

## Entrevistamos a ...

Es un placer poder entrevistar en este número al Prof. Diego Cazorla Amorós, al que la mayoría de vosotros ya conocéis. A modo de presentación, indicar que el Prof. Cazorla es Catedrático de Química Inorgánica y miembro del Departamento de Química Inorgánica y del Instituto Universitario de Materiales (IUMA) en la Universidad de Alicante, donde ha ocupado cargos como Director del Departamento de Química Inorgánica, Director del Instituto Universitario de Materiales y Coordinador de Calidad de la Investigación en la Universidad de Alicante. Es el director del Grupo de Investigación Materiales Carbonosos y Medioambiente y un miembro muy activo del Grupo Español de Carbón, del que ha sido presidente entre los años 2011-2015. Quizás es menos conocido que bajo su dirección se ha desarrollado y patentado un equipo para realizar medidas de adsorción a alta presión en materiales, siendo socio fundador de la start-up G2MTech, que construye y distribuye este equipo (vendido como iSorb HP1/HP2) a nivel mundial en colaboración con Anton Paar (antes Quantachrome Co). Es asesor de diferentes empresas como Mindtechengineering (dedicada a la producción de supercondensadores y baterías de iones de litio) y Química del Nalón, una de las empresas carboquímicas más importantes de España, y ha colaborado intensamente con centros de investigación de excelencia relacionados con los materiales de carbono en Francia, Alemania, Japón, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, Bélgica, Luxemburgo y Estados Unidos. Como resultado de su estrecha interacción con la ciencia y la tecnología de los materiales de carbono en Japón, recientemente fue elegido miembro del consejo asesor de un proyecto conjunto Japón-Europa. Muchas gracias por tu tiempo, Diego.

### ***¿Puedes comenzar resumiéndonos cuales son las líneas de investigación en las que actualmente se centra tu investigación?***

Mis actividades se han centrado en la preparación de materiales para aplicaciones en energía y protección del medio ambiente y en la mejora de procesos químicos, abarcando, entre otros, los siguientes campos: preparación y caracterización de materiales de carbono, zeolitas y materiales compuestos, películas delgadas, rellenos, monolitos y membranas; catálisis heterogénea, electrocatálisis y fotocátalisis; eliminación de contaminantes; caracterización de materiales mediante técnicas basadas en radiación sincrotrón (SAXS, XAFS, SANS, LAD); fundamentos de la adsorción de gases a bajas y altas presiones; almacenamiento de metano e hidrógeno; almacenamiento de energía eléctrica (supercondensadores y baterías); sistemas de detección (sensores y biosensores) y química computacional.

### ***Tres cuestiones, basadas en tu experiencia y visión general sobre los materiales de carbono, ¿dónde consideras que ahora mismo están los verdaderos "hot topics" para estos materiales?***

### ***¿Cuáles son los retos que se tiene que abordar en el futuro más próximo? ¿Qué problemas inmediatos deben resolver los materiales basados en carbono?***

Recomiendo la lectura de los artículos que, desde 2016, publican Editores de la revista Carbon, en concreto, el titulado "Carbon science perspective in 2022: Current research and future challenges". Estos artículos recogen de forma bastante completa los principales desafíos en investigación en materiales carbonosos.

En mi opinión, es necesario seguir trabajando con mayor intensidad en el almacenamiento y conversión de energía renovable para contribuir a la descarbonización del sistema energético. La investigación y desarrollo en estos campos son necesarios para sustituir los combustibles fósiles por energía renovable. Dentro de los diferentes campos de estudio, estoy muy interesado en los dispositivos electroquímicos, como supercondensadores, baterías y pilas de combustible. Otros temas que me llaman mucho la atención son el desarrollo de sensores y biosensores o la fotocátalisis.

En todas estas aplicaciones juegan un papel destacado los materiales carbonosos y, en concreto, sus propiedades eléctricas, texturales y de química superficial. Es necesario comprender la reactividad electroquímica y la naturaleza de los sitios activos para todas las reacciones que pueden suceder. En este sentido, creo que se puede tener una buena muestra de la investigación realizada hasta el momento si se revisan las publicaciones de grandes investigadores en esta área y, aunque históricamente estas propiedades han sido objeto de estudio en el área de la Ciencia de los Materiales de Carbón, sigue siendo un campo muy atractivo en el que aún existen muchos aspectos por abordar. Además, con la ayuda de técnicas experimentales mejoradas y el modelado computacional (cada vez con herramientas más accesibles), será posible avanzar con mayor rapidez.

Existen muchas otras áreas donde la investigación básica es necesaria, como es el caso de la síntesis de nuevas formas de materiales de carbono combinando, a escala nanométrica, las ya existentes o creando nuevas estructuras. En este campo, al igual que en los anteriores, el modelado computacional será de gran ayuda (incluyendo las herramientas de inteligencia artificial).

Finalmente, hay que prestar más atención a la fabricación y aplicación de los materiales carbonosos. Ya existen materiales con propiedades muy interesantes e, incluso, procesos con unos resultados muy positivos, pero principalmente a nivel de laboratorio, por lo que es necesario estudiar si estos materiales pueden ser aplicados a mayor escala y si su fabricación entra dentro de los parámetros de la sostenibilidad y economía circular.

Sobre los problemas inmediatos que deben resolver los materiales de carbono, tendríamos que

reflexionar sobre el grado de inmediatez. Pienso que desde hace mucho tiempo los materiales de carbono son muy útiles y están contribuyendo a resolver problemas concretos; por ejemplo, los carbones activados y su uso en las estaciones de tratamiento de agua potable o en tratamiento de emisiones de gases, o los materiales carbonosos en las baterías de ion Li.

Si miramos hacia el futuro próximo, los materiales carbonosos serán determinantes en nuevas baterías que puedan complementar a las de Li, en las pilas de combustible y en el tratamiento más eficiente de contaminantes.

***Pensando en “modas” en el ámbito de la investigación, ¿te llama la atención alguna línea ó temática que fuera importante en tus inicios como investigador, que se “abandonara”, y que recientemente se haya retomado?***

Creo que hay muchas. En realidad, no líneas que se abandonaran completamente y ahora se retomen, pero sí se dejó de trabajar mucho en algunas y ahora han vuelto a la primera línea de las publicaciones y desarrollos tecnológicos. Por poner algunos ejemplos, la síntesis de carbones activados a partir de residuos agrícolas, que en este momento está suscitando mucho interés en las industrias, o los procesos de gasificación de este tipo de materiales. De hecho, esto demuestra que los temas de investigación son cíclicos, aunque estos ciclos cada vez tienen mayor intensidad en el conocimiento alcanzado. Realmente esto pone de manifiesto la importancia de leer y hacer una revisión profunda de la bibliografía, no limitándose a los últimos años, ya que esto nos permitirá conocer lo que ya se sabía, y decidir en qué se puede contribuir para ampliar el conocimiento básico y aplicado.

***Teniendo en cuenta tu conocimiento de la investigación a nivel internacional en nuestro ámbito Carbon, nos gustaría preguntarte tu opinión sobre cuáles son los puntos fuertes de la investigación que se desarrolla en nuestro país y en nuestro grupo.***

En España y en el GEC el nivel de investigación en los materiales de carbón y en sus aplicaciones es muy alto, en todos sus ámbitos. Hay grupos muy potentes en síntesis de materiales nanoestructurados y en sus aplicaciones. Por tanto, nuestro nivel sigue siendo comparable al de otros países o grupos relacionados con los materiales carbonosos.

***No se nos olvida que para poder investigar es necesario contar con la adecuada financiación y, en este sentido, cuentas con tu perspectiva como investigador principal de proyectos, ¿qué se podría mejorar respecto a la financiación de I+D+I en España y cómo piensas que podría hacerse esto?***

Opino que lo más importante es que exista un

programa bien claro y bien detallado que aborde la incorporación de investigador@s al sistema público de investigación, para que las personas que aspiren a desarrollar su carrera profesional en este ámbito, conozcan el camino que deben seguir para conseguir una posición estable en un tiempo razonable, y no cerca de su edad de jubilación.

***En tu caso, además, cuentas con una dilatada trayectoria como investigador principal de proyectos con empresas y con un buen número de patentes, por ejemplo y, de hecho, recientemente esta actividad ha sido reconocida con un Sexenio de Transferencia. ¿Como ves la evolución en España de la investigación más aplicada? y ¿qué medidas, posiblemente fiscales o económicas, piensas que se podrían promover o poner en valor, de cara a favorecer la transferencia de conocimiento al sector productivo?***

Posiblemente la Política Científica de los últimos años ha “obligado” a que la investigación tenga un cariz más aplicado. De hecho, resulta más probable conseguir financiación si los proyectos se ajustan, en mayor o menor medida, a alguno de los retos que se proponen en las convocatorias. Por tanto, y en ese sentido, la investigación en España está orientándose cada vez más a la aplicación. Esto, además, se une a las convocatorias específicas en las que intervienen empresas, centros tecnológicos y centros de investigación y universidades.

Dicho esto, sigue siendo muy difícil transferir la investigación que hacemos a las empresas, y la responsabilidad de esto recae en ambos. Posiblemente l@s investigador@s no sabemos hacer esto bien, y las empresas habitualmente esperan otras cosas de nosotr@s como, por ejemplo, el que podamos proporcionarles un proceso terminado o un producto ya escalado en breve espacio de tiempo.

***Seguro que much@s de nostr@s lector@s tienen curiosidad por conocer cómo surgió la idea de patentar un equipo para realizar medidas de adsorción a alta presión en materiales y cuáles son los principales retos a los que hay que “enfrentarse” para fundar una start-up...***

Nosotros llevábamos tiempo trabajando en almacenamiento de gases a alta presión con una balanza que funcionaba hasta 40 bares, centrándonos sobre todo en metano y dióxido de carbono. Nuestro siguiente objetivo, que era trabajar en almacenamiento de hidrógeno, requería alcanzar, al menos, presiones de hasta 200 bares. Los sistemas experimentales que se vendían para esto eran sumamente caros y, como no teníamos dinero suficiente, decidimos construir un equipo y un procedimiento de cálculo que pudiera tener esas características... En este caso la falta de financiación nos hizo buscar nuestras propias soluciones.

En ese momento, y en colaboración con Enrique Gadea, comenzamos a pensar cómo diseñar un equipo que pudiera funcionar en condiciones de alta

presión y a distintas temperaturas. Realmente, este diseño implicó no solo la construcción del equipo, sino plantear las ecuaciones para determinar las cantidades adsorbidas teniendo en cuenta las zonas frías y calientes y hacer los cálculos en condiciones de gases reales. Una de nuestras ventajas es que podíamos contrastar los resultados del equipo que estábamos construyendo con las medidas de la balanza a alta presión. De esa manera, conseguimos hacer un equipo y un software con el que podíamos hacer las medidas de adsorción a alta presión de forma correcta.

El uso de estos equipos nos llevó a empezar a publicar artículos sobre almacenamiento de hidrógeno a alta presión que fueron bastante interesantes, y una empresa, Quantachrome, se interesó por la idea y nos propuso que fuéramos nosotros los que fabricáramos los equipos para ellos. De aquí surgió la idea de la empresa de base tecnológica.

Respecto a los retos, efectivamente los retos a la hora de fundar una empresa de base tecnológica fueron muchos ya que, en general, no se cuenta apenas con ayuda. Los primeros años fueron especialmente duros, y los socios fundadores tuvimos que hacerla realidad a costa de nuestro dinero personal y de una gran implicación, pero se completó el diseño del equipo, éste se empezó a vender, y ahora se trata de un equipo que está consolidado.

***Pensando en todas las vertientes de la investigación que aboradas, ¿puedes compartir con nosotr@s algún logro científico que te haya proporcionado una gran alegría/orgullo?***

Creo que no hay ningún logro concreto porque, en general, me gusta mucho toda la investigación que realizo. De hecho, cuando trabajamos en un artículo y lo enviamos a publicar, tengo una gran ilusión, como la sigo teniendo con todos. Quizás mi mayor alegría y orgullo es el trabajar y haber trabajado con personas con las que he tenido y tengo una excelente relación personal.

***Quisiéramos conocer algo más sobre tu actividad docente. Como docente universitario, ¿puedes comentarnos tu opinión sobre los cambios más importantes que ha vivido la universidad española en los últimos años y los retos a los que se enfrenta? En concreto, además, ¿Cuáles crees, que son los retos a los que nos enfrentamos actualmente los docentes universitarios?***

Realmente el cambio más importante en la docencia, y otros ámbitos, es la burocracia. Ahora tenemos muchas más tareas burocráticas que antes. Pero desde el punto de vista del trabajo docente, este no ha cambiado mucho. Pienso que la labor más importante del profesor de universidad es la de poder enseñar a aprender a los alumnos que cada curso académico encontramos en el aula. Y es una gran satisfacción observar la evolución de los alumnos durante el curso académico. Sí me preocupa que la importancia de la docencia para el profesor

esté, cada vez más, un poco más relegada por la investigación. El profesor debe investigar para poder enseñar correctamente, pero debe enseñar para poder transmitir este conocimiento y para que el alumno pueda aprender a desarrollar sus propias competencias.

***¿Qué consejo le darías a un@investigador@joven que está empezando su carrera investigadora (haciendo la Tesis)? ¿y haciendo un postdoc?***

El consejo que le daría a un investigador joven que está haciendo su tesis es que disfrute, porque la tesis le va a permitir obtener el grado de doctor, el mayor grado académico que una persona puede conseguir, y que quede satisfecho del trabajo. Cuando eres doctor tienes muchas opciones profesionales, porque tienes los títulos de graduado, máster y doctor. Y se puede empezar una etapa formativa postdoctoral si se está interesado en la carrera investigadora o trabajar en empresas, centros tecnológicos, etc.

Respecto a los investigadores postdoctorales, les diría lo mismo. Si han decidido hacer de la carrera investigadora su carrera profesional, que la disfruten, y que aprendan mucho, sobre todo cosas nuevas, que aprovechen la oportunidad y hagan cosas diferentes a las que desarrollaron durante su tesis doctoral.

***Y, teniendo en cuenta el sistema actual, en el que el número de publicaciones tiene un peso tan importante, nos gustaría conocer tu opinión y qué correcciones harías del mismo, pensando además en l@s investigador@s jóvenes y en su estabilización profesional.***

Yo, en general, intento publicar mis artículos en revistas que me gustan y en las que creo que esos trabajos van a poder ser leídos por mucha gente que trabaja en algo similar, sin mirar el impacto.

Es cierto que hoy en día el número de publicaciones y su impacto tienen muchísima importancia, pero parece que va a haber cambios en la política científica. Las corrientes a nivel europeo y en Estados Unidos parecen indicar que, más que el número y el impacto, se va a valorar la repercusión y la calidad de las publicaciones en su conjunto.

***Diego, ¿nos puedes hablar sobre tu rol como miembro del consejo asesor de un proyecto conjunto Japón-Europa y cómo surgió este “encargo”?***

Yo colaboro con investigadores japoneses desde 1990 cuando hice una estancia durante mi tesis doctoral en la Universidad de Tohoku en Sendai. Desde entonces colaboro frecuentemente; hemos tenido proyectos conjuntos y hemos tenido relación con, al menos, 6 centros de investigación/universidades japonesas. A mí, personalmente, me parece el lugar más atractivo para colaborar, pero está muy lejos...

En el caso concreto de este proyecto Japón-Europa, mi labor es seguir la evolución del proyecto en las reuniones que organizan, opinar sobre los resultados y presentar alguna que otra conferencia.

***Ya para terminar, y por curiosidad, ¿puedes indicarnos a cuantos congresos del GEC y Carbon Conference has asistido durante tu trayectoria investigadora?***

Creo que he participado en casi todas las conferencias del Grupo Español del Carbón y también, como doctorando, participé en las conferencias previas en las que se gestó la fundación del GEC. De estas conferencias previas recuerdo especialmente mi asistencia con Ángel Linares y la participación de investigadores como Francisco Rodríguez Reinoso, Juan Rodríguez, José Luis Miranda, Rafael Moliner,...

Respecto a los congresos internacionales de Carbon comencé a participar en 1989, y, precisamente de ese año, tengo una anécdota curiosa. La primera comunicación que envié fue en el año 1989, pero como en esa época no teníamos dinero para asistir al congreso, el profesor Ljubisa Radovic la presentó por nosotros. Desde esa época he participado en un buen número de conferencias *Carbon*....

Diego, te agradecemos enormemente tu tiempo y tu disponibilidad. Muchas gracias por haber compartido con nosotr@s estas reflexiones tan interesantes.