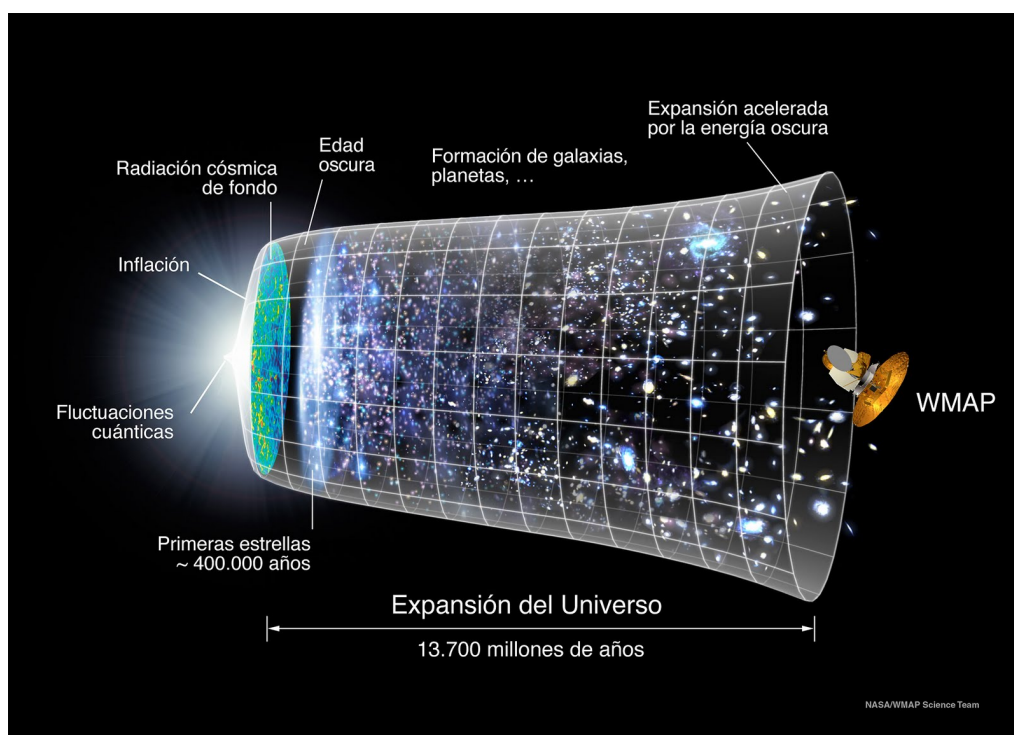
## Detectadas las ondas del primer instante del universo

Un equipo internacional de científicos ha detectado los sutiles temblores del universo un instante después de su origen. Un telescopio estadounidense en el mismísimo polo Sur ha logrado captar esas huellas en el cielo que suponen un espaldarazo definitivo a la teoría que mejor explica los primeros momentos del cosmos, denominada inflación y propuesta hace más de tres décadas. Esa inflación fue un crecimiento enorme y muy rápido del espacio-tiempo inicial y, a partir de ese momento, el universo siguió expandiéndose pausadamente, hasta ahora, 13.800 millones de años después. Es la teoría del Big Bang, pero con un complemento fundamental al principio de todo. Como dice Alan Guth, el científico estadounidense que propuso, a principio de los ochenta, la inflación cósmica, “exploramos el bang del Big Bang”.

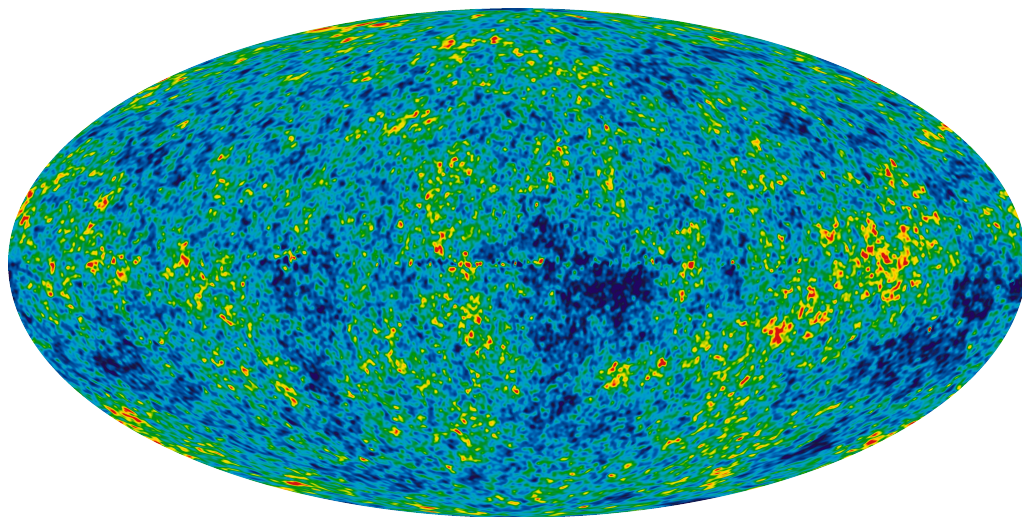
Se trata de la “tan buscada evidencia de que el universo sufrió una rápida inflación en los primerísimos momentos de su existencia”, señaló la revista Nature. “Si se confirma, esa firma de las ondas gravitacionales del Big Bang abrirá un nuevo capítulo en la astronomía, la cosmología y la física”.

Los científicos del telescopio de microondas BICEP2, instalado en la base antártica Amundsen Scott, presentaron ayer en Harvard los datos concluyentes, disparando la euforia y la emoción de muchos cosmólogos en todo el mundo que, por muy convencidos que estuviesen de que la inflación tenía que ser la explicación correcta de lo que pasó casi al principio, estaban a la espera de la prueba, imprescindible en ciencia, de que la naturaleza efectivamente funciona como ellos habían conjeturado. Y la prueba son las ondas gravitacionales primordiales, producidas por las llamadas vibraciones cuánticas en el espacio-tiempo, que se propagan por el universo a la velocidad de la luz y de las que hoy queda la leve firma en la radiación de fondo que permea todo el cielo.

“Se trata de la primera evidencia directa de la inflación cósmica”, anuncia el Centro Harvard-Smithsonian de Astrofísica, en EE UU. Son “las primeras imágenes de ondas gravitacionales, olas que se han descrito como los primeros temblores del Big Bang. Y confirman la profunda conexión entre la mecánica cuántica y la relatividad general”.



“La detección de estas señales es uno de los objetivos más importantes de la cosmología actual. Mucha gente ha trabajado mucho hasta llegar a este punto”, comentó John Kovac, líder del detector BICEP2. El propio Guth declaró a Nature: “Es una prueba nueva y totalmente independiente de que el panorama inflacionario encaja”. Y Andrei Linde, el físico ruso que se fue a trabajar a EE UU y que mejoró de modo definitivo la teoría de la inflación poco después de que Guth la propusiera, comentó que el



descubrimiento de estas ondas gravitacionales “es la parte de la historia que faltaba”. Y añadió, emocionado, en un vídeo de la Universidad de Stanford: “Este es un momento de la comprensión de la naturaleza de tal magnitud...”.

La teoría del Big Bang funciona bien y varias sólidas pruebas observacionales la respaldan, pero en realidad, arranca su historia del universo

un poco después del principio, un momento a partir del cual explica con éxito la expansión de las galaxias que observó Edwin Hubble en 1929, la formación de los elementos ligeros como el hidrógeno o la radiación de fondo (de cuando el universo tenía 380.000 años) remanente en el cielo, que es el resplandor de la época en que se formaron los primeros átomos.

Pero en su formulación clásica también tiene problemas y esas pegadas que soluciona son las que la inflación de Guth, primero, e inmediatamente después de otros físicos que mejoraron la idea inicial o propusieron variaciones de la misma. Las dos principales cuestiones que deja sin respuesta la teoría sin inflación son: ¿por qué el universo es tan homogéneo, tan igual se mire a donde se mire? y ¿por qué tiene la densidad justa? El problema de la homogeneidad significa que el universo es demasiado grande para que los extremos se hayan podido contagiar las propiedades: en el cosmos inicial habría variaciones de temperatura pero no habría dado tiempo a que alcanzaran un equilibrio. Como decía el cosmólogo Daniel Baumann en space.com, el hecho de que partes distantes del universo tuvieran la misma temperatura y densidad sin haber podido estar en contacto es un problema de la teoría del Big Bang sin inflación tan paradójico como que dos tazas de café, muy lejos una de otra y sin posibilidad de haber estado juntas, tengan exactamente la misma temperatura. Con la inflación, las dos tazas son producto de la misma máquina de café hecho al mismo tiempo, y ese crecimiento exponencial del universo en los primeros instantes las separa a velocidad superior a la de la luz (por la expansión del espacio tiempo, no porque nada supere ese límite de velocidad).

El problema de la densidad exacta o de por qué tiene una geometría plana (o casi) es enigmático, porque si al principio hubiera habido un poco más de materia, habría colapsado casi inmediatamente y si hubiera habido un poco menos, la expansión resultante habría impedido la formación de galaxias y estrellas...

La inflación soluciona ambos problemas partiendo de que la gravedad, en determinadas condiciones actúa con una fuerza repulsiva, en lugar de atractiva, y utiliza mecanismos clave de la mecánica cuántica. “Partimos de un poquito de universo primitivo, algo muy pequeño, algo que podría ser mil millones de veces más pequeño que un protón, pero que podría tener esa materia gravitatoriamente repulsiva”, explicó hace unos años Guth a EL PAÍS. “Entonces empieza a expandirse exponencialmente, duplicándose de tamaño muy rápidamente, por lo menos un centenar de veces. Al final de ese proceso de inflación, todo el universo, o la región del cosmos que evolucionará hasta convertirse en el cosmos observable actual, sería mucho más grande que antes de ese crecimiento tremendo. Aun así no tendría más de un centímetro de diámetro. Y a partir de ese momento, la repulsión gravitatoria deja de actuar y continúa la expansión normal hasta ahora”. Todo ello en una fracción mínima de segundo.



# DIVULGACIÓN

Y ese proceso de crecimiento acelerado genera unas vibraciones que acaban siendo en el universo ondas gravitatorias (como pinzamientos del espacio-tiempo que se estiran y encogen) cuya huella han detectado ahora los científicos con el telescopio BICEP2 en la radiación de fondo de microondas.

Como dicha radiación es una forma de luz, muestra todas sus propiedades, incluida la polarización, explica el centro Harvard- Smithsonian. “Nuestro equipo busca un tipo especial de polarización denominado B-modes que representa un patrón de giro o rizo en las orientaciones polarizadas de la antigua luz”, explicó Jamie Bock, uno de los científicos del equipo.

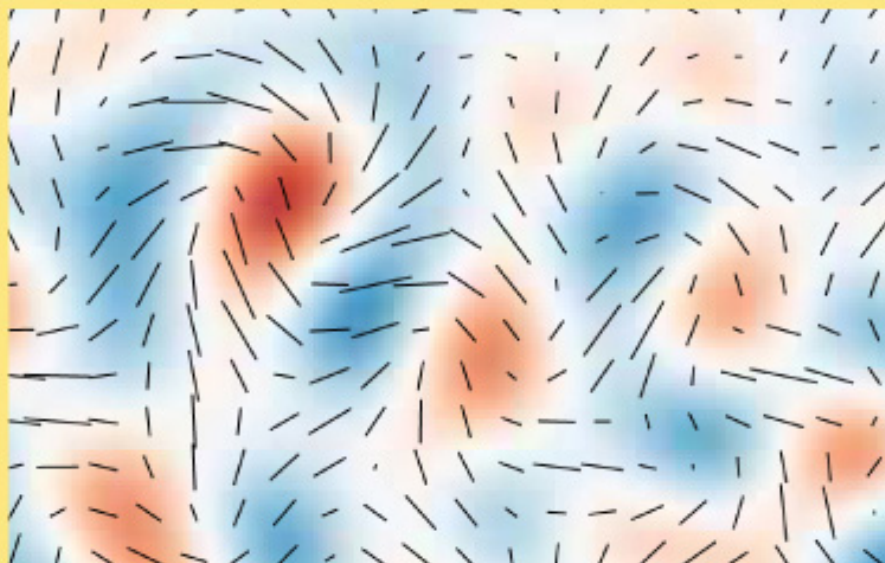
Los expertos del prestigioso Instituto de Tecnología de California miembros del BICEP2, explican que “con la inflación, minúsculas fluctuaciones cuánticas del universo inicial se amplificaron enormemente y este proceso creó ondas de densidad que generaron pequeñas diferencias de temperatura en el cielo, puntos de mayor densidad que acabaron condensándose en galaxias y grupos de galaxias; pero la inflación también habría producido ondas gravitacionales primordiales, arrugas en el espacio-tiempo propagándose por el universo”. La huella de estas ondas en la radiación de fondo de microondas es lo que han descubierto los científicos de BICEP2, y con una señal más fuerte de lo que muchos esperaban. El equipo ha estado más de tres años analizando los datos para descartar cualquier error, incluido el efecto del polvo de la Vía Láctea, que podría dejar una señal similar, pero que ha sido descartado.

¿Y cuándo fue todo eso? Si se compara la historia del universo con la vida de una persona, la teoría del Big Bang clásica, sin inflación, empieza en el momento en que el niño está en la maternidad, recién nacido. Con la inflación se remonta al estado de embrión”, señalaba Guth.

*Publicado en la edición digital de El País 17-3-2014*

## 2014: EVIDENCE INFLATION REALLY HAPPENED

In 2014, the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics announced the first direct evidence of inflation. By examining the map of Cosmic Microwave Background radiation, astronomers found a faint but distinctive **curling pattern**. This pattern, called B-mode polarization, is thought to have been generated by gravitational waves at the time of inflation.

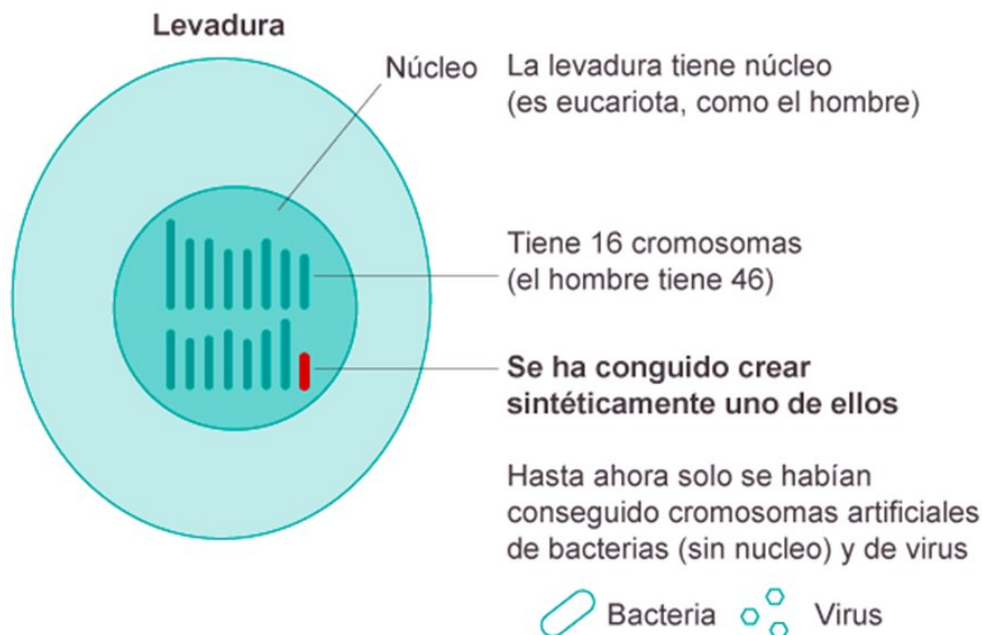


SOURCES: NASA; HARVARD-SMITHSONIAN CENTER FOR ASTROPHYSICS; OHIO STATE UNIVERSITY; ALAN GUTH, "THE INFLATIONARY UNIVERSE," BRIAN GREENE, "THE HIDDEN REALITY: PARALLEL UNIVERSES AND THE DEEP LAWS OF THE COSMOS"; LAWRENCE M. KRAUSS, "A UNIVERSE FROM NOTHING."

KARL TATE / © Space.com

## La vida artificial ya está aquí

### CREACIÓN DE UN CROMOSOMA ARTIFICIAL



Científicos de varias universidades norteamericanas y europeas han logrado “el monte Everest de la biología sintética”, como dicen los editores de Science: el primer cromosoma eucariótico fabricado en el laboratorio. Se trata de un cromosoma de levadura, el hongo que se usa para hacer cerveza, pan, biocombustible y la mitad de la investigación sobre los organismos eucariotas, como nosotros. La capacidad de introducirle un cromosoma sintético a ese organismo permitirá mejorar todo lo anterior, como hacer

biocombustibles más sostenibles para el entorno o diseñar nuevos antibióticos, además de un nuevo continente de investigación sobre la pregunta del millón: cómo construir el genoma entero de un organismo superior. La reconstrucción de un neandertal, por ejemplo, sería imposible sin este paso esencial.

La biología sintética es una disciplina emergente que trata no ya de modificar organismos, sino de diseñarlos a partir de principios básicos. En los últimos cinco años ha logrado avances espectaculares, como la síntesis artificial del genoma completo de una bacteria y varios virus. Pero esta es la primera vez que consigue fabricar un cromosoma completo y funcional de un organismo superior, o eucariota (una célula buena, en griego, la que forma los humanos). El consorcio liderado por Jef Boeke, director del Instituto de Genética de Sistemas de la Universidad de Nueva York, presenta su rompedor resultado en la revista Science.

“Nuestra investigación mueve la aguja de la biología sintética desde la teoría hasta la realidad”, dice Boeke, uno de los pioneros de este campo. “Este trabajo representa el mayor paso que se ha dado hasta la fecha en el esfuerzo internacional para construir el genoma completo de una levadura sintética”.

Boeke empezó este proyecto hace siete años en otra universidad, la Johns Hopkins de Baltimore, enrolando a 60 estudiantes universitarios en un proyecto llamado Build a genome (construye un genoma). Las técnicas para sintetizar ADN han mejorado mucho en la última década, pero suelen producir tramos bastante cortos de secuencia, no mucho más allá de 100 o 200 letras (tgaagcct...). Los estudiantes se ocuparon de ir pegando esas secuencias sintéticas en tramos cada vez mayores. El cromosoma final mide cerca de 300.000 letras.

Que un hito científico se refiera a la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), un hongo unicelular que ya utilizaban los antiguos egipcios para hacer la cerveza, parece una buena paradoja o un mal chiste, pero no es así. La división fundamental entre todos los seres vivos de la Tierra no es la que existe entre plantas y animales, ni entre microorganismos y especies grandes o macroscópicas: es entre procariontes (bacterias y arqueas) y eucariotas (todos los demás, incluidos nosotros).

Y lo importante de la levadura es que, por mucho que sea un organismo unicelular, cae en nuestro lado de la barrera. No es exagerado decir que la mayor parte de lo que sabemos sobre la biología humana se debe a la investigación de este familiar hongo de apariencia modesta. La levadura tiene unos 6.000 genes, y comparte un tercio de ellos con el ser humano, pese a los 1.000 millones de años de evolución que nos separan.

Los cromosomas son los paquetes en que se reparte el genoma de los organismos superiores, o eucariotas. Son mucho más que un trozo de ADN: están empaquetados en complejas arquitecturas formadas por centenares de proteínas que interactúan con el material genético, como las histonas. Están dotados de un centrómero, la maquinaria especializada en distribuir una copia del genoma a cada célula hija en cada ciclo de división celular; y sus extremos están protegidos por unos sistemas singulares, los telómeros, que garantizan la integridad de la información genética en cada ciclo de replicación. De ahí que el logro actual vaya mucho más allá que la síntesis del genoma de una bacteria que se había logrado hasta ahora.

Los humanos tenemos el genoma dividido en 23 cromosomas (o pares de cromosomas); la levadura lo tiene distribuido en 16, y los científicos se han centrado en el más pequeño de ellos, el número 3. Han extraído al hongo su cromosoma 3 natural y lo han sustituido por su versión sintética, llamada synIII, que cubre las funciones de su colega natural pese a estar extensivamente alterado con toda clase de elementos artificiales diseñados para facilitar su manipulación en el futuro inmediato.

## **La fabricación de antibióticos es actualmente obra de microorganismos**

Que el cromosoma sintético funcione en su entorno natural, una célula viva de levadura, es el verdadero hito del trabajo, según los investigadores. “Hemos mostrado”, dice Boeke, “que las células de levadura que llevan el cromosoma sintético son notablemente normales; se comportan de forma casi idéntica a las levaduras naturales, salvo por que ahora poseen nuevas capacidades y pueden hacer cosas que sus versiones silvestres no pueden hacer”.

La versión natural del cromosoma 3 de *Saccharomyces cerevisiae* tiene 316.667 bases (las letras del ADN a, g, t, c). La versión sintética es un poco más corta, con 273.871 bases, como consecuencia de las más de 500 alteraciones que los científicos han introducido en él. Entre estas modificaciones se encuentra la eliminación de muchos tramos de ADN repetitivo que no tienen función alguna, ya estén situados entre un gen y otro (secuencias intergénicas) o dentro mismo de los genes (intrones).

También han eliminado los transposones, o genes que saltan de una posición a otra en el genoma de todos los organismos eucariotas. El cromosoma artificial synIII también lleva muchos tramos de ADN añadidos por los investigadores. El número total de cambios de un tipo u otro se acerca a los 50.000, pese a lo cual el cromosoma sintético sigue siendo funcional.

Pese a sus evidentes implicaciones para la biología fundamental —¿puede construirse el genoma de un organismo superior, incluido el ser humano, a partir de compuestos químicos sacados de un bote de la estantería?—, el proyecto tiene sobre todo objetivos aplicados. Y no solo en las áreas industriales, como la fabricación de pan y bebidas, en las que este organismo se ha utilizado siempre.



## Ya ha habido virus y bacterias de laboratorio

Una de las aplicaciones que resaltan los autores es la mejora en la manufactura de medicinas como la artemisina para la malaria o la vacuna para la hepatitis B. Como la mayoría de los antibióticos provienen de hongos, y la levadura es uno de ellos, también cabe predecir avances en el diseño y producción de estos medicamentos.

Más a largo plazo, las levaduras sintéticas pueden facilitar la síntesis de medicamentos anticancerosos como el Taxol, cuya vía de síntesis es tan complicada e implica a tantos genes que supone un formidable escollo para las tecnologías convencionales. En un área industrial muy distinta, esta tecnología, según esperan sus autores, servirá para desarrollar biocombustibles más eficaces que los actuales, entre ellos alcoholes como el butanol, y también diésel de origen biológico.

Y, por supuesto, synIII es solo el primero de los 16 cromosomas de la levadura que los investigadores logran sintetizar. Los intentos de repetir la hazaña con los otros 15 cromosomas ya están en proyecto, y forman parte de un programa internacional llamado Sc 2.0 que implica a científicos de Estados Unidos, China, Australia, Singapur y el Reino Unido. En el nombre del proyecto, Sc es por *Saccharomyces cerevisiae*, el nombre científico de la levadura de la cerveza, y el 2.0 quiere enfatizar lo mucho que los seres vivos están a punto de parecerse a cualquier otro desarrollo tecnológico. El objetivo es construir un genoma completo de levadura, o el primer organismo complejo sintetizado en el tubo de ensayo.

Echando la vista más hacia el futuro, cabe especular sobre la resurrección de especies extintas como el mamut o el neandertal, cuyos genomas ya han sido secuenciados a partir de sus restos fósiles. Si estos proyectos llegan a abordarse alguna vez, tendrán que basarse en una técnica similar a la que Boeke y sus colegas acaban de poner a punto para este engañosamente simple hongo que tan servicial ha resultado a la especie humana desde los albores del neolítico.

***Publicado en El País, edición digital, 28-3-2014***

En el próximo número de Molécula...

El número de mayo, como en años anteriores, será monográfico y dedicado al simposio de **Ciencia Joven**



**REVISTA**  
**MOLÉCULA**  
Revista de la Facultad de Ciencias y Tecnologías Químicas  
Universidad de Castilla La Mancha

