

¿No crees que debería hacer una más? Acces UNED, programa de radio educativa y cultural especialmente para vosotros, los mayores de 25 años que aspiráis a ingresar en la Universidad Nacional de Educación a Distancia. En el control Jesús Cediell presentando el programa Arturo Manuel Fernández. Esta noche física. Vamos a dar unos temas de divulgación científica y extensión.

Vamos a referirnos a viejos y nuevos materiales con nuevas propiedades, especialmente a la superconductividad. También hablaremos de la magnetoelasticidad y los vidrios metálicos. Esto será en la segunda parte del programa de esta noche. La asignatura de la Catedral de la Universidad de Madrid de la Universidad Complutense de Madrid. Y en la segunda parte del programa, también de la Universidad Complutense de Madrid. Y para hablarnos de magnetoelasticidad y vidrios metálicos, el profesor García Abelarde charlará con...

Antonio Hernando Grande, catedrático de física. Estamos en Radio Nacional de España, Radio 3, en frecuencia modulada y emisoras colaboradoras de Radio Cadena Española. De lunes a viernes, de 11 a 11 y media de la noche, una hora menos en Canarias. La superconductividad está de moda desde que el premio Nobel del año pasado se concediera por trabajos en este campo y también está de moda este año. ¿No es así, profesor García Velarde? Fue la razón la concesión del premio Nobel de física de 1987 por la cocinilla de unos superconductores algo maravillosos que pueden suponer la revolución energética, la revolución en muchos niveles.

Este año en el SIMO, que es la Feria Oficial Monográfica Internacional del Equipo de Oficina y de la Informática, hay una mesa redonda dedicada a la superconductividad y sus aplicaciones en la informática, los ordenadores ultrarápidos. A mí me gustaría que pudiésemos recordar algo de los superconductores de alta temperatura y pudiésemos llevar el mensaje a la ciudadanía de que la ciencia es parte de la cultura, pero a su vez puede dar lugar a algo aplicable, útil, que puede mejorar nuestra vida ordinaria y nuestra vida complicada, extraordinaria, como es la vida en el trabajo o en los tiempos que corren. Así pues, Miguel Ángel, por ejemplo, empezando contigo, que te tengo más cerca, ¿cuál era la temperatura aquella excitante de octubre del año pasado? Y luego... ¿Cuál era la temperatura de diciembre? ¿Y cuál es la temperatura actualmente de esos superconductores? Buenas noches. Gracias por la pregunta. En aquel momento eran 96 grados Kelvin, como solemos medir los científicos, o sea, 177 grados bajo cero. Y en la actualidad...

La temperatura realmente segura de un superconductor, el de más alta, es de 125 grados Kelvin, o sea, 148 grados bajo cero. Parece que no, pero es un salto importante porque las aplicaciones dependen mucho de la temperatura y esta subida es significativa. Claro, el sueño de Oro es tener superconductores a temperatura ambiente, como podemos tener un pedazo de cobre y eliminar de una vez el cobre para conducir la electricidad sin pérdida alguna. Sí, efectivamente eso sería lo bueno y en camino se anda, pero aún están las cosas todavía, bueno, pues empezando, como aquel que dice. Lo más próximo a la temperatura ambiente, y aún está lejano, son unos datos sin confirmar que parecen haberse encontrado en la Universidad de Taipei, en Taiwán, en un instituto de investigación en física aplicada, donde creen haber encontrado un material que tendría su temperatura de transición a 162 grados Kelvin, o sea, aproximadamente 40 grados por encima, o sea, a 100 grados. O sea, a 100 grados bajo cero, pero esos informes son muy importantes.

Las afirmaciones están sin confirmar y en algún caso, peor aún, sin reproducir, con lo cual nos quedamos con los 125. A José Luis Vicente ahora. Hemos hablado de cocinilla. El año pasado dimos la receta. Hemos tenido incluso una experiencia de cátedra en el Ateneo junto con Alario y varios colegas más, en los que estabas tú también, José Luis, mostrando esos superconductores. José Luis, ¿seguimos de cocina o hemos progresado realmente en el entendimiento de por qué estos materiales son superconductores, puesto que la teoría que hay que aplicar a ellos no es la teoría que conocemos de la superconductividad a muy baja temperatura, casi en el cero absoluto? ¿Ha habido algún progreso notable o estamos todavía en plan de cocina? Pues realmente estamos todavía, como bien dices, en plan de cocina, porque es muy curioso, pero a pesar del esfuerzo ingente que están realizando laboratorios, no solamente laboratorios en universidades o laboratorios gubernamentales, sino sobre todo laboratorios multinacionales de empresas.

muy potentes, están dedicando una enorme cantidad de esfuerzo de personas y de dinero a esta investigación, el aspecto teórico básico de entender por qué ocurre este mecanismo, lo cual ayudaría enormemente a los investigadores experimentales, todavía sigue siendo una completa incógnita. Claro, porque si tuviésemos un buen conocimiento, claro, un buen modelo funcionando de la teoría, podríamos

prever la posibilidad del superconductor a temperatura ambiente. Efectivamente, tanto prever como desechar la posibilidad de que eso ocurriese. Pero de momento está sin entender o sin explicar cuál es el mecanismo microscópico que produce este efecto tan, digamos, sorprendente, no solamente desde el punto de vista científico, sino también desde el punto de vista sociológico, porque absolutamente nadie pensaba que se podía dar este salto tan gigantesco en unos meses.

digamos, científico básico, José Luis, que te parezca que valga la pena comentar, antes de que pasemos con Antonio Hernández Cachero a la aplicabilidad. Pues desde el punto de vista básico se ha avanzado muchísimo, porque actualmente ya se dispone de monocristales. ¿Monocristales qué es lo que significa eso? Explícaselo a la ciudadanía. Un monocristal es a tamaño, digamos, macroscópico, en este caso macroscópico son medio milímetro, un milímetro, de ese orden, es la reproducción muy detallada de lo que ocurre, de cómo están ordenados los átomos en el tamaño microscópico. Entonces estos materiales se sabe desde el principio, muy bien su estructura, se sabe que son unos materiales extraordinariamente anisótropos. Anisótropos significa que las propiedades no son las mismas según la dirección que los miras. Esto es justo, las propiedades varían muchísimo según la dirección que se mida. Entonces para poder caracterizarlos bien hace falta poder medirlos.

muy bien o poder conocer muy bien en qué dirección estamos haciendo las medidas. Entonces actualmente ya se tiene datos de muchísimos laboratorios, bueno, de muchísimos es quizá un poco exagerado, de varios laboratorios, y estos datos hechos sobre monocristales, o sea, sobre material casi ideal, tres, no sé, un milímetro o dos milímetros de material prácticamente sin defectos, ha permitido que toda una serie de parámetros que son muy importantes para poder conocer bien el compuesto, parámetros como pueden ser, por ejemplo, cuál es la corriente máxima que puede aguantar un superconductor antes de transitar al estado resistivo normal, cuál es el campo magnético en presencia del cual el superconductor deja de serlo, etcétera, etcétera, se conocen ya datos muy fiables de cuáles son estas magnitudes, cosas que anteriormente con el material cerámico en polvo eran mucho más difíciles. provocadoras que después de el tiempo el material calvo se rep Dynamo, móvil de los equipillos batteries, esto es fundamental, es una Peg MK y es la primera innovación que hemos experimentado. A thumb alignment samonado de internet son reales y impresionantes, sucedió para decir con el impacto en una nueva tecnología, porque el passionista junto con el primer creador de la tecnología aprend держó una advising el tipo al final vuel inferior de la tecnología y es decir, que la new technology que UFO's. 끝 Y bola llena del gras slower ahora vamos a ver. Okey, vamos a laptop ag aquí. supongo que acá el agua lenta el tiempo no es Shelter Entonces creo que es una opción de trabajo breathing, no tengoasticidad aragico mi vida es una hoje authority pero vamos a probarla. Así es lo que pasa.

el de dar un dato cierto y que dependía en muchas de las medidas del material del laboratorio que lo hubiese preparado, del cuidado con que hubiese estado medido, etc. Otro avance también muy importante es que se han empezado a obtener lo que se llama en física películas delgadas. Bueno, películas delgadas son simplemente películas que tienen qué tamaño. Décima de milímetro, centésima de milímetro. Menos, centésimas o incluso... Por películas se entiende lo que la ciudadanía entiende de películas, una película fotográfica. Es simplemente una capa depositada. Una capa muy pequeña. Entonces, estos superconductores van en el sentido que ahora el profesor Hernández Cachero lo aclarará mejor, en el sentido en que va la tecnología de punta, que es cada vez más pequeña y cada vez más rápida. En este caso se pueden obtener dispositivos muy pequeños, ya que no existe disipación, no se calienta, por lo tanto se puede hacer realmente muy pequeño. Y luego además, en los tiempos de conmutación, en los tiempos en los que ocurre... ..en los tiempos en los que ocurre...

los efectos en los superconductores... Sí, que son los de respuesta, si no pasa o no pasa una corriente, o pasa o no pasa un fenómeno. Son muy superiores a los que ocurren en la tecnología de los semiconductores, que es la normal que se utiliza en muchísimas aplicaciones. Bueno, lo que quiere decir es que los tiempos son más cortos, muchísimo más cortos. Eso nos lleva efectivamente a la posibilidad de aplicaciones, a lo que llamamos los computadores, ordenadores, ultrarápidos. Y de ahí, ¿qué es lo que ha llevado a que haya una mesa redonda, o haya habido una mesa redonda, sobre superconductividad y sus aplicaciones en la informática, en el SIMO? Da la impresión de que estás como muy alejado, y sin embargo, esta mesa redonda parece que ha tenido un gran atractivo. ¿Qué es lo que hay detrás de esa mesa redonda? ¿Cuáles son, pues, esas aplicaciones, particularmente en ordenadores? Antonio Nández Cachero, catedrático de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense. Puedo decir que la expectación ha sido muy grande, y a lo largo de todo el año, y que realmente... Uy, habéis tenido un éxito. Un éxito inmenso, es decir, en gentes...

Bueno, lleno hasta la bandera, como se dice. Eso ya ocurrió el mes pasado, desgraciadamente. Nos

hubiera gustado haber anunciado aquí, sin peligro de que nos digan de qué hacemos publicidad, porque la ciencia debe ser ofertada a la ciudadanía. Pero, en fin, con éxito de lleno hasta la bandera, ¿qué es lo que se discutió? ¿Cuáles son esas aplicaciones? Bueno, en realidad, digamos que yo pienso que, tal y con los logros tecnológicos que se han producido a lo largo del año, como por ejemplo ha mencionado hace un momento el profesor Vicent, como la consecución de películas delgadas, sobre todo, y con densidades de corriente del orden de 10 elevado a 6 amperios por centímetro cuadrado. O sea, un millón de amperios por centímetro cuadrado. Pues esas películas permiten interconectar lo que en electrónica llamamos, entre sí, chips, semiconductores, pulguitas. Y, por lo tanto, hay toda una tecnología que se... que se llama ya tradicionalmente en semiconductores tecnología híbrida, que con...

consiste en ir conectando distintos chips y luego encapsularlos en una cápsula mucho más grande. En este caso, pues utilizando esos conectores, digamos los conectores con películas delgadas superconductoras, permitirá, como has mencionado antes, mucha menor disipación y, digamos, una velocidad de respuesta a unos tiempos de conmutación mucho más pequeños. Claro, eso significa técnicamente que a un ordenador que va muy deprisa calculando le puedes proponer problemas que antes no podías proponer. A veces la capacidad de respuesta en velocidad decide si puedes o no someter un problema. Por supuesto. Pero además... Intuyo que, digamos, que todas las empresas más importantes de los países punta están, digamos, lanzando ya incluso...

productos comerciales superconductores. Ya ahora mismo, por ejemplo, hace un par de meses ha salido una publicidad, que creo que es un avance cualitativo muy importante, de un osciloscopio superconductor de velocidad ultra rápida, de tal forma que utiliza, no utiliza los nuevos superconductores, pero sí, digamos, utiliza tecnología de helio como refrigerantes de los chips, y es una novedad en cuanto a que es el primer producto comercial de un chip, que en realidad no es superconductor, es híbrido, en el sentido de que tiene una parte del chip semiconductora y otra parte superconductora, y digamos que ya si están apareciendo cada vez aparatos más sofisticados, utilizando técnicas superconductoras, parece, todo indica, que no dentro de demasiado tiempo habrá aplicaciones, pero sobre todo dentro de la microalimentación, electrónica, como decíamos antes. O sea que estamos como en el fútbol.

El gol está cantado, vamos a ver cuándo lo cantan. Miguel Ángel Alario pilota un proyecto europeo, o eso me han dicho, las malas o buenas lenguas. En este país a veces quienes te hablan no necesariamente es buena lengua. Pilota un proyecto europeo sobre el estudio, cocina y demás de estos superconductores de alta temperatura. ¿Puede decirnos algunos comentarios respecto a ello? Puedo intentarlo. Se trata de un proyecto compartido por 15 laboratorios europeos. Los cuales son tres españoles, tres franceses, cuatro alemanes, cuatro italianos y un laboratorio inglés. Que a todos nos ha financiado conjuntamente la comunidad para desarrollar un proyecto. ¿Ya os ha dado la financiación? Nos ha dado la financiación. ¿Qué financiación es económicamente hablando? 100.000 Ecus por laboratorio. El Ecu aproximadamente es el dólar 120 pesetas. 137 pesetas en el momento actual. 100.000 multiplicado por 137. ¿Y eso para el PESAS? Eso es para a lo largo de dos años. Podemos utilizarlo precisamente intentando hacer cristales y poder entender las propiedades básicas de los superconductores.

pues parece claro que mientras no se comprendan las propiedades básicas, no se podrá predecir otros materiales superconductores con temperaturas todavía más altas. También conviene quizá decir que entre los laboratorios europeos que participan junto a nosotros los hay prestigiosísimos como el Max Planck Institute. Bueno, no empecemos ya a echar las flores a los demás. Significa que estamos en un nivel no tan alto, pero en fin, acercándonos. En la modestia que caracteriza a nuestro país, donde se ha invertido muy poco en investigación, vamos ya progresando. No podemos de la noche a la mañana decir que estamos en la punta, pero sí empezamos a ir moviéndonos por la parte delantera de los barcos. Claro, ello se debe a que ahora hay en los últimos años una sistemática ayuda a la investigación, donde ya cabe decir que básicamente no hay proyecto de investigación serio que no reciba financiación. En fin, volviendo a la superconductividad a alta temperatura, ¿hay algún comentario, alguna cuestión que penséis puede ser transmitida a la audiencia en términos sencillos?

Yo tengo una información que creo que es interesante y es que no solo hay diferencia en cuanto a la temperatura alcanzada, sino que también hay una diferencia importante cuantitativa en el número de compuestos superconductores que se conocen. De entonces a acá se ha encontrado una nueva familia de superconductores en los que por supuesto hay cobre, todos los de alta temperatura tienen cobre, pero hay unos que tienen bismuto, otros que tienen talio y tienen estructuras bastante distintas. De tal manera que desde el punto de vista de la información tenemos ya mucha más información, con lo cual nuestras teorías pueden ser más completas. A su vez van a tener que explicar todavía más fenómenos experimentales. Pero yo creo que ese es un salto muy importante y que aunque la temperatura solo haya

subido aproximadamente un 50%, lo cual por otra parte es mucho, pero en fin, es también muy interesante que el número de familias superconductores se ha aumentado bastante. Digamos, como ha dicho Miguel Ángel Alario, ahora ya dispongamos. Se dispone de cuatro familias.

superconductoras, de las cuales tres de ellas, su temperatura se encuentra por encima de la temperatura del nitrógeno líquido, lo cual es un punto muy importante a la hora de la posible aplicabilidad de estos superconductores. José Luis. Nada más que decir que es un tema extraordinariamente interesante y que va a estar durante muchísimo tiempo en Candelero, pero que hay también que ser un poco cautos en cuanto a las aplicaciones, porque probablemente va a pasar un cierto tiempo hasta que empecemos a ver... Superconductores a temperatura ambiente. No solamente a temperatura ambiente, sino superconductores caseros, digamos. Caseros. De todos modos, la ciencia es parte de la cultura, la ciencia puede ser aplicable y cuando se aplica razonablemente puede servir para beneficio del ciudadano, del ama de casa, del campesino. La ciencia, a finales del siglo XX, es... El logro más grande en la historia del hombre como ser racional.

El mayor problema de la investigación actual para una explotación práctica de materiales con la propiedad de la superconductividad es que esos materiales mantengan esta propiedad a temperatura ambiente. Música Música El campo magnético influye en la conductividad de los superconductores. Los superconductores se pueden aplicar a la conexión de chips en los ordenadores y tienen un gran futuro en la microelectrónica. Música Bismuto, talio, helio son elementos que se emplean en la investigación sobre la superconductividad y que pueden permitir elevar las temperaturas para una explotación de la superconductividad más cercana a las temperaturas ambientes. Música

Continuamos ahora el programa hablando de otro tema de divulgación científica, que es el de la magnetoelasticidad. Nos acompañará el catedrático de física de la Universidad Complutense de Madrid, Antonio Hernando Grande. Profesor García Velarde, para introducirnos en este tema, ¿qué es la magnetoelasticidad? Si consideramos que la propiedad magnética de un material se basa en cómo están colocados sus átomos y cómo interactúan, pues bien, si movemos las distancias interatómicas en una versión, en una visión simplista de lo que es un material, esas propiedades pueden ser muy importantes. Pueden variar al estirarse o encogerse lo que serían las conexiones entre átomos. Me doy perfectamente conocidas las propiedades de un material.

lo someto a tensiones, estiro o encojo las distancias interatómicas y observo un cambio en las propiedades magnéticas. Si es eso lo que yo interpreto de lo que nos comentó, tenemos pues la posibilidad de muy finamente percibir perturbaciones de carácter mecánico a raíz de medidas que son de propiedades magnéticas. En la Universidad Complutense de Madrid hay un grupo de investigadores que llevan unos 18 años investigando sistemáticamente magnetismo, temas y trabajos sobre magnetismo, variación de las propiedades magnéticas de cristales y muestras cristalinas. ¿No es así, profesor Hernando Grande? Buenas noches. Bueno, el grupo de... El grupo de magnetismo de la Universidad Complutense se había dedicado durante estos 15 o 16 últimos años a estudiar sistemáticamente...

la variación de las propiedades magnéticas de cristales, de muestras cristalinas, en las que los átomos están dispuestos periódicamente, como los soldados cuando están en una formación, en orden. Habíamos estudiado la influencia de las tensiones mecánicas en las propiedades magnéticas de estos materiales cristalinos, y a partir del año 80 comenzamos a estudiar los vidrios metálicos, las mismas propiedades en vidrio metálico. Los vidrios metálicos, como quizás alguno sepa, tienen la característica de tener una estructura atómica equivalente a la de un vidrio, un líquido. Bueno, digamos que se llama cristal no a los cristales de las ventanas, que son vidrios. Claro, claro, eso serían como los vidrios estos nuestros. Es decir, un cristal está caracterizado por tener los átomos dispuestos con una periodicidad traslacional. Por eso me gusta utilizarlo. Voy a utilizar el ejemplo de una formación de soldados cuando están formados.

Es decir, la formación de soldados cuando están disciplinadamente firmes es un cristal Y cuando se dice romper filas, el desmadre que hay Si se hiciera una foto en ese momento, la distribución que tienen los soldados en el momento de dos segundos después de romper filas Sería como la distribución que tienen los átomos en un líquido o en un vidrio Es decir, en un vidrio que es un amorfo en primera aproximación por no tener esa estructura cristalida que tienen los cristales No confundir pues los vidrios de las ventanas con los cristales Un cristal ideal sería un diamante Si tuviéramos unos cuantos, a lo mejor nuestra investigación iba mejor Claro Adelante pues, nos encontramos con los vidrios metálicos Bien, entonces estos vidrios metálicos, por el hecho de tener sus átomos, como en el caso de los líquidos distribuidos sin un orden Presentan magnéticamente unas características muy interesantes Lo difícil era conseguir ¿Qué es lo que se llama? Muestras que fueran magnéticas, ferromagnéticas

Es decir, con características de imán, propiedades magnéticas espectaculares. Que atraen las minutas de hierro, etc. Es decir, como los superconductores que ahora se buscan de alta temperatura, los ferromagnéticos que presentan el mismo fenómeno, lo que pasa es que la temperatura ya naturalmente es muy alta y entonces estamos acostumbrados a verlo. Bueno, la cerámica, por ejemplo, la cerámica que se puede comprar en los supermercados y que utilizan las amas de casa en las cocinas, o se utilizan para pegarlo en algunas pizarras metálicas, son simplemente materiales magnéticos cuyo punto de pérdida del magnetismo está hacia los mil grados aproximadamente. Sí, sí, como sucede con el diámetro. Entonces, lo que la humanidad no ha conocido hasta ahora, y hemos sabido nuestros antepasados hacer muy bien vidrios sólidos que tienen los átomos no periódicamente distribuidos, eso lo ha sabido... Eso se ha sabido hacer de siempre la humanidad desde hace muchos siglos. Son los vidrios estos que todos los que... también los de las ventanas... Los de las iglesias, la maravilla de las iglesias góticas. Eso son vidrios. Y eso se ha sabido hacer desde hace mucho. Lo que no se supo hacer hasta muy recién...

Consecuentemente, son vidrios con características metálicas, conductores de la electricidad. Eso le conviene indicar. Llamamos metal a algo distinto a lo que es no metal. Di unas cuantas propiedades que la ciudadanía pueda percibir. Sí, pues yo diría que un metal es aquel material que uniendo los dos polos de la pila, pues descarga la pila. O un pedazo de cobre. Un pedazo de cobre. Pero un pedazo de hilo, por ejemplo, de coser, no es un metal. No, no es eso. No conduce a la electricidad. La diferencia primera que podríamos poner es posibilidad de conducción de la electricidad. Sí, sí, yo creo que es la más importante. Igual que la conductividad eléctrica, ¿no? Perdón, térmica. Térmica. Que conduce la... Suelen ir de par la buena conductividad eléctrica con la buena conductividad calorífica. Suelen ir de par. Un aislante térmico suele generalmente ser un aislante eléctrico. Es decir, un pedazo de madera no es un metal. Al mismo tiempo, un pedazo de madera es un aislante térmico. Pero, en fin. En fin. Tomemos como punto de partida que metal es un buen conductor de la electricidad.

Entonces, lo que es difícil es conseguir un material con características metálicas y que no tenga sus átomos distribuidos como los soldados en la formación, es decir, que tenga característica de vidrio, vidrio microscópica, es decir, que tenga los átomos dispersos, dispuestos sin periodicidad transnacional. Para hacer... Fíjate tú, perdona que te interrumpa, es que los vidrios de las ventanas son aislantes térmicos también, aparte de los conductores. Es decir, que nos encontramos con que tenemos que ir en contra de lo que está en el origen de la conductividad eléctrica. Es decir, el hecho de la magnífica periodicidad en una red cristalina de un cristal nos lleva, eventualmente, a la buena conductividad eléctrica y calorífica. Estamos viendo que hay posibilidad de evitar eso. Es decir, vamos a intentar que no sea a priori un conductor y vamos a ver si conseguimos que sea conductor. ¿Es eso? Efectivamente. Yo matizaría ahí una cosa que has dicho, que es que la periodicidad de la distribución de los átomos es la responsable de la conductividad eléctrica.

Creo que eso es una costumbre que tenemos todos, más que justificada, por supuesto, de utilizar lo que los que están más o menos familiarizados con la física del estado sólido llaman una consecuencia del teorema de Bloch. Es decir, que se ha dicho siempre que los metales conducen muy bien la electricidad porque los átomos están dispuestos periódicamente. Esto se dice, y viene en los libros mejores, el que quité el Alzheimer a todos los libros de sólido, se dice porque no se conocían estos vidrios, porque entonces no se hubiera dicho. En el caso de los vidrios, el problema es que hubo una persona que descubrió una técnica, utilizando una nueva técnica, produjo unos materiales metálicos por enfriamiento ultra rápido, es decir, enfriando el líquido a un millón de grados por segundo, se consigue un metal que no tiene periodicidad relacional, que es vidrio, como el vidrio de las ventanas, y que sin embargo conduce la electricidad. El enfriamiento ultra rápido lo que produce es una... elimina la posibilidad de que el sistema alcance...

su equilibrio termodinámico y lo congela en un estado de equilibrio a una temperatura más alta, que es lo que se llama temperatura ficticia. Entonces, el hecho de descubrir técnicas nuevas yo creo que es la fuente de nuevos datos que revoluciona la física establecida. Yo estoy de acuerdo con lo que dices de que la aproximación del teorema de Bloch para explicar la conductividad es equivalente a considerar que fuera un gas ideal el que llena esta habitación. Pero de todas formas yo quiero llamar la atención como la audacia de personas que investigando descubren técnicas nuevas, esas técnicas nuevas algunas veces producen materiales que ponen en crítica todo lo establecido previamente antes de conocerse esos nuevos materiales. Para hacer vidrios metálicos hay que enfriarlos a un millón de grados por segundo el líquido, que es una velocidad muy alta, pero además hay que introducir en el compuesto, no es puramente metálico en el sentido de que tiene en su composición algún, porcentaje de átomos metaloides.

que son los que permiten con esa velocidad de enfriamiento obtener el vidrio. Pues fuera un metal puro, por ejemplo oro, para obtener oro en estado amorfo a partir del líquido necesitaríamos una velocidad de enfriamiento de miles de millones de grados por segundo que no se puede obtener en un laboratorio. Entonces tenemos que tener siempre algo de boro, fósforo, algún metaloide. Vamos, las composiciones típicas suelen ser 80% de metal, 20% de metaloide, por ejemplo hierro, porque a nosotros nos interesan los vidrios que luego sean ferromagnéticos, hierro, cobalto o níquel, como se puede utilizar como metal o combinaciones de ellos, y luego un 20% de boro, de fósforo, de silicio. Bueno, eso yo creo que la ciudadanía ya lo tiene cerca, el boro, silicio, etc. Ya es algo conocido en la ciudadanía, el hierro es algo conocido. Tenemos pues ya esos vidrios metálicos, ¿qué tiene que ver eso con la aplicación o el interés que pueden tener nuestros colegas suecos, las empresas suecas que dicen que ya han ido patentando en esa agresividad que era desconocida?

como Cateático Universidad, y qué tiene de interés la Renfe, que es la razón que nos motivaba y que para mí constituye el éxito de tu investigación. No ya a nivel científico, sino a nivel de la aplicabilidad, y a ser profeta en tu tierra, que eso me parece ya bastante. En fin. Bueno, pues la razón última es que estos vidrios son ferromagnéticos, es decir, todos los momentos magnéticos de los átomos están paralelos, tienen imanación, se llama imanación espontánea. La imanación espontánea en los vidrios no está sujeta a nada, está libre, basta cualquier campo magnético externo, por pequeño que sea, que la imanación se ponga en la dirección, consigue que la imanación se ponga en la dirección de ese campo. Son lo que se llaman materiales magnéticos muy blandos. Hace falta muy poco campo magnético para imanarle en la dirección de ese campo magnético. Es muy sensible la imanación al campo magnético o a cualquier agente que imanara. Que le afecte, es decir, la imanación...

no está ligada como sucede en un cristal a las direcciones cristales sino que está libre completamente entonces, nosotros podemos utilizar uno de estos vidrios que son muy finos tienen algunas micras de espesor podemos pegarlo a las piezas millésimas de milímetro podemos pegarle a la pieza con un cemento a la pieza donde queremos conocer la pieza a la cual queremos determinar las tensiones que actúan sobre ella por ejemplo, eso que puede ser un rail un avión en tren o puede ser el eje de un coche que es donde inicialmente causó una expectación mayor la aplicabilidad de estos materiales porque se puede según sea el par que está actuando sobre el eje del coche tener una variación magnética que produce inmediatamente una tensión eléctrica que se puede llevar a un microprocesador esa tensión eléctrica se puede utilizar para compensar

realizar pares, entonces podríamos tener un coche... Es decir, que puede realimentar como regulador. Realimentar como regulador, tendríamos como un coche con un piloto automático. Claro, que le haría cambiar la acción que estabas haciendo en virtud de lo que vas obteniendo como respuesta. Hasta aquí el programa de física de esta noche, en el que el catedrático Manuel García Velarde ha debatido diversos temas con otros catedráticos como él, de química y física, de la Universidad Complutense de Madrid. Concretamente, en la primera parte ha hablado con el catedrático de química Miguel Ángel Alario, con el de física Antonio Hernández Cachero, y con José Luis Vicent, profesor titular de física, sobre superconductividad. Y en la segunda parte del programa, con Antonio Hernando Grande, catedrático de física, sobre magnetoelasticidad. Muchas gracias por la atención prestada y buenas noches. Gracias.

Con el curso de acceso damos por finalizada la emisión de hoy viernes 17 de febrero. Hasta el lunes, que volveremos a estar con todos vosotros de 9 a 11 y media por Radio Nacional de España y otras emisoras colaboradoras. Trataremos temas relacionados con filología, geografía e historia y también os ofreceremos los habituales 30 minutos del curso de acceso. Hasta entonces, muy buenas noches y que paséis un feliz fin de semana. Traducido por Marie Arias

Gracias. Gracias.