

# Teléfonos Inteligentes

## Química Inteligente

Por Brian Rohrig



**Podrías durar un día sin tu teléfono celular?** Según una encuesta reciente llevada a cabo por la revista *Time*, tanto como un 84% de los residentes en Estados Unidos

no podrían. Es difícil creer que hace 20 años, casi nadie siquiera poseía un teléfono celular. Y ahora el teléfono celular se ha transformado en algo más importante y mejor—el teléfono inteligente. A nivel mundial, más de *mil millones* de teléfonos inteligentes fueron adquiridos el año pasado. Si usted es dueño de un teléfono inteligente, usted está probablemente consciente de que en un año o dos, estará prácticamente obsoleto, debido a que el teléfono inteligente cada vez es más inteligente.

En la década de 1950, se habría necesitado todo un banco de computadoras en todo un piso de un edificio de oficinas para hacer lo que actualmente usted es capaz de hacer solo con un teléfono inteligente. Incluso un teléfono inteligente de gama baja tiene más poder computacional que el sistema de computador de la Administración Aeronáutica y Espacial Nacional (NASA) utilizado para poner un hombre en la luna. Sorprendentemente, se puede navegar por Internet, escuchar música y enviar mensajes de texto a sus amigos con algo que cabe en la palma de su mano. Nada de esto sería posible sin la química, y cada vez que uses tu teléfono inteligente, estás poniendo la química en acción.

### La química de los teléfonos inteligentes

Si usted se está preguntando lo que la química tiene que ver con los teléfonos inteligentes, basta con ver la tabla periódica. De los 83 elementos estables (no radiactivos), al menos 70 de ellos se puede encontrar en los teléfonos inteligentes! Eso es el 84% de todos los elementos estables.

Los metales son los que hacen los teléfonos inteligentes tan “inteligentes”. Un teléfono inteligente promedio puede contener hasta 62 tipos diferentes de metales. Un grupo bastante oscuro de metales—metales de las tierras raras— los cuales juegan un papel vital. Estos metales de tierras raras incluyen escandio e itrio, así como los elementos 57-71. Elementos 57-71 son conocidos como los lantánidos, porque comienzan con el elemento de lantano. Los lantánidos aparecen a menudo como los primeros de las dos filas flotantes situadas en la parte inferior de la tabla periódica. Escandio e itrio se incluyen en los metales de las tierras raras porque sus propiedades químicas son similares a las de los lantánidos.

Un solo iPhone contiene ocho metales de las tierras raras diferentes. Si examina diversas variedades de teléfonos inteligentes, usted puede encontrar 16 de los 17 metales de tierras raras. El único que no encontrará es el prometio, que es radiactivo.

Muchos de los colores vivos rojo, azul y verde que ve en su pantalla se deben a los metales de las tierras raras, que también se utilizan en los circuitos del teléfono y en los altavoces. Además, el teléfono no sería capaz de vibrar sin neodimio y disprosio.

Metales de las tierras raras no sólo se utilizan en los teléfonos inteligentes, pero también en muchos otros dispositivos de alta tecnología. Se encuentran en los televisores, computadoras, rayos láser, misiles, lentes de la cámara, bombillas fluorescentes, y convertidores catalíticos. Los elementos de tierras raras son muy importantes en la electrónica, las comunicaciones y en las industrias de defensa, por lo que el Departamento de Energía de Estados Unidos les apodó los “metales de tecnología.”

Los metales de las tierras raras no son necesariamente raros, pero tienden a estar dispersos dentro de la Tierra. Por lo general, no se encuentra una alta concentración de ellos en un mismo lugar. La extracción de ellos de la tierra puede ser costosa y difícil. Metales de las tierras raras son un recurso finito, y no hay sustituto conocido para muchos de estos elementos. Uno de los mayores retos actuales de la industria de telefonía celular es encontrar sustitutos adecuados para muchos de estos elementos.

## La pantalla del teléfono inteligente

Cuando vayas a comprar un teléfono inteligente, la característica más importante que la gente busca es la pantalla. La pantalla te permite visualizar el teléfono. Si alguna vez se te ha caído tu teléfono sin dañar la pantalla, probablemente te has sentido aliviado. Las pantallas de los teléfonos inteligentes están diseñadas para ser extremadamente resistentes.

Esta resistencia es en realidad el resultado de un accidente fortuito. En 1952, un químico de Corning Glass Works estaba tratando de calentar una muestra de vidrio a 600 °C en un horno cuando, sin él saberlo, un termostato defectuoso hizo que se calienta a 900 °C. Al abrir la puerta, se alegró y se sorprendió al encontrar que su muestra de vidrio

no era una pila de masa derretida y que no había arruinado el horno. Cuando la sacó con pinzas, la dejó caer en el suelo (otro accidente). Pero en lugar de romperse, rebotó!

Así nació la primera vitrocerámica sintética del mundo, un material que comparte muchas propiedades con el vidrio y la cerámica. El vidrio es un sólido amorfo, porque carece de una estructura cristalina (Fig. 1 (a)). Las moléculas no tienen ningún tipo de orden,



pero están organizadas más como un líquido, sin embargo, congeladas en su lugar. Debido a que el vidrio no contiene planos de átomos que puedan deslizarse uno sobre otro, no hay manera de aliviar el estrés. El exceso de estrés forma una grieta, y las moléculas en la superficie de la grieta se separan. A medida que la grieta crece, la intensidad de la tensión aumenta, más enlaces se rompen, y la grieta se ensancha hasta que el vidrio se rompe.

Las cerámicas, por otro lado, tienden a ser cristalinas (Fig. 1 (b)), y a menudo se caracterizan por enlaces iónicos entre iones positivos y

negativos—incluso aunque también pueden contener enlaces covalentes. Cuando forman los cristales, la fuerte fuerza de atracción entre los iones de cargas opuestas en los planos de iones hace que sea difícil para un plano el deslizarse más allá de otro. Las cerámicas son, por lo tanto, frágil. Resisten la compresión, pero pueden romperse cuando se dobla.

La combinación de vidrio y cerámica forma un material que es más duro y más fuerte que cada uno de los materiales por sí mismos. Una cerámica de vidrio se forma por el sobrecalentamiento del vidrio, por lo que una parte de su estructura se transforma en un material cristalino de grano fino. Las cerámicas de vidrio son al menos 50% cristalinas, y en algunos casos, son más de 95% cristalinas.

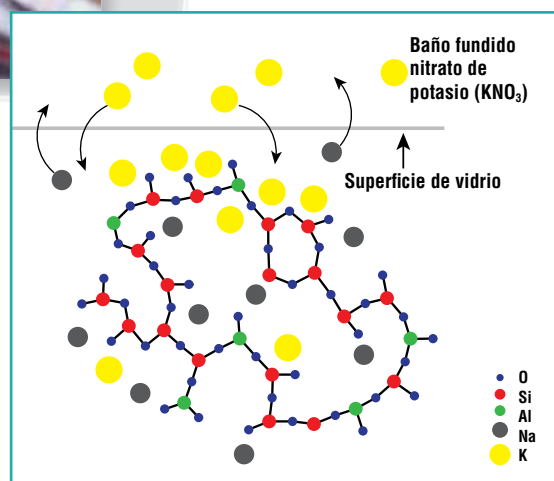


Figura 2. Gorilla Glass, que se utiliza en las pantallas de teléfonos inteligentes, es un tipo de vidrio que está reforzado por la adición de iones de potasio, que sustituyen a los iones de sodio más pequeños. (Nota: Este dibujo es sólo para fines de ilustración.)

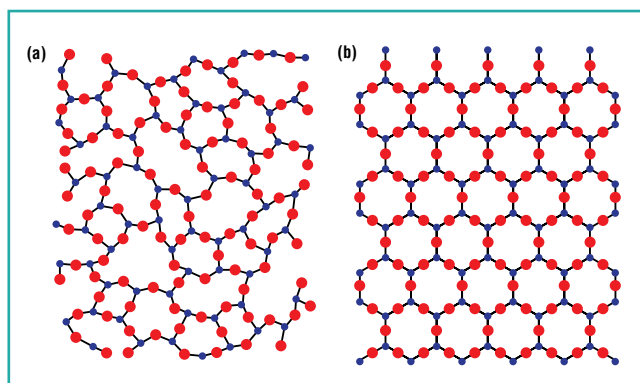


Figura 1. Comparación de las estructuras químicas de (a) un sólido amorfo hecha de dióxido de silicio (vidrio) y (b) un cristal de dióxido de silicio (cerámica)

Este sorprendente material vitrocerámico es tan resistente al calor que se ha utilizado en los conos de ojiva de misiles supersónicos guiados utilizados por los militares. Como resultado del éxito de materiales vitrocerámicos, la Compañía Corning Glass Works llevó a cabo un gran esfuerzo de investigación para encontrar maneras de hacer vidrio transparente ordinario tan fuerte como productos de cerámica de vidrio. En 1962, Corning había desarrollado un tipo muy fuerte de vidrio reforzado químicamente, diferente a todo lo visto antes. Este vidrio superfuerte finalmente hizo su camino para estar en cada pantalla de teléfonos inteligentes. Es tan fuerte que se conoce con el nombre de, “Gorilla Glass”. Las pruebas de laboratorio han demostrado

## que el Gorilla Glass puede soportar 100,000 libras de presión por pulgada cuadrada!

Gorilla Glass se compone de un óxido de silicio y de aluminio—también llamado vidrio de aluminosilicato—junto con los iones de sodio (Fig. 2).

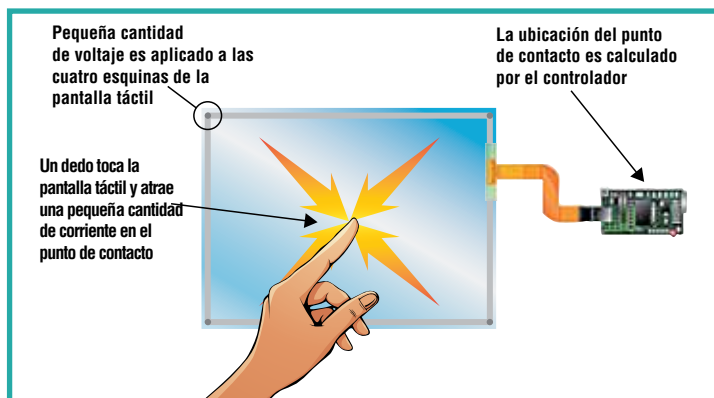
Pero Gorilla Glass gana su tremenda fuerza a través de un paso final, en el que el cristal se fortalece químicamente. El vidrio se pone en un baño fundido de una sal de potasio, por lo general, nitrato de potasio a 300 °C. Debido a que los iones de potasio son más reactivos que los iones de sodio, pueden desplazarlos. Los átomos de potasio son más grandes que los átomos de sodio, y lo mismo es cierto para los iones de potasio—estos iones son mucho más grandes que los iones de sodio. Por lo tanto, estos iones de potasio ocupan más espacio en el cristal que los iones de sodio.

mayor cantidad de personas apretujadas en un Volkswagen Beetle, que es un coche muy pequeño, es de 25. Estos probablemente eran gente pequeña. Ahora imagina reemplazar estas 25 personas pequeñas con 25 apoyadores de la Liga Nacional de Fútbol, cada uno con un peso de 350 libras. Para meter esos hombres grandes en un espacio tan pequeño requeriría una buena cantidad de compresión.

La compresión siempre trata de hacer las cosas más pequeñas.

De la misma manera, ya que los iones más grandes de potasio se empujan uno contra el otro, el vidrio

Hay dos categorías básicas de las pantallas táctiles. La primera categoría de pantallas táctiles, llamadas **pantallas táctiles resistivas**, se pueden tocar con cualquier tipo de material y funcionará. Un lápiz funciona igual de bien que un dedo. Puede activar la pantalla aun con el uso de guantes. Pantallas táctiles resistivas se encuentran en un cajero automático (ATM) y en las cajas de las tiendas, en las que firmas



**Figura 4.** Cuando un dedo presiona hacia abajo en una pantalla táctil capacitiva, una carga eléctrica muy pequeña se transfiere al dedo, creando una caída de tensión en ese punto de la pantalla. Un controlador en el teléfono inteligente procesa la ubicación de esta caída de tensión y ordena la acción apropiada.

se comprime. El vidrio comprimido es muy fuerte. Como resultado de esta compresión, una gran cantidad de energía potencial elástica se almacena en el vidrio, al igual que la energía potencial elástica que puedes encontrar en un resorte comprimido.

## ¿Qué hay detrás de una pantalla táctil?

Como cada usuario del teléfono inteligente sabe, la pantalla

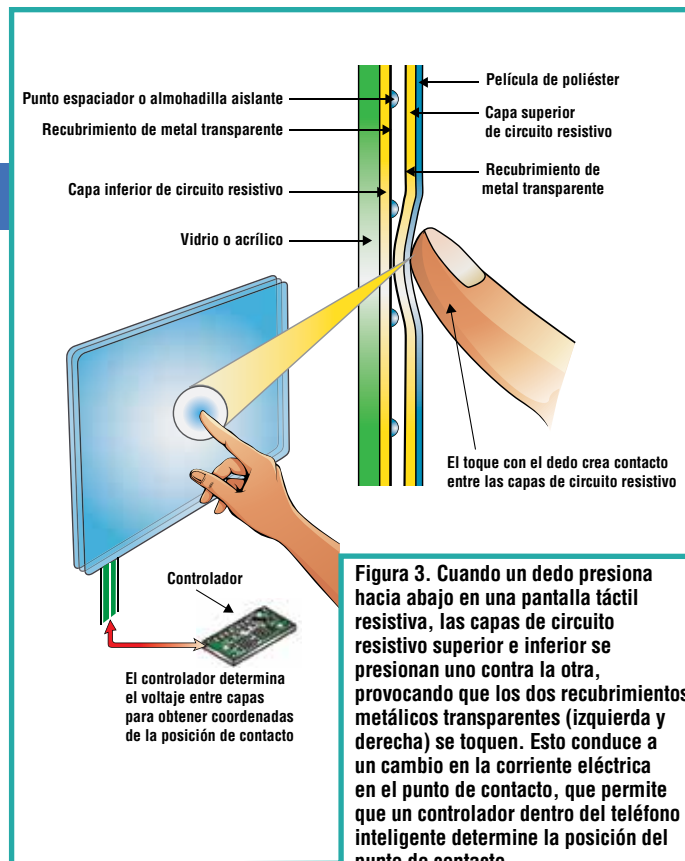
en un teléfono inteligente es mucho más que un pedazo de vidrio resistente. Se trata de una pantalla que responde cuando se toca—bien llamado una pantalla táctil—que da una conexión personal con el teléfono.

tu nombre en la pantalla para una compra con tarjeta de crédito.

Pantallas táctiles resistivas se componen de dos capas delgadas de material conductor bajo la superficie (Fig. 3). Cuando se presiona hacia abajo en una pantalla táctil resistiva, físicamente se hunde, haciendo que las dos capas entren en contacto, completando el circuito y cambiando la corriente eléctrica al punto de contacto. El programa reconoce un cambio en la corriente en estas coordenadas y lleva a cabo la acción que corresponde con ese punto. Pantallas táctiles resistivas son también conocidas como pantallas sensibles a la presión. Sólo un botón a la vez puede ser presionado. Si dos o más botones se pulsan a la vez, la pantalla no responde.

Los teléfonos inteligentes utilizan la segunda categoría básica de las pantallas táctiles, llamadas **pantallas táctiles capacitivas** (Fig. 4), que son de naturaleza eléctrica. Un capacitor es cualquier dispositivo que almacena energía eléctrica.

El vidrio, siendo un aislante, no conduce la electricidad. A pesar de que el vidrio contiene iones, estos están bloqueados en su lugar, deteniendo que la electricidad fluya a través. Por lo tanto, la pantalla de vidrio debe ser recubierta con una fina capa transparente de



**Figura 3.** Cuando un dedo presiona hacia abajo en una pantalla táctil resistiva, las capas de circuito resistivo superior e inferior se presionan uno contra la otra, provocando que los dos recubrimientos metálicos transparentes (izquierda y derecha) se toquen. Esto conduce a un cambio en la corriente eléctrica en el punto de contacto, que permite que un controlador dentro del teléfono inteligente determine la posición del punto de contacto.

Abarrotar iones más grandes en los espacios anteriormente ocupados por iones más pequeños resulta en una compresión del vidrio. Considera esta analogía para visualizar el proceso: El récord mundial de la

una sustancia conductora, usualmente de óxido de estaño de indio, que se presenta en tiras finas entrecruzadas para formar un patrón de rejilla.

Esta parrilla conductora actúa como un capacitor, almacenando cargas eléctricas muy pequeñas. Al tocar la pantalla, un poquito de esta carga eléctrica almacenada entra en tu dedo, sin embargo no es suficiente para que se sienta, pero suficiente para que la pantalla lo detecte. Según esta carga eléctrica sale de la pantalla y entra en el dedo, la pantalla registra una caída de voltaje, la ubicación de la cual es procesada por un programa, que ordena la acción resultante.

Esta pequeña cantidad de corriente eléctrica entra en tu dedo porque tu piel es un conductor eléctrico—principalmente debido

a la combinación de sal y la humedad en tus dedos, creando una solución iónica. Tu cuerpo en realidad se convierte en parte del circuito, ya que una pequeña cantidad de electricidad fluye a través de ti cada vez que utilizas la pantalla táctil de tu teléfono.

La tecnología de los teléfonos inteligentes está evolucionando a un ritmo vertiginoso. Ahora puedes utilizar el teléfono inteligente para comprobar tu nivel de azúcar en la sangre, ajustar el termostato de tu casa, y arrancar tu auto. Hace veinte años, nadie imaginó que la gente algún día podría tomar más fotografías con sus teléfonos celulares que con sus cámaras independientes. Es que nadie puede adivinar lo que vendrá después. Gracias a la intersección de la química y la innovación, las posibilidades son ilimitadas. *CM*

#### REFERENCIAS SELECCIONADAS

Gardiner, B. Glass Works: How Corning Created the Ultrathin, Ultrastrong Material of the Future. *Wired*, Sept 24, 2012: <http://www.wired.com/2012/09/ff-corning-gorilla-glass/all/> [accessed Dec 2014].

Collins, K. Study: No Adequate Substitutes Found for Rare Metals Used in Smartphones. *Wired*, Dec 6, 2013: <http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-12/06/rare-metals-smartphones> [accessed Dec 2014].

Ask an Engineer. How Do Touch-Sensitive Screens Work? Massachusetts Institute of Technology, June 7, 2011: <http://engineering.mit.edu/ask/how-do-touch-sensitive-screens-work> [accessed Dec 2014].

**Brian Rohrig** es un escritor de ciencia que vive en Columbus, Ohio. Su artículo *ChemMatters* más reciente, "Air Travel: Separating Fact from Fiction", publicado en la edición de febrero/marzo de 2015.

**"Comparte la diversión y únete a un club de la Sociedad Química de los Estados Unidos para estudiantes de secundaria"**



Para obtener más información, visite el Web ChemClub: <http://www.acs.org/chemClub> y la página de Facebook ChemClub: <http://www.facebook.com/acschemclubs>



AMERICAN CHEMICAL SOCIETY

*ChemClub es un programa gratuito de la Sociedad Química de los Estados Unidos*