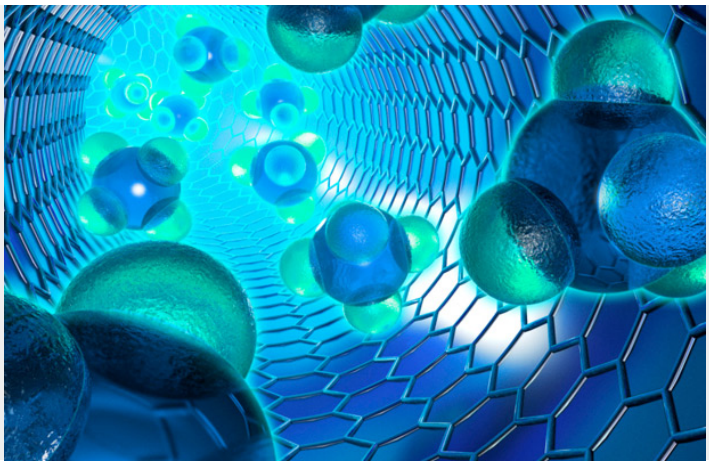
NANO-MULAS

Posted on 13 junio, 2015 by Denise Estrada Wiese y Jesús Antonio del Río Portilla



Es temprano en la mañana, no hay nadie en el laboratorio aún. Comienzo a limpiar y cortar las obleas que usaré para los experimentos de hoy. Después de prender la computadora, ajustar el programa que controla la fuente de corriente y armar la celda electroquímica, tengo todo listo para empezar...

Category: Ciencia

Tag: Ciencias Exactas

Es temprano en la mañana, no hay nadie en el laboratorio aún. Comienzo a limpiar y cortar las obleas que usaré para los experimentos de hoy.

Después de prender la computadora, ajustar el programa que controla la fuente de corriente y armar la celda electroquímica, tengo todo listo para empezar. Escucho que se abre la puerta y una voz soñolienta me saluda, es Rufino que trabaja a un lado. Me visto de *extraterrestre*: bata, guantes, gafas y máscara... empiezo el anodizado. Recuerdo lo que dice la receta para fabricar silicio poroso: el electrolito con ácido fluorhídrico ataca la oblea de silicio y se forman los poros, yo verifico que

todo funcione correctamente: el voltaje, la corriente eléctrica y sin burbujas.

El ruido de la campana de extracción me aísla de todo a mi alrededor y me pierdo de los chismes matutinos de mis compañeros de laboratorio. Pasan unos minutos, estoy sacando una de las muestras y cuando me doy vuelta de pronto me encuentro frente a un alto, muy delgado y bigotudo señor.

– ¿Es usted la doctora Méndez?

– Sí, soy yo. ¡Salga de aquí señor, en el aire hay gases tóxicos de ácido fluorhídrico! y usted no tiene el equipo adecuado para estar aquí.

– ¿Podría acompañarme afuera doctora?

– No, estoy muy ocupada en medio de un experimento. Venga en 3 horas y podré atenderlo.

– Me temo que tendré que llevarla detenida.

– Perdón, no escuché lo que dijo, la campana hace mucho ruido.

– ¡Queda usted detenida por tráfico de drogas!

> *Creo que los gases me están haciendo alucinar, ¿tráfico de drogas?, ¿está loco este señor?*

Creo que los gases me están haciendo alucinar, ¿tráfico de drogas?, ¿está loco este señor? Parece que tendré que interrumpir mi trabajo después de todo. Me deshago de mi disfraz y apago el equipo. Una vez fuera del laboratorio logro recuperarme de la sorpresa y pregunto al señor.

– ¿Quién es usted y por qué me acusa de tráfico de drogas?

– Soy el detective Arquímedes y leí que usted fabrica *Nano-mulas* para transportar droga dentro de personas. Es un delito federal traficar drogas doctora, ¡me la llevaré detenida!

Escucho que entre dientes alcanza a decir: ahora sí me haré famoso con este caso. Un ataque de risa me inunda y no logro controlarlo. Obviamente al detective no le parece gracioso y su cara se torna cada vez más roja debido al creciente enojo. Trato de calmarme y le explico al señor.

– Estimado detective, está usted muy equivocado sobre este caso. Yo no trafico con drogas ni nada por el estilo. Venga, le invito un café y le explicaré todo.

Confundido, Arquímedes decide acompañarme al no estar seguro si es prudente sacarme esposada del Instituto. En la cafetería pido mi habitual capuchino, le invito uno igual al detective y nos sentamos.

– Usted mencionó las *Nano-mulas*, detective. ¿Sabe usted qué son?

– Pues las “mulas” son personas o cosas que se usan para contrabandear droga, y mmm... “nano”...

no tengo idea.



Figura 1: El tamaño de una nanopartícula es a un balón de fútbol como el balón es al tamaño de la tierra.

– Nano-mulas son nanodispositivos que transportan medicamentos. La palabra nano, que es un prefijo, significa excesivamente pequeño, en ciencia se usa para indicar la mil millonésima parte de algo. Para poder imaginar qué tan pequeño es esto consideremos el tamaño de una pelota de fútbol y comparémosla con el tamaño de nuestro planeta. Esta misma relación de tamaños es la que hay entre la pelota y una partícula que tenga un tamaño de unos nanómetros (ver figura 1).

– Ya entiendo, comenta Arquímedes, entonces si hablamos de nanomulas nos referimos a algo diminuto que transporta algún tipo de medicina... ¿cómo es eso posible?

– A ver, le voy a explicar: En nuestro grupo de investigación estamos fabricando nanopartículas de silicio poroso que pueden transportar otras nanopartículas, específicamente sustancias con efecto medicinal, que en general son drogas.

– ¡Pero, eso sigue siendo tráfico de drogas doctora!

– No. Cuando hablamos de droga en este contexto hablamos de sustancias que son *medicina*. El silicio poroso puede transportar proteínas, genes, enzimas y también moléculas farmacéuticas o terapéuticas. Se puede usar para llevar la sustancia directamente a los órganos o células donde se necesitan. Así se evitan efectos secundarios como en el caso de los tratamientos de quimioterapia, donde la medicina no solamente daña las células cancerígenas, sino también a las saludables provocando malestares. Recuerde usted que a las personas bajo tratamiento de quimioterapia se les cae el pelo. Es decir, la sustancia usada en la quimioterapia afecta a las células cancerosas, pero también a las del cabello.

– *¡Wow!*, entonces es una maravilla ese silicio poroso ideberían usarlo en todos los hospitales!

– Sí, es un material con muchas aplicaciones y estamos haciendo estudios para lograr que este novedoso método de administración de droga esté al alcance de todos . Ya se han tratado eficientemente tumores con este método radiando localmente las células cancerígenas , pero es necesario mucho más trabajo.

Doy un sorbo a mi café y veo cómo la cara de Arquímedes se torna en incredulidad.

– Me puede explicar con más detalle eso de que las partículas de silicio pueden transportar medicinas. Este silicio poroso ¿tiene forma de cajas?

Sonrío y le contesto...

– No detective, este material es parecido a una esponja, tiene la estructura similar a la de un coral,

formado por columnas de silicio rodeadas de aire.

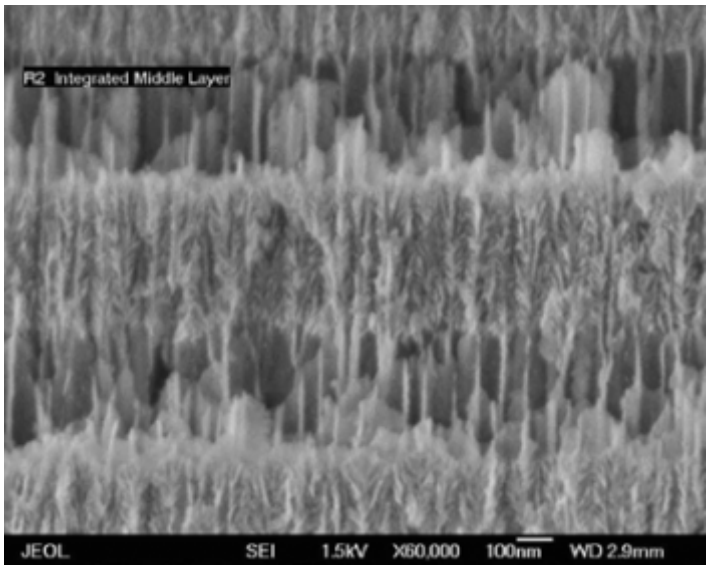


Figura 2: La nanoestructura del silicio poroso semeja un coral marino. Está formado por columnas ramificadas de silicio rodeadas de aire.

– El silicio poroso puede utilizar tres mecanismos distintos para transportar otras partículas: el primero es mediante enlaces covalentes con las partículas que van a cargar.

– ¿Enlaces valientes?

– Se podría decir que son valientes pero no, se les llama covalentes, se dan cuando dos átomos o más se unen al compartir electrones. En nuestro caso, los átomos de silicio se pueden enlazar a las partículas que deseamos que transporten.

Tomo una servilleta y con una pluma comienzo a dibujar una sencilla caricatura para poder explicar el siguiente mecanismo al policía.

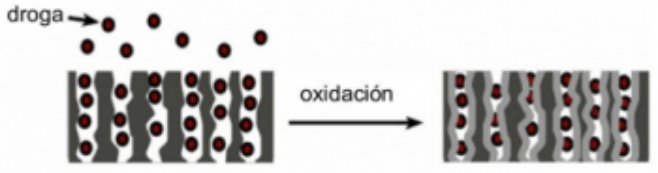


Figura 3: Una partícula de droga puede quedar atrapada al oxidar el silicio poroso. La oxidación produce una expansión que reduce los poros encerrando a la partícula.

– Mire aquí detective ––señalo mi dibujo––, la siguiente manera de transportar la droga es

atrapando las partículas en la estructura del silicio poroso. Primero se insertan las partículas entre las columnas de silicio y después, con un procedimiento térmico, se oxidan. Los átomos de oxígeno ocupan mucho lugar y reducen el espesor de los poros. Así las partículas quedan atrapadas.

– ¡Ah!... es como construir una botella alrededor de un barco, ¿no?

– ¡Qué buena analogía detective Arquímedes! Exactamente así es.

– ¿Dígame, cuándo se utilizan estos tipos de transporte?

– Estos mecanismos se utilizan cuando se desea liberar la medicina en periodos de días, semanas o meses. Cuando se requiere de una liberación más rápida se utiliza la adsorción electrostática.

– ¿Absorción electrostática?

– No… la absorción es otra cosa, la adsorción es un proceso en el que partículas son atrapadas en la superficie de un material. En este caso es debido a una atracción electrostática.

– ¿Habla usted de la misma electrostática que hace que un globo al frotarlo en nuestra cabeza nos ponga los pelos de punta?

– Esa misma, mi estimado detective.

Doy la vuelta a mi servilleta y vuelvo a dibujar algunos garabatos.

– Cuando se oxida el silicio se obtiene una superficie cargada negativamente. Al ponerse en contacto con una solución acuosa y partículas de drogas cargadas positivamente, éstas se adhieren a la superficie de las columnas de silicio debido a la fuerza electrostática. De esta otra forma se pueden transportar drogas que se puedan liberar de manera más rápida y fácil.

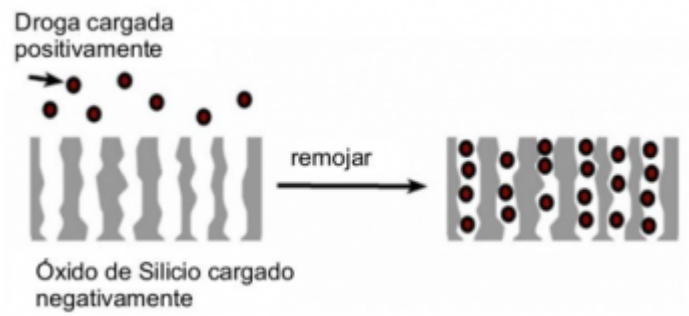


Figura 4: Captura de partículas de droga en una superficie de óxido de silicio. El óxido de silicio tiene una carga negativa y atrae a la droga adsorbiéndola en los poros.

El café se acaba y de tanto pensar empiezo a sentir hambre. Mis pensamientos se desvían hacia tortas de jamón y galletas. El detective parece genuinamente interesado, así que mejor me concentro en nuestra plática. Alcanzo a escuchar lo último que dice.

– ¿No es mejor inyectar cantidades mayores de medicina que las que podrían cargar esas *mulitas*?

– No necesariamente, de hecho podemos introducir una dosis mayor de la sustancia que cuando se usa una inyección, esto debido a que el silicio poroso tiene un área superficial muy grande donde se pueden enlazar o adherir otras partículas.

– ¡Bien, así nos libramos de tantos piquetes! Déjeme preguntarle otra cosa. Hace rato, en el laboratorio, ¿estaba haciendo silicio poroso?

– Así es, estaba haciendo unas estructuras nuevas.

– Y me dijo que saliera porque los gases eran tóxicos, ¿cierto? ¿Cómo puede ser que se use este material dentro del cuerpo de personas si es tóxico?

– Buena pregunta detective, se nota que a usted le gusta la investigación y conocer los hechos… En el proceso de fabricación se usa ácido fluorhídrico y se aplica una corriente para atacar el silicio, removiendo algunas moléculas y así se hace poroso. Se forman columnas de silicio que parecen corales, ¿recuerda que le conté cómo eran? Aquí lo tóxico es el ácido, ya que es altamente corrosivo y se evapora fácilmente. Para las *Nano-mulas* se sigue un procedimiento de limpieza muy riguroso para que no haya residuos del ácido.

– Pero el silicio es "duro" ¿No es peligroso introducirlo en nuestro cuerpo?

– Sí es duro, pero como dije es muy, muy pequeño, de tal forma que podría viajar por el torrente sanguíneo sin causar efectos dañinos. Además es biocompatible, es decir, no afecta al organismo, solamente actuaría el medicamento.

Mi estómago se hace notar mediante ruidos poco placenteros y olvido nuevamente nuestro tema de discusión. Pido una torta en la cafetería y mientras disfruto mi desayuno, noto que el detective Arquímedes talla insistentemente su ojo derecho. Parece que tiene una basura y eso me recuerda algo más que le puedo platicar.

– ¡Ojos de conejo! ––exclamo más fuerte de lo que es mi intención.

– Caramba doctora, ¿me está insultando?

– No, no, para nada. Le hablaré brevemente sobre lo que han hecho en ojos de conejo para detectar la cantidad de droga suministrada.

– Déjeme adivinar, usando las pequeñas mulas.

– Precisamente. Permítame comentarle, Arquímedes. Resulta de gran importancia saber las cantidades de droga que se liberan de las nano-mulas para determinar la eficiencia de un tratamiento.

– ¿Y cómo podemos saber eso? No me va a decir que ahora también habla del silicio poroso…

Suelto la carcajada y casi me ahogo con el bocado

– Por supuesto que no; pero sí puede cambiar de color. Verá usted, cuando se incorporan partículas en una capa de silicio poroso se altera su índice de refracción y con esto los colores que se reflejan son diferentes.

– Entonces, cuando se carga o libera la droga, el material es "distinto" y cambia el color que refleja el silicio poroso.

El detective es muy listo, me sorprende su capacidad de captar cada idea.

– Así es, y mediante una cámara especial es posible seguir cualitativamente estos cambios de color. Se han hecho estudios *in vivo* en ojos de conejos usando este principio de detección

– Qué interesante, doctora.

Suena un celular, el detective contesta y comienza una acalorada discusión de cinco minutos. Tal parece que alguien lo está regañando. Arquímedes se da la vuelta, respira hondo y suspira.

– Doctora, gracias por el café. La plática que acaba de darme es una excelente lección. Tengo que irme, ya sabe, deberes del oficio.

– Entiendo. Entonces, ¿me libré de ir a la cárcel, detective? ––pregunto en son de broma.

– Por esta vez se salvó, pero le recomiendo no volver a mencionar "droga" en sus artículos.

– Detective, los científicos nos preocupamos por dar a conocer nuestros trabajos. Para muestra lea el libro "Las nanoaventuras del maestro Fonseca" . Los títulos llamativos nos ayudan a atraer al público. ¿Estaría usted aquí de no ser así?

– Tiene razón, doctora, ahora sí me despido.

– Hasta pronto, Arquímedes, suerte en su siguiente investigación.

Camino de regreso al laboratorio, pienso: ¿dónde me quedé? Ah, sí, en la fabricación de la multicapa para reflejar la longitud de onda de 700nm y así probar la actividad de la fluoresceina para detectar la glucosa en los diabéticos… C^2

Referencias:

Porous Silicon in drug delivery devices and materials, E. J. Anglin, L. Cheng, W. R. Freeman, M. J. Sailor, Adv Drug Deliv Rev, 60 (11), 1266, (2008).

PSIMedica Company: http://www.psimedica.com/WebPages/frmCompany.aspx

Las nanoaventuras del maestro Fonseca, Jesús Antonio del Río Portilla, Julia Tagüeña Parga y Ana María Sánchez Mora, Abdo Producciones s.a. de c.v. y Academia de Ciencias de Morelos A.C. (2012).

Polymer replicas of photonic porous silicon for sensing and drug delivery applications, Li YY, Cunin F,

Link JR, et al, Science, 299, 2045-2047 (2005).