

Grupo de Altas Presiones. (Universidad Complutense de Madrid)

Altas presiones bajo el microscopio

Aportar conocimiento científico sobre el que basar el uso de las técnicas de alta presión motiva el trabajo de investigación de este grupo de químicos de la Complutense

Al modificar las condiciones de temperatura y presión a las que se somete un material, éste se transforma. Hasta aquí parece sencillo; sin embargo si lo que manejamos son altas presiones (de decenas a cientos de miles de atmósferas), ese proceso de transformación de la materia es enormemente complejo, y, por ello, está relativamente poco estudiado. Para tratar de terminar con algunas de las lagunas de este campo trabaja el Grupo de Altas Presiones de la Universidad Complutense, aportando base científica a una técnica que puede dar lugar a un sinfín de aplicaciones, desde materiales superduros o polímeros a tecnología de alimentos y materiales de interés biológico.

Patricia Serrano Antolín

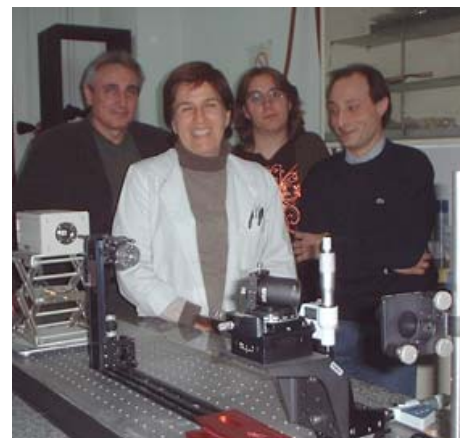
La dificultad de la investigación en altas presiones no es sólo obtenerlas, sino que, según explica el coordinador del grupo, Javier Núñez Delgado, “el problema está en cómo estudiar lo que sucede dentro del recinto donde se generan”.

Ese recinto está en la denominada célula D.A.C. (Diamond Anvil Cell [celda-yunque de diamante]), una especie de cápsula de acero de unos 6 cm de altura y 3 de diámetro, que se compone de dos partes, en cada una de las cuales se encuentra anclado un diamante pulido en su punta (yunque). Entre los yunques se coloca una pieza metálica que se perfora para crear el recinto en el que se alojará la muestra. El tamaño del líquido o sólido que se va a someter a alta presión es de unas 200 micras de diámetro y unas 100 micras de espesor, porque para generar muy altas presiones “se necesita tener un volumen muy pequeño y materiales muy duros que lo aprieten”. Y para observar lo que sucede en ese minúsculo espacio se valen de la microscopía de alta resolución, así como de otras técnicas diseñadas por ellos mismos, incluyendo las propias celdas.

Con la D.A.C., este grupo de químicos de la Complutense trata de establecer las ecuaciones de estado, transiciones de fase y posible reactividad de los líquidos y sólidos que se someten a alta presión. “Se sabe lo que se tiene al principio y lo que resulta tras apretar, pero no qué es lo que ha pasado en el camino”. “Entender eso es un poco nuestra misión”, afirma Valentín García Baonza, uno de los investigadores.

Su trabajo en esta línea de investigación –también hacen diseño de células y técnicas de estudio, espectroscopia Raman en alta presión y difusión de luz dinámica- se enmarcaría dentro de la investigación básica, aunque con posibilidades de servir de base para aplicaciones “tremendamente interesantes” en muy variadas disciplinas, pertenecientes al ámbito de la Química, la Física, la Biología y la Geología.

La alta presión se viene estudiando desde hace aproximadamente un siglo, “que es realmente muy poco tiempo”, por lo que a medida que se vayan conociendo mejor



De izquierda a derecha: Javier Núñez Delgado, coordinador del grupo, Mercedes Cáceres, Mercedes Taravillo y Valentín García Baonza, detrás de uno de los aparatos que han desarrollado en la Complutense para el estudio de la alta presión.

La alta presión es una técnica que, aunque joven, presenta ya importantes posibilidades de aplicación

todos los aspectos relacionados, más terrenos pueden ser susceptibles de incorporarla.

Nuevos materiales

La obtención del diamante sintético en los años 50, conseguida por la empresa General Electric mediante una técnica de alta presión ha propiciado enormemente la investigación en este terreno en general, y en su aplicación a la síntesis de nuevos materiales, en particular. Según comenta García Baonza, “se puede decir que el diamante hizo despegar esto de alguna manera”.

Así, la alta presión se ha revelado como una de las técnicas más efectivas a la hora de obtener materiales superduros. Al someter los materiales a semejantes fuerzas, se comprimen de forma que es posible crear nuevos enlaces o alcanzar una diferente disposición molecular o atómica con nuevas propiedades. Ese es un campo con “mucho interés, porque las nuevas tecnologías necesitan de materiales con propiedades diferentes y que sean muy duros, para innumerables aplicaciones, desde herramientas hasta cohetes.”

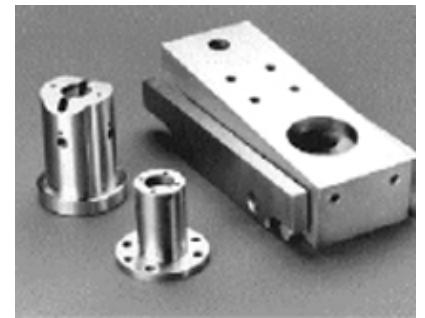
Y no sólo dureza. Al modificar la presión también se pueden transformar la conductividad de un material, es decir, sus características electrónicas. De hecho, la alta presión siempre ha estado íntimamente ligada al estudio de los semiconductores y los superconductores. “Hay cosas que con la temperatura no puedes conseguir, pero sin embargo con la presión existe la posibilidad. Es una alternativa a muchas cosas que está muy poco explorada”, añade Mercedes Cáceres, otra investigadora del grupo.

Uno de los compuestos con que trabaja este grupo es un derivado del acetileno. Existe un reciente interés en el estudio de este tipo de moléculas, y otras caracterizadas por la presencia de enlaces múltiples, ya que al someter a presión estos sistemas se pueden romper algunos de estos enlaces, creándose una estructura tridimensional. En muchas ocasiones, el nuevo material formado, además de adquirir una dureza elevada, es un material (normalmente un polímero) de alto contenido energético, es decir, que almacena mucha energía susceptible de ser aprovechada posteriormente. “Y, por ahora, algunos de ellos sólo se han conseguido a través de la alta presión”, recalca Mercedes Taravillo, también investigadora del grupo.

Aplicaciones en Ciencias de la Salud y otros campos

Al modificar la estructura molecular de los compuestos, esta herramienta puede ser también de gran utilidad en la síntesis de nuevos compuestos orgánicos, incluidos nuevos fármacos, ya que es la conformación de la molécula, en muchos casos, lo que determina que un fármaco actúe o no sobre el causante de una enfermedad. “Al aplicar calor se obtiene, por ejemplo, un 1% de una determinada desviación de la estructura que necesitas, pero, tal vez si se aplica presión, se obtiene un 70%”.

Muchas aplicaciones, quizá las más llamativas, están inseparablemente relacionadas con el estudio del agua, ya que, sistemas con un alto contenido de agua, si se someten a una determinada presión, se pueden mantener a temperaturas por debajo de 0° C sin que congelen. De hecho, algunos investigadores creen que sería posible aplicar las altas presiones a la conservación



Diamond Anvil Cell

Trabajan para entender los fenómenos desde un punto de vista fundamentalmente científico, o como ellos dicen en “lo menos llamativo”

de órganos. En efecto, como es bien sabido, el hielo que conocemos (hielo I) es menos denso que el agua, lo que determina que la curva de equilibrio agua-hielo I tenga un comportamiento contrario al de la mayoría de los compuestos. “En casi todas las sustancias, para pasar de una fase a otra, a mayor temperatura, necesitamos mayor presión para conseguir la transformación, mientras que en el caso del agua es al contrario, pues permanece líquida hasta unos 25 grados bajo cero si la mantenemos bajo presión de unas 2000 atmósferas”.

En las Ciencias de la Salud, y otros campos afines, la alta presión se empieza a utilizar “un poco por prueba y error”, dada la complejidad de los sistemas bajo estudio. Este es un campo de investigación muy activo, pero que aún presenta muchos problemas porque “el efecto de la presión en el agua no está bien entendido, y mucho menos en las disoluciones acuosas y en los tejidos vivos”. Mediante el estudio del comportamiento del agua en algunas zonas del diagrama de fases “intentamos aportar un granito de arena para entender esas cosas”.

El año pasado, estudiaron cómo se asocian las moléculas de metanol líquido bajo alta presión. Se trata de “una referencia muy buena porque es un indicador de lo que le puede pasar al agua, y entender los mecanismos de asociación de las moléculas de agua en diferentes condiciones de presión y temperatura es uno de los retos científicos actuales”.

Junto a las aplicaciones en nuevos materiales y ciencias de la salud, también las áreas de tecnología de alimentos, estudio de terremotos, Física planetaria, Petrología y Minerología, y el estudio del núcleo terrestre y de sistemas acuosos se verán muy favorecidas del desarrollo de la ciencia de las altas presiones. En todo ello, el papel de este grupo de la Complutense “está en el terreno de aportar ideas, explicar, dar conocimientos y promover la alta presión como una herramienta que hay que empezar a implementar”.

Dentro de la D.A.C.

A la hora de comenzar un experimento con la célula-yunque, el primer paso consiste en introducir la muestra en el recinto que se ha creado perforando la placa metálica, y que se insertará entre los yunques de la D.A.C. “Es lo más complicado porque la muestra es ínfima y no va sola, sino que tienes que incorporar un sensor de presión y un medio hidrostático”. Y luego a “apretar -trabajan hasta las 50.000 atmósferas aproximadamente- para ir viendo cómo va evolucionando el sistema”.

Por ejemplo, al estudiar el pentanol, han observado que a 12,8 kilobares, se transforma en sólido a temperatura ambiente. Es decir, que permanece en fase líquida hasta unas 13.000 atmósferas y “eso es muy importante conocerlo, porque en muchos estudios hay que saber cuál es la máxima presión de trabajo en fase líquida”. En este laboratorio se han estudiado numerosos sistemas moleculares (ciclohexano, ciclohexanona, entre otros), y se han determinado las diferentes transiciones de fase.

“Todo está poco estudiado, hacen falta estudios detallados, se conocen los resultados de la aplicación de alta presión en algunos fenómenos pero rara vez su evolución. Es totalmente empírico, nosotros queremos llegar a lo puramente científico”. Es una tarea difícil y muy laboriosa, y más cuando no se cuenta con el

“suficiente apoyo”. “La investigación no avanza a la velocidad que debería”, se lamentan, y “al final, te planteas que lo que podrías haber hecho en un año lo has hecho en seis”. No obstante, afirman que “merece la pena”. “Resulta apasionante poder *ver por primera vez bajo el microscopio* como se transforma la materia”.

Un Instituto de Altas Presiones en la Comunidad de Madrid

Hace alrededor de tres años, este grupo de investigación de la Complutense junto con los otros grupos de la Autónoma y del CSIC que trabajan con altas presiones comenzaron a barajar la idea de crear un Instituto de Altas Presiones en la Comunidad de Madrid, un centro que albergara el *conocimiento español* en la materia. A principios del año 2000, el año pasado elaboraron un informe en el que señalaban la necesidad de crear un centro de tales características, resumían las posibilidades que generaría (en cuanto a investigación y transferencia científico-tecnológica) e incluían un estudio sobre la viabilidad del proyecto. Con el documento en cuestión se presentaron ante los Vicerrectores de Investigación de dichas universidades.

Según cuentan, la propuesta pareció resultar atractiva pero no se llegó a ningún acuerdo, quizá porque su presentación coincidió con las elecciones a rector en las citadas universidades, y el proyecto quedó parado. “Ahora que ya se ha estabilizado el equipo rectoral de las dos universidades, vamos a volver a intentarlo”.

Parece evidente que no se puede desperdiciar el potencial de una herramienta como la alta presión, que puede aplicarse a áreas tan relevantes como el desarrollo de nuevos fármacos, la síntesis de nuevos materiales o incluso, la conservación de órganos. Sin embargo, la realidad es que la investigación está muy limitada y se enfrenta con numerosos obstáculos, principalmente por el alto coste de la tecnología que se requiere. El Instituto de Altas Presiones, señalan, serviría para aglutinar esfuerzos y tratar de superar dichas limitaciones.

La idea es ubicar el centro en el Parque Científico de Madrid, gestionado por la Universidad Complutense, la Autónoma y el CSIC, y junto a la labor investigadora que en él se realizaría, se contempla también la de formación de nuevos investigadores. “Se haría de una forma multidisciplinar, desde físicos o biólogos hasta técnicos informáticos o matemáticos”. Es decir, se reunirían en un mismo centro diferentes expertos en diferentes áreas relacionadas con las altas presiones.

Los investigadores que promueven esta iniciativa afirman que con un marco como el del Instituto de Altas Presiones, los científicos españoles que trabajan en este campo estarían en condiciones de “coger el tren en un campo de investigación cuyo interés aumenta cada día”.

FICHA TÉCNICA

Grupo de Espectroscopía y Termodinámica a Altas Presiones

Centro: Departamento de Química Física I. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid.

Coordinador: Javier Núñez Delgado

Página web: <http://www.ucm.es/info/quifi/>

Dirección: Avda. Complutense s/n

28040-MADRID

Teléfono: 91 394 4127

Fax: 91 394 4135

Email: jdelgado@quim.ucm.es

Líneas de investigación: Diseño de celdas de alta presión; Termodinámica de sólidos y líquidos en condiciones extremas (teoría y experimentos); Espectroscopía a alta presión; Transiciones de fase y reactividad química inducidas por presión.