

EL BESKAR DE THE MANDALORIAN VS EL VIBRANIUM DEL CAPITÁN AMÉRICA

LOS MATERIALES MÁS RESISTENTES DEL UNIVERSO REAL COMPARADOS CON LOS MÁS RESISTENTES DEL UNIVERSO FICTICIO



• *Juan Francisco Fuentealba*
Doctor en Ciencias con mención en
física, Ingeniero físico

• *Alejandro Riveros*
Doctor en Ciencias con mención Física

• *Juan Luis Palma*
Doctor en Ciencias con mención en
física, Ingeniero físico

El concepto de héroe corresponde a un personaje sobresaliente que encarna la esencia de los rasgos más valorados en su cultura de origen, esto viene definido desde la antigua Grecia. Por lo general un héroe posee habilidades y rasgos de personalidad idealizados que lo facultan para realizar proezas extraordinarias y beneficiosas, como por ejemplo salvar a personas en peligro. Según Aristóteles los héroes deben ser superiores tanto física como moralmente al resto de los hombres. En la narrativa mitológica los héroes tienen un origen casi siempre extraordinario, son invulnerables y poseen ciertos rasgos divinos (semi-dioses) que les permite tener el control o dominar las fuerzas de la naturaleza. Esta visión tan poco realista de un héroe fue reemplazada, más bien complementada por las visiones comiqueras del siglo XX, por lo que el rol del héroe podía recaer en humanos que tuvieran alguna habilidad especial específica o acceso a tecnología o algún tipo de arma particular. Es por esta razón que la aparición de héroes/heroínas que basan su fortaleza en un artefacto, como una armadura o un arma, se hizo más común y eso se hace explícito en personajes como: Iron Man, Batman o Black Knight, entre otros.

Un héroe, dentro de todo lo que necesita tener, necesita una buena defensa. A menos que tu cuerpo de superhéroe sea resistente como el acero (el cual es el caso de Superman), necesitarás una armadura o escudo que te proteja. Ahora, puedes elegir el diseño y la funcionalidad que mejor te parezca, pero la elección debe partir por el material. A veces, tener un buen material para empezar a construir una armadura puede ser el primer paso que te transforme en superhéroe. De hecho en el mundo real, si queremos construir un reloj, un automóvil o hasta una planta nuclear, necesitamos elegir los materiales. Entonces, dependiendo del universo cinematográfico en el que nos encontremos, podemos analizar la elección de materiales para los distintos superhéroes. Esta vez nos queremos centrar en un nuevo material que ha aparecido en la serie de The Mandalorian, el cual se conoce como Beskar. El Beskar, se sabe que es una aleación (hasta ahora no sabemos de que materiales) que tiene una alta resistencia a los daños, es de color plata y tiene unas vetas onduladas más oscuras. Es tan poderoso que puede resistir un disparo de una pistola láser del Universo de Star Wars, e incluso puede resistir un ataque de un sable de luz, una de las armas más poderosas de la famosa saga. Pero si existe un material tan resistente ¿Cómo podríamos moldearlo?. Esta respuesta siempre se da en los Universos cinematográficos, por medio de un arma superpotente o tecnologías muy avanzadas. Vemos, en The Mandalorian Temporada 1, Episodio 1 (y luego nuevamente en el Episodio 4), que se forjan algunos beskar colocándolos sobre una placa de cerámica o metal negro que se coloca sobre una serie de quemadores de llama azul. Luego presionan un botón que hace que el metal se derrita en un líquido que luego se vierte en un molde. No está realmente claro lo que se está haciendo al presionar el botón, posiblemente se pasa una corriente a través del metal, creando algún tipo de campo de inducción (o, de manera más mundana, tal vez solo subiendo un poco los quemadores), esperar que se deleve en un futuro. Es parecido a lo que pasa en The Avengers cuando se moldea el "Rompe tormentas", el hacha de Thor, con el poder de una estrella moribunda. Entonces ya tenemos el material, y ya sabemos como poder moldear este material. Es muy parecido a como se trabaja un material en el mundo real.

Aunque aún no se haya revelado algún artefacto que pueda destruir al Beskar, su portador no es indestructible, existe una súper arma (Generador de Pulsos ARC) diseñada por Sabine Wren, durante su tiempo en la Academia Imperial en Mandalore, creada para destruir al portador del Beskar. En efecto el pulso es atraído

por la armadura mandaloriana desintegrando en instantes a su portador. Por lo tanto, el Beskar además de ser un material extremadamente duro y resistente presenta también propiedades electromagnéticas, que permite atraer el rayo del generador de Pulso ARC.

Si pensamos en un material real conocido como "duro", como el diamante, (el titanio, que puede ser lo más parecido al Beskar), no tenemos máquinas que lo puedan moldear. El diamante para darle forma es necesario cortarlo, ya que los materiales duros son frágiles ante un golpe en una dirección específica. Un material "duro" como el diamante no se va a deformar, como un material "plástico" como un chicle, o como un material "elástico" como una banda de goma. Sabemos que el diamante se produjo en la formación de la tierra bajo condiciones de presión y temperatura muy difíciles de alcanzar, y se dice tal cual "difíciles", porque ya no es imposible alcanzar esas condiciones. En efecto, hoy en día se pueden sintetizar diamantes en máquinas especiales. Incluso se puede hacer síntesis de nanodiamantes, los cuales se pueden crecer y aumentar su tamaño. Esto último es posible debido a que el diamante está compuesto por átomos de carbón. Si, así es, si no es por este ordenamiento especial de los átomos de carbón en redes hexagonales, el diamante no se distinguiría de un trozo de carbón para hacer fuego, o de la mina de un lápiz grafito (que ambos tiene un ordenamiento amorfo de los átomos de carbón).



Analicemos ahora otro material del Universo cinematográfico; el vibranium. Este material del universo de Marvel es un material que se obtiene en el reino de Wakanda, y se utiliza para desarrollar avances tecnológicos, armaduras y armas con la resistencia más alta. Por ejemplo la armadura de Pantera Negra y el escudo del Capitán América están hechos de esta aleación super resistente. Este último fue diseñado por el padre de Tony Stark, más conocido como Iron Man. En cuanto a funcionalidad y avances en el Universo ficticio, podríamos decir que el Vibranium le ganaría a la aleación mandaloriana. Sin embargo, aunque el Vibranium es extremadamente resistente a las balas, el Beskar pudo aguantar los ataques de un Sable de Luz. Por tanto, bajo esta comparación el Beskar resistiría más el calor que el Vibranium. Además, el escudo del Capitán América hecho de Vibranium sucumbió frente a la espada de doble filo de Thanos, tal como fue develado en el clímax de la película "End Game". Aún es un misterio la composición de esta super arma de Thanos, podría tratarse de Uru del planeta Nidavellir o de Adamantium material que compone el esqueleto de Wolverine, lo que sugeriría que estas 2 aleaciones serían más resistentes que el Vibranium. Aun así, una propiedad interesante que caracteriza al Vibranium es que genera vibraciones para disipar la energía de los impactos que reciba. Su nombre no es una casualidad, y es que los átomos en un material no están constantemente quietos, y pueden generar vibraciones; estas vibraciones ayudan a disipar las energías que les pueda provocar un golpe. En efecto en un sólido, como por ejemplo el Vibranium, los átomos se encuentran en posiciones de equilibrio caracterizado por la estructura atómica del material. Frente a las perturbaciones externas como por ejemplo un cambio de temperatura debido a un impacto en el sólido, los átomos vibran oscilando en torno de sus posiciones de equilibrio, el conjunto de vibraciones se propaga a lo largo del material en cúmulos de energía, a estos cúmulos de energía que se propagan con la vibración de los átomos de los sólidos se conocen como fonones, análogos a los fotones que son paquetes de energía que se propagan con la luz. Por lo tanto, mientras el escudo del Capitán América vibra para absorber la energía de un impacto, a nivel de la composición atómica del vibranium se propagan fonones por el escudo, tal como se propagan los fotones en la luz. Como el sólido está formado por redes cristali-

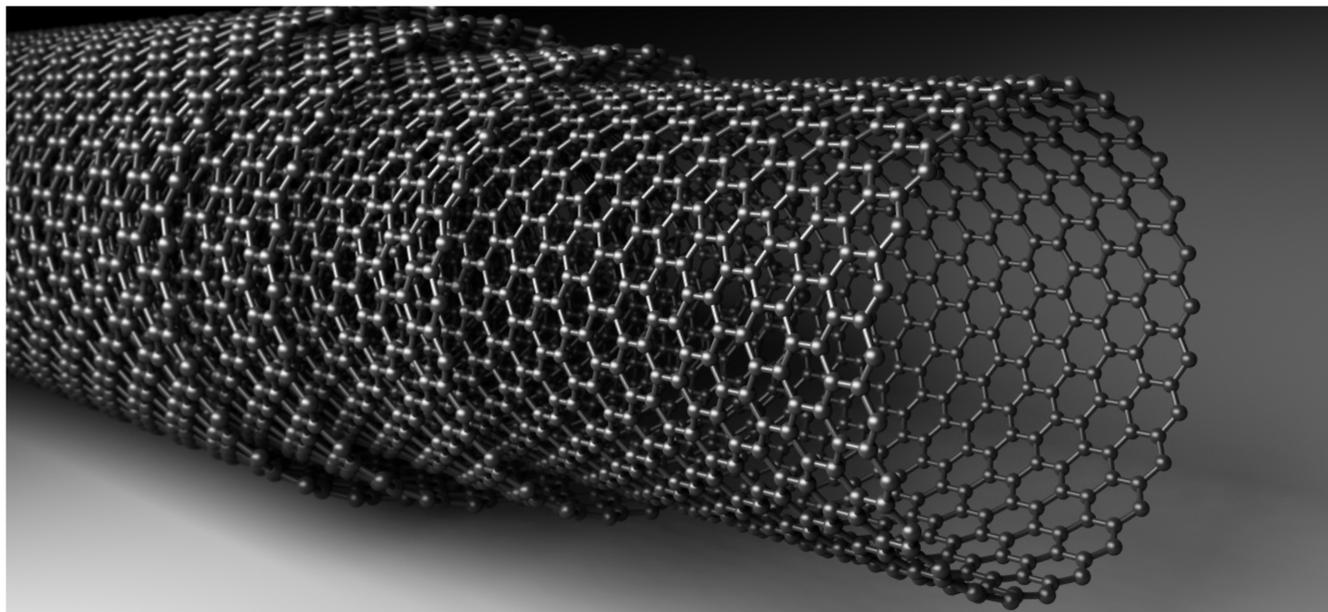


Figura 2

Grafeno

nas, donde los átomos no están todos juntos, están separados aunque por distancias muy chicas (del orden de angstrom) son distancias distintas de cero generando una red discreta (y no continua), determinando de esta manera un límite en la frecuencia o en longitud de onda de estas oscilaciones. Esta frecuencia límite o de corte se conoce como la frecuencia Debye. En otras palabras, existe un máximo valor permitido para la frecuencia de los fonones debido a la estructura discreta de la red cristalina del sólido. Además, si la frecuencia sobrepasa este límite no habrían excitaciones y desaparecerían los fonones. **Estas vibraciones explicadas anteriormente, son muy especiales en el Vibranium, lo que lo hace altamente resistente.** Esta propiedad se relaciona con otra propiedad en una escala más macro, conocida como el módulo de Young. El módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Por ejemplo para el diamante el módulo de Young es aproximadamente 500.000 MPa, mientras que para el grafeno es aproximadamente el doble. Por lo tanto el módulo de Young del vibranium debiera ser aún mucho mayor.

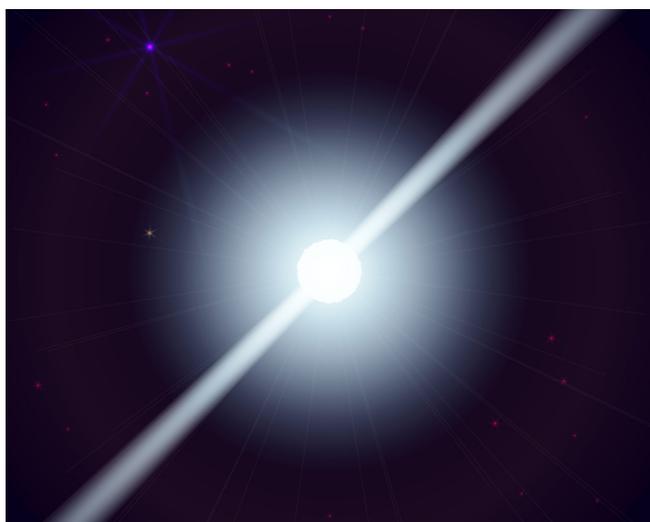


Figura 1

Estrella de neutrones

Saliendo de la ciencia ficción, del Universo de Marvel y de Star Wars, nos sorprendería que en el Universo real existe un material que podría ser comparable a la resistencia del vibranium o del Beskar. En efecto, este material conocido como pasta nuclear sería 100 billones de veces más resistente que el acero!. La pasta nuclear se encontraría en el interior de la corteza de las estrellas de neutrones [1]. Una estrella de neutrones es el estado "final" de estrellas masivas, 8 a 10 veces más masivas que el Sol. Luego que estas estrellas masivas hayan aumentado hasta 100 veces el tamaño del Sol, convirtiéndose en una gigante roja, al final del periodo de inflación, cuando la estrella agota todo el combustible de helio producido por la fusión nuclear, la estrella comprime toda su masa debido a la gravedad y como resultado la estrella masiva se condensa y colapsa a dimensiones de solo unos pocos kilómetros (aproximadamente 10 a 20 km). Esta fase remanente de la estrella masiva conocida como estrella de neutrones contiene en apenas una decenas de kilómetros de diámetro la enorme masa de la estrella, convirtiendo a la estrella de neutrones en una estrella muy densa. Eso sí, la estrella de neutrones no tiene la suficiente masa para convertirse en un agujero negro (otra fase final de estrellas mucho más masivas). Precisamente debajo de la corteza de estas estrellas de neutrones, los protones y los neutrones se ensamblan en formas que se asemejan a tipos de pasta como la "lasaña" o los "espagueti" generando esta "pasta nuclear". Las enormes densidades y extrañas formas hacen que la pasta nuclear sea increíblemente rígida, convirtiéndolo en el material más resistente del Universo. Sin embargo este material solo puede existir debido a la enorme presión proporcionada por la gravedad de la estrella de neutrones. Si se pudiera sintetizar esta pasta nuclear, tendría una temperatura tan elevada como por ejemplo; la temperatura de la superficie del Sol y más aún colapsaría generando explosiones tan grandes como una bomba nuclear. Debido a esto, este material solo es detectable en simulaciones computacionales y su uso es prácticamente imposible. Por lo tanto, aunque los científicos afirmen que existe este material en la naturaleza, sería tan inaccesible como el Vibranium o el propio Beskar.

De los materiales accesibles que sean de los más resistentes y pueda ser usado por la humanidad, pareciera que el grafeno es el candidato a material más resistente para su uso en tecnología.



El grafeno es, nuevamente, carbón ordenado de manera hexagonal, pero en una monocapa. Es decir, lo podemos imaginar como una sábana del ancho de un átomo. Dependiendo de cómo terminen las orillas de esta sábana, y luego enrollándose para que forme un nanotubo, el grafeno se puede comportar como un aislante, un conductor o un semiconductor. WOW! un material que puede ser todo a la vez. Además, dentro del estudio de las fuerzas de roce, conocido como tribología, se estudian los mejores materiales para lubricación. Estos materiales evitan roces excesivos entre las superficies, y tendemos a pensar que para lubricar se necesita humectar con aceite. Pero no siempre es el caso, si imaginamos un transbordador espacial y queremos evitar el roce del metal con la atmósfera, no nos servirá el aceite: primero porque no resiste altas temperaturas y segundo porque se evapora con el vacío del espacio exterior. En este caso es mejor usar carbón, que evita roces y tiene mejor resistencia a la temperatura. Pero no solo se usa en estas tecnologías de punta y proyectos complejos, porque el carbón (grafito) se utiliza para disminuir el roce entre las plumillas de goma y el parabrisas de tu automóvil, ¿te habías fijado que compras limpiaparabrisas cubiertos de grafito para evitar roce y rayas en tu parabrisas?. Esta característica del grafito, de ser un material extremadamente blando se debe al ordenamiento amorfo de los átomos de carbón, a diferencia de los átomos de carbón en un diamante; que están perfectamente ordenados de manera hexagonal compacta y le otorgan propiedades que lo hacen un material extremadamente duro.

Conocer las propiedades de los materiales, puede llevarte a diseñar de mejor manera la funcionalidad de una armadura, y quién sabe, después de eso ya hemos dado el primer paso para convertirnos en un superhéroe.

Respecto a los metales de Mandalore y de Wakanda, podemos inferir que el Beskar tiene una resistencia a energías del tipo electromagnéticas (que involucra campos eléctricos, magnéticos, plasma, luz), además de una gran resistencia. Incluso presenta propiedades electromagnéticas, porque es el único metal que atrae al pulso generado por el ARC, que no destruye al Beskar pero cocina vivo a su portador.

Por otro lado, el Vibranium, parece tener una propiedad para disipar las energías vibracionales (golpes secos, ondas de sonido, movimientos ondulatorios), además de poseer una gran resistencia, y no presenta propiedades electromagnéticas, por lo que el capi no recibiría el impacto del pulso del generador si se protegiese con su escudo.

Para saber cual es más resistente, solo nos queda hacer el experimento de poner a combatir a Mando contra Capi.

[1] BBC News Mundo, Qué es la "pasta nuclear", el material más fuerte descubierto en el universo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-45713671>