

4
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES

REPORTAJE

"Revolución Tecnológica: SUPERCONDUCTORES"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA COMUNICACION

P R E S E N T A N:

DULCE MARIA DEL PILAR ALVAREZ TREJO

NANCY TERESA BUZO CASANOVA

ASESORADAS POR LA PROFESORA

ERENDIRA URBINA URBINA

FALLA DE COPIA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
"INNOVACION TECNOLÓGICA: SUPERCONDUCTORES"	
1.1. ¿Qué es la resistencia eléctrica?.....	4
1.2. ¿Qué se ha hecho en materia de superconductividad de 1911 a 1988?.....	9
1.3. ¿Cuáles son los mejores descubrimientos?.....	15
1.4. ¿Por qué revolución tecnológica?.....	18
Cuadro Final Capitulo I.....	22
CAPITULO II	
"EL ESTADO SUPERCONDUCTOR EN MEXICO"	
2.1. Estado e investigación de superconductores.....	23
2.2. Desarrollo de la técnica de campo en materia de superconductores.....	28
2.3. Características de los principales estudios de superconductores.....	31
2.4. ¿Qué ha sido el apoyo de las principales instituciones científicas en México?.....	35
2.5. ¿Qué perspectivas económicas se ven?.....	42
2.6. México y el desarrollo de esta tecnología.....	43
Cuadro Final Capitulo II.....	45
CAPITULO III	
"LOGROS EFECTIVOS EN EL CAMPO SUPERCONDUCTOR"	
3.1. Esfuerzos a nivel internacional.....	48
3.1.1. Competencia científica.....	48
3.1.1.1. Instituciones científicas y asociaciones.....	54
3.1.1.2. Universidades.....	57
3.1.1.3. Empresas y consorcios.....	60

2.2 proyectos de uso en la realidad.....	82
2.2.1 Envío hacia el futuro: Aplicaciones inmediatas.	85
3.3 Un reto: La investigación trabajo continuo.....	88
Cuadro Final: Capítulo III.....	92
CONCLUSIONES	
Divulgación.....	94
Superconductividad.....	96
Reportaje.....	99
Bibliografía.....	101
Artículos sobre el tema.....	106
Citas bibliográficas.....	111
Glosario.....	112

• INTRODUCCION •

INTRODUCCION

El presente trabajo se encuentra dentro del campo de la ciencia, y es un tema que no resulta "familiar" para elaborar una tesis de periodismo, más no es así.

Sabemos que el papel principal de todo comunicador social es precisamente ese; comunicar, informar, dirigirse a un público a través de temas políticos, sociales, económicos, y también científicos, dar de este modo un lugar a la ciencia, pues sabemos que esta busca la mejoría de la humanidad, por ello la divulgación científica, representa una de las labores más importantes de todo periodista.

"La divulgación, es el proceso mediante el cual, el divulgador en su carácter de informador comunica al público en primer lugar; los conceptos fundamentales de la ciencia y la técnica en segundo; la forma como estos son aplicados al progreso, y en tercer lugar; la repercusión que estos tengan en el futuro de la propia población." (1)

Por ello, considerando que la divulgación de la ciencia es una base fundamental en nuestra formación como comunicadores, surgió entonces la inquietud de realizar como trabajo de tesis este reportaje titulado: "Revolución Tecnológica: Superconductores", un tema prácticamente desconocido por la mayoría de nosotros, con excepción de los círculos de estudiantes de la física, y que por ser un extraordinario adelanto científico en el que nuestro país ha desarrollado un destacado papel, es muy importante transmitirlo a todo tipo de público, al considerar que México como país en vías de desarrollo, no cuenta con la suficiente información de los progresos científicos y tecnológicos.

"Considerando los problemas específicos de los países en vías de desarrollo, para transmitir el progreso científico y tecnológico hasta las audiencias rurales y marginadas, los medios de comunicación deben adaptarse a las necesidades de un tipo de público que vive una realidad concreta e inmediata. Ese público, no solo desea ser informado, sino, que asocie directamente la información de su trabajo cotidiano." (2)

Así nació esta inquietud por realizar un reportaje de divulgación científica, para dar a conocer este fenómeno físico de la superconductividad, saber qué es, para qué sirve y de dónde y como surgió.

La realización de este trabajo, representó un reto para nosotras ya que para desarrollarlo, el primer paso consistió en entender que es la superconductividad, para lo cual fue necesario entender términos propios de la física. El segundo paso, y más importante fue escribir y estructurar el reportaje, traducir el lenguaje científico y los conceptos propios de esta disciplina a uno sencillo y de fácil comprensión para hacer posible que aquellos que desconocen el tema lo conozcan y entiendan sin mayor problema.

"El lenguaje para la divulgación de la ciencia, debe ser lo más claro y sencillo posible, sin perjuicio del nivel científico de la información" (3)

Para el desarrollo de este trabajo, como anteriormente se señaló, decidimos hacerlo por medio de un reportaje.

Mencionar el término "reportaje", implica referirnos al género periodístico que nos permite investigar, y realizar un trabajo completo que nos habilite para expresar y comunicar una noticia que sin duda alguna lleva consigo una relevancia muy importante, como es el caso de los superconductores.

"El reportaje representa una investigación. Lleva noticias y entrevistas; constituye el examen de un tema en el que se proporcionan antecedentes, comparaciones, derivaciones y consecuencias, de tal manera que el asunto queda tratado con amplitud en forma cabal. El reportaje tiene semejanza con la ponencia, que plantea considerandos y establece conclusiones.." (4)

Este reportaje se divide en tres capítulos. El primero señala los antecedentes de la superconductividad, su desarrollo, y por que se la ha llamado "Revolución Tecnológica".

El segundo capítulo, analiza el estudio de la superconductividad en nuestro país, cuales han sido las investigaciones y los nuevos materiales superconductores que México ha aportado, señalamos también el aspecto económico de estos estudios y finalmente destacamos el lugar que los científicos mexicanos han logrado ocupar, así como el importante papel que en esta materia, la Universidad Nacional Autónoma de México a través de sus institutos ha desarrollado.

En el tercero y último capítulo, se presenta una recopilación de empresas, institutos científicos, asociaciones y universidades que se dedican a estudiar la superconductividad, señalamos el nombre de la institución, la actividad que desarrolla en esta materia y las personas involucradas.

En las conclusiones destacamos la importancia de la divulgación científica, la necesidad que todos tenemos de conocer los adelantos científicos y tecnológicos de nuestro país, así como el porqué este fenómeno físico representa uno de los descubrimientos más extraordinarios del hombre.

Presentamos entonces un reportaje de divulgación científica, cuyos principales objetivos son: conocer este importante tema y resaltar que en México existen científicos capacitados que han dado un lugar destacado a nuestro país dentro del campo de la superconductividad y algo muy importante, demostrar que el comunicador tiene un compromiso con la ciencia, darle un lugar dentro de la cultura nacional, pues solo mediante los medios de comunicación es posible

hacer de la ciencia algo común para todos, y no solo para los expertos en el tema.

El presente trabajo, va dirigido a aquel público que conozca poco o nada sobre el tema, formado por adolescentes y adultos.

Así mismo, se plantea que el medio de comunicación por el que debe transmitirse es la televisión, por ser el medio más adecuado para presentar trabajos científicos.

"La televisión es un medio que debidamente aprovechado ofrece grandes posibilidades que bastarían para colmar los sueños de un divulgador científico. Es posible mostrar los laboratorios, las experiencias, la innovación tecnológica y los procesos más complejos explicados en detalle." (5)

Para ello, y como parte complementaria de esta tesis-reportaje, presentamos un video que refuerza el trabajo escrito, para lograr que se comprenda más y mejor este interesante fenómeno físico de la SUPERCONDUCTIVIDAD.

" Comunicar es compartir.
La ciencia debe ser un
conocimiento compartido"

¶

Gaceta UNAM
Septiembre de 1985

CAPITULO 1

INNOVACION TECNOLOGICA SUPERCONDUCTORES

1. ¿Qué es la resistencia eléctrica ?

Cobra gran importancia en la actualidad el logro de descubrir que existen algunos materiales que al ser enfriados presentan un fenómeno conocido como Superconductividad. Los nuevos superconductores son materiales que no presentan resistencia alguna al paso de la corriente eléctrica, siendo los responsables de una serie de avances en la tecnología hasta ahora solo concebidas en la ciencia ficción.

Para comprender más fácilmente diremos las implicaciones de este nuevo descubrimiento: todos los aparatos funcionan con electricidad y presentan de una forma u otra resistencia al paso de la energía. Dicha resistencia se manifiesta en forma de luz o calor, en algunos casos es aprovechada, por ejemplo en focos, las planchas, y en las parrillas eléctricas.

Ahora bien la resistencia eléctrica no utilizada, representa pérdidas de energía; líneas de distribución y aparatos en buen estado desperdician la quinta parte de la corriente suministrada en su diario funcionamiento.

"RESISTENCIA": propiedad que tienen los cuerpos de soportar las acciones de agentes mecánicos, físicos o químicos sin romperse, deformarse o ser atados por ellos. Es la obstrucción que opone un conductor al paso específico de la corriente eléctrica, que se utiliza para lograr el funcionamiento de el termostato de las planchas entre otros. Conductor que se emplea para aprovechar dicha resistencia con algún fin. Fuerza que se opone al movimiento de un cuerpo. (1)

La cita anterior define científica y técnicamente la resistencia que presentan todos los materiales que en la actualidad conocemos como conductores. El hombre desde hace varios años ha buscado conductores eléctricos en los cuales no se presente el fenómeno de resistencia. Por consiguiente los superconductores encontrados, han tomado una relevancia nunca antes imaginada; como dijimos anteriormente carecen de esta resistencia y además al paso de la energía, generan grandes e intensos campos magnéticos, haciendo flotar imanes no importando su tamaño e intensidad, los cuales provocarán una revolución tecnológica en los próximos cuatro años si se consigue su funcionamiento sin problema alguno a la temperatura ambiente. Este fenómeno que genera dichos campos magnéticos es conocido con el nombre de Diamagnetismo o Efecto Meissner.

Cabe señalar que los superconductores encontrados anteriormente solo presentaban estas características a muy bajas temperaturas, haciendo muy difícil para científicos e investigadores lograr un adecuado estudio de los mismos, ya que estas temperaturas llegan a ser del orden de varios cientos de grados centígrados.

De ahí parte lo asombroso de su estudio y conocimiento, ya que estos materiales son aleaciones y ademas cerámicas, es, cerámicas quizá no exactamente iguales a las que conocemos, pero sí de una estructura química similar, sus principales elementos integrantes abundan en nuestro país.

Las perovskitas (nombre genérico de estas cerámicas), deben su nombre al material específico componente: CERAMICAS (sólidos que continúan elementos metálicos con no metálicos y oxígeno por lo común) tiene una especial disposición atómica. Se trata de los minerales más comunes y abundantes de la Tierra.

Muchos superconductores de alta temperatura pertenecen a esta familia de cerámicas, cuya versátil estructura engendra materiales con un amplio espectro de propiedades eléctricas. Por lo que la idea de utilizarlos parecía inalcanzable.

Durante varias décadas, los esfuerzos por encontrar superconductores de altas temperaturas se concentraron en aleaciones de metales y ni siquiera se sospechaba que alguna cerámica podría tener las propiedades características de estos materiales.

El primer artículo sobre estos novedosos materiales aparece en abril de 1986 por H.A. Müller y J.C. Bednorz del laboratorio de investigación de la IBM en Zurich quienes estudiaban óxidos superconductores a alta temperatura. El Prof. Müller publicó en la revista alemana Z.Physik, el artículo intitulado "Un posible estado superconductor a 40°K" en el cual reportó la existencia de un óxido presentando la mayor temperatura crítica hasta entonces conocida.

El artículo publicado en la prensa fue ignorado totalmente por el mundo tanto científico como por el que no lo es. Por ello Müller y Bednorz presentaron su trabajo hasta 1987 en Boston en una reunión de científicos e investigadores de todo el mundo y el cual les sería recompensado con el premio Nobel de Física.

Y es en este momento, cuando el descubrimiento realmente capta la atención mundial, misma que se lanza a realizar trabajos sobre el tema. Para la realización de la reunión del American Physics Society en Nueva York, ya se habían llevado a cabo una enorme cantidad de trabajos al respecto.

Pero el mérito le corresponde en primer lugar al Prof. Müller tal y como la propia comunidad científica lo reconoce, un hombre sin pretensiones, sencillo cuyo trabajo marcó sin duda uno de los cambios más dramáticos del siglo.

La superconductividad es un fenómeno conocido desde principio de siglo, entonces: ¿Porque se califica de descubrimiento revolucionario e inclusive como el desarrollo más importante, por una comunidad de físicos avasores de los superlativos?

El frenético trabajo de investigadores y científicos en todo el

mundo, se centra en la obtención de superconductores a temperatura ambiente, equivalencia dada a los 200°grados Kelvin y en breve pudiera ser factible, a pesar de considerarse hace un par de años atrás una locura.

La aplicación de la superconductividad con algún fin inmediato, depende de la carrera mantenida entre físicos y temperatura para lograr enfriar los materiales a una temperatura de transición superconductoras más alta y por tanto más fácil de conseguir.

A partir de esta necesidad nace la criogenia, mejor conocida como ciencia del frío. La prioridad de esta técnica es la de licuar (convertir en líquido) los gases, permitiendo así mantener una temperatura baja estable, a la que puedan ser enfriados los superconductores, no significando un imposible técnico, en términos que tanto científicos como investigadores puedan trabajar sin la utilización de trajes especiales en condiciones extraordinarias y según el gas que se trate no siendo inaccesible en cuanto a costos.

La criogenia es la parte fundamental del desarrollo de la superconductividad, que permite el enfriamiento de estas cerámicas superconductoras en condiciones regulares de trabajo, y con un gas como el nitrógeno mucho más barato y abundante que el helio, por lo que su aplicación útil ya no dista ser una realidad, por la sencilla razón de haberse encontrado superconductores con nitrógeno y no con helio líquido como se había trabajado anteriormente, ya conseguirlo representa hoy un proceso costosísimo.

 TABLA DE LIQUIDOS CRIOGENICOS

Líquido Criogénico	Temp C	K
Helio	-269	4.2
Hidrógeno	-252.5	20.7
Neón	-246	27.2
Nitrógeno	-197.8	77.3
Oxígeno	-183	90.1
Aire líquido		81
Kriptón	-152.3	120.8
Xenón	-107.1	165
Bióxido de carbono	- 78.5	194.7
Radón	- 51.9	211.3

Para comprender más claramente la importancia de esta nueva ciencia del frío, a continuación daremos algunos de sus usos más comunes: como lo es la criopreservación y el mejoramiento genético. Se pueden conservar clones de plantas y animales en peligro de extinción. En cuanto al mejoramiento genético, la inseminación artificial es aplicada a ganado bovino, ovino, caprino y porcino.

En el campo de la medicina, es el IMSS el único que cuenta con un aparato que usa tecnología de criogenia para hacer análisis del cerebro. En el Instituto de Investigaciones en Materiales se realizan estudios de frontera en el campo de la criogenia. Cuenta con el laboratorio más antiguo y grande del país para realizar estas investigaciones y producir nitrógeno y helio líquidos.

Una de las técnicas más avanzadas que se trabajan en el Departamento de criogenia de este Instituto es la refrigeración por dilución de helio; se trata de un fenómeno similar al de la evaporación. El equipo mexicano trabaja con esta técnica logrando llegar, en 1984, hasta una temperatura de 1,000°grados Kelvin. La temperatura más baja que se ha logrado en México.

Todas estas características definen un superconductor, pero ello no quiere decir que pueda utilizarse sin más en cualquier aplicación. En este sentido todavía queda mucho camino por recorrer, aunque desde luego no tan largo como el que lleva desde 1911 hasta el logro fantástico del Instituto de Física y del Instituto de Materiales de la Universidad Nacional en 1988 en lo que a superconductividad se refiere.

Lo primero es obtener superconductores que se puedan moldear en forma de hilos y bandas flexibles, algo imprescindible para enrollar bobinas o tender cables, por ejemplo. Aquí ya se están efectuando los primeros avances y en IEM incluso han ideado un método para soldar al material superconductor sobre una superficie, en particular sobre un circuito eléctrico. Por supuesto, estos cables, bandas y películas también deben poseer buena resistencia mecánica y estabilidad química para que no se deterioren con el paso del tiempo.

Quedan aún dos problemas por resolver.

En primer lugar los superconductores tienen la desagradable particularidad de perder todas sus fantásticas propiedades en cuanto pasa una determinada cantidad de energía eléctrica; a esto se le llama umbral de corriente crítica; o si a su vez se le somete a un campo magnético demasiado intenso, umbral llamado campo crítico. Este es el segundo reto para los científicos además de obtener la superconductividad a temperatura ambiente.

Superados estos obstáculos en breve, el horizonte para las aplicaciones no conocerá límites.

Desde una perspectiva histórica, los logros obtenidos en este campo dan evidencia de que la ciencia básica en todo el mundo ha

alcanzado una madurez que permite la participación de todo aquel
que se interese por el avance hacia un mejor panorama de vida.

Los filósofos se han limitado
a interpretar al mundo de
distintos modos; lo importante
es transformarlo. . .

Carlos Marx. (2)

1.2 ¿Qué se ha hecho en materia de superconductividad de 1911 a 1988?

Para comprender más ampliamente el fenómeno de la superconductividad, remontémonos a sus orígenes.

La investigación continúa del hombre, acerca del mundo que lo rodea lo ha llevado a adquirir conocimientos muy importantes, así como lograr descubrimientos que tal vez nunca se hubieran imaginado posibles.

Con el descubrimiento de la electricidad, la vida del hombre, experimento una transformación total, no solo a nivel industrial, sino de la misma vida cotidiana.

Pues ahora con solo oprimir un botón, en un instante podemos iluminar una habitación, podemos hacer que la imagen aparezca en nuestro televisor, y facilitar la elaboración de los alimentos gracias a la innumerable cantidad de aparatos domésticos, de que ahora disponemos.

Así pues, la electricidad ha tomado un lugar prioritario en el desarrollo y el bienestar de las sociedades modernas, en todo lo que es una sociedad, el aspecto de la salud, de la educación, de la industria en general.

Por todo ello, el estudio de la electricidad, y las formas para conducirla, cada vez más eficientemente, llevo al hombre a encontrarse con un fenómeno físico denominado "Superconductividad", característica que tienen algunos materiales, para conducir electricidad, sin pérdidas de energía.

Este maravilloso fenómeno físico, fue descubierto en el año de 1911, cuando un científico holandés llamado Heike Kamerlingh Onnes, logro hacer líquido uno de los gases más raros de la naturaleza; el helio. En aquellos tiempos, a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, se tenía gran interés en lograr hacer líquidos los gases que formaban la atmósfera, ya para entonces se había logrado hacerlo con el aire, el oxígeno, el nitrógeno, el argón, el neón y el hidrógeno.

Así, cuando Onnes logro hacer líquido el helio, encontró que la temperatura para lograr este cambio es de 4.2° grados Kelvin, (lo que equivale a -273° grados centígrados). Este suceso abrió un campo nuevo en la investigación científica: La física de las bajas temperaturas.

Este fue sin duda, un suceso muy importante, que llevo a este investigador a estudiar la capacidad de conducción de electricidad, de metales expuestos a bajas temperaturas, y estudiar el comportamiento de los materiales, acerca de su resistencia al paso de la electricidad.

Una vez más, el creciente interés de este científico, lo llevo a realizar estudios muy interesantes con diversos materiales, usando muestras de platino, (metal precioso) y con mercurio (cuerpo metálico líquido), muestras muy puras, para no alterar los resultados.

De esta manera, Onnes encontró, como esperaba que conforme la temperatura aplicada al material disminuía, también la resistencia lo hacía. Para su sorpresa halló que alrededor de los 4.2° grados Kelvin (-273 °C), la resistencia del material, al paso de la electricidad caía abruptamente a cero, ¡no existía resistencia alguna!

Fue entonces cuando Onnes denominó a esta propiedad tan sorprendente como "Superconductividad" y "Temperatura crítica de transición" a la temperatura en la que el material superconductor⁽¹⁾ pasa del estado normal, al estado superconductor.

Así se encontraba el conocimiento sobre los materiales superconductores, considerándose que su única propiedad, era que por debajo de su temperatura de transición del estado normal al superconductor, su resistencia al paso de la electricidad era de cero.

Al encontrarse el hombre ante un descubrimiento que podría transformar la vida de los seres de la tierra haciéndola la mejor aún, continuó investigando estos materiales.

Como consecuencia de estas interesantes investigaciones, en el año de 1933, se encontró otra importante propiedad en estos materiales, cuando los físicos W. Meissner y R. Ochsenfeld, al medir la capacidad de atracción magnética de estos materiales, encontraron que no permitían que ningún campo magnético penetre dentro de ellos, además de que este resultado era independiente de si primeramente se le aplicaba el campo magnético y después se les enfriaba para pasarlos al estado superconductor, o si primeramente se les pasaba al estado superconductor y después se les aplicaba el campo magnético. Por ello a esta propiedad de no permitir la penetración de campos magnéticos, se le conoce ahora como efecto Meissner.

Este nuevo hallazgo, dió lugar a la aparición de las primeras teorías, tratando de explicar los fenómenos físicos sobre la superconductividad.

Surgieron muchas teorías, y fue hasta el año de 1957, cuando físicos norteamericanos: J. Robert Schrieffer, John Bardeen y Leon N. Cooper publicaron una teoría acerca de este fenómeno, llamada teoría BCS (Bardeen, Cooper, Schrieffer), en la cual se explica el como y el por que de la superconductividad. Se explica que el proceso fundamental el cual da lugar a este fenómeno es el apareamiento de electrones (cargas de electricidad negativas), con características bien definidas.

Siendo la superconductividad un descubrimiento capaz de

revolucionar la vida en este planeta, surgieron estudios en todo el mundo. En ese mismo año, un físico de la Unión Soviética Alexei A. Abrikosov, publicó un artículo, -conocido en el mundo occidental hasta 1961- en el cual pone de manifiesto la existencia de dos tipos de superconductores: los de tipo I y los de tipo II. Los primeros se caracterizan por medio de la teoría BCS, ya mencionada, con propiedades magnéticas tales que el efecto Meissner, se manifiesta solo hasta un valor de campo magnético denominado -campo crítico inferior- y la superconductividad se destruye para el campo denominado -campo crítico superior-.

Todas estas teorías dieron lugar a las primeras aplicaciones de los materiales superconductores, en las bobinas superconductoras, para la creación de campos magnéticos intensos los cuales a su vez generan más investigaciones para la obtención de mejores materiales superconductores.

El estudio de aleaciones metálicas trajo consigo la obtención de mejores superconductores y se fueron incrementando las investigaciones hacia sus aplicaciones tecnológicas. Ello ha permitido que a la fecha se hayan producido generadores de energía con embobinados superconductores, uso en laboratorios científicos, almacenamiento de energía, también se han producido cables superconductores para transmisión de corriente eléctrica conduciendo la electricidad prácticamente sin pérdidas de energía.

Cabe señalar que las aplicaciones de los superconductores se fueron dando paulatinamente a partir de la importancia de su descubrimiento y en la misma medida de la adquisición de el conocimiento básico del fenómeno; se descubrieron nuevos materiales superconductores con altos valores y se empezaron a resolver problemas tecnológicos.

Todo este desarrollo en materia de superconductividad y sus primeras aplicaciones, se encontró ante una desventaja que no permitía lograr avances más importantes todavía. Esto se debía a la temperatura a la que eran sometidos los materiales, para su transición al estado superconductor, aún no era lo suficientemente alta, para lograr aplicaciones más sorprendentes y que seguramente lograrían la realización de aparatos, máquinas y computadoras, mucho más modernas y eficaces que las conocidas.

Por ello, los científicos, se enfrentaron a esta desventaja y trataron de encontrar nuevos materiales superconductores, cuya temperatura de transición fuese aún más alta.

Y así sucedió.

En el año de 1973 se obtuvo un nuevo material, compuesto de Niobio y Germanio, cuya temperatura de transición era de 23.2° grados Kelvin, una temperatura verdaderamente sorprendente.

Así la única posibilidad para mantener a estos materiales superconductores a una temperatura tan baja, era utilizando helio

líquido.

Esto presenta algunos problemas, pues el helio es un elemento no muy común en la naturaleza por lo cual su costo de producción es alto y además la tecnología para su proceso de gas a líquido es muy compleja y requiere de cuidado para mantenerlo en estado líquido. Por ello la aplicación masiva de los superconductores seguía siendo aún restringida.

"SUPERCONDUCTORES A ALTAS TEMPERATURAS"

Este era el estado en que se encontraba el conocimiento sobre materiales superconductores. Hasta que en el año de 1986 se logró un importante descubrimiento.

Ocurrió en los laboratorios de IBM en Zurich Suiza, donde los científicos e investigadores Alex Müller y George Bednorz, descubrieron un nuevo material superconductor, cuya temperatura de transición era de 30°K. Lo que les valió obtener el Premio Nobel de Física en el año 1987.

Este nuevo material superconductor era un compuesto de materiales cerámicos (lantano, bario, cobre).

Así estos sorprendentes resultados fueron publicados en el mes de septiembre de 1986 y rápidamente confirmados por grupos de la Academia de Ciencias de China en Beijing y de la Universidad de Houston.

Como era de esperarse estos resultados dieron lugar a que mundialmente miles de investigadores se dieran a la tarea de reproducir este nuevo material, estudiarlo y tratar de encontrar nuevos materiales superconductores, con temperaturas aún más altas que las obtenidas hasta ese momento. Estas investigaciones dieron sus primeros resultados. El primer gran logro se hizo patente cuando el Dr. Paul Chu, físico e investigador de la Universidad de Houston, junto con sus colaboradores, reportaron en el mes de marzo de 1987, haber encontrado superconductividad, en un compuesto de litio, Bario, Cobre y Oxígeno, con una temperatura de transición de 94°grados Kelvin, la que superaba de manera sorprendente a las últimas temperaturas alcanzadas.

Así, este nuevo hallazgo intensificó las investigaciones a nivel mundial y dio nuevas expectativas para sus aplicaciones tecnológicas.

"MEXICO EN LA HISTORIA DE LOS SUPERCONDUCTORES"

Para México, este fenomenal descubrimiento, y el rápido desarrollo que en materia de superconductividad se manifestaba a nivel mundial, no podía pasar desapercibido. Por ello en México, diversas instituciones de educación superior y de investigación científica, se abocaron de lleno y de manera rápida a desarrollar experimentos importantes en el campo de los nuevos superconductores de alta temperatura.

Hoy hasta donde sabemos, se ha conjuntado diversos grupos de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma de Puebla, el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Cabe señalar que en el Instituto de Investigaciones en Materiales de la U.N.A.M. prácticamente desde su fundación hace 20 años, se han llevado a cabo diversas investigaciones en bajas temperaturas. Esto último y el hecho de contar con un grupo dedicado al estudio de materiales cerámicos, permitió a México incursionar en el nuevo campo de los superconductores de alta temperatura. No paso mucho tiempo, cuando México hizo su entrada de manera extraordinaria en este campo, el día 27 de marzo de 1987, un mes y medio después de el último gran descubrimiento en todo el planeta, un grupo de científicos mexicanos del Instituto de Investigaciones en Materiales, encabezada por el Dr. Roberto Escudero, dieron a conocer la obtención de un material superconductor a 77°grados Kelvin.

A este nuevo descubrimiento le siguieron otros cada vez más sorprendentes. Tres días después, encontraron un material superconductor el cual trabajaba a 90°grados K, lo que colocaba a México como el tercer país que lograba esto en tan solo unos días.

Así mismo el día 27 de abril de ese mismo año, este grupo de investigadores, encontró cuatro materiales superconductores, a 95° grados Kelvin, siendo todos estos superconductores, formados por materiales cerámicos, y tierras raras que son abundantes en nuestro país.

Estos descubrimientos han representado, uno de los mayores alcances en la investigación mexicana del presente. Los últimos informes prevén que los nuevos superconductores provocarán una revolución tecnológica y cambiarán el rumbo del mundo en menos de 20 años.

El desarrollo del Instituto de Investigación en Materiales, se encuentra en la frontera del conocimiento. Ello permitirá a nuestro país ocupar uno de los primeros lugares en esta rama, pues hay

mayores posibilidades de aplicar pronto estos materiales en la industria como un bien social.

Para ello la UNAM ha creado el Programa Universitario de Superconductores de Alta Temperatura de Transición (PUSCAT), el cual conjunta las participaciones de las siguientes dependencias universitarias: Instituto de Investigaciones en Materiales, Instituto de Física, Instituto de Geología, Facultad de Química y Facultad de Ciencias, con el propósito de apoyar coordinar y racionalizar recursos e infraestructura para llevar a cabo un trabajo organizado a mayor escala.

Este programa está integrado por proyectos de investigación con objetivos y metodologías bien precisas, las cuales pretenden atacar en paralelo tres grandes líneas: la obtención y caracterización de superconductores de alta temperatura de transición, estudios básicos y estudios de desarrollo.

Todas estas líneas de investigación enfocan la problemática del fenómeno de la superconductividad y aspectos que van desde la obtención de materiales superconductores, hasta la obtención de materiales con características de aplicación.

Es importante resaltar que México ha entrado a realizar investigaciones en un tema que no solo es de amplio interés científico, sino que además puede tener grandes repercusiones tecnológicas en el futuro.

Tal vez dentro de algunos años y gracias a los superconductores, podamos viajar en trenes levitados y por que no, hacer aparatos con un suave toque a la pared la imagen luminosa de la televisión.

1.3¿Cuáles son los nuevos descubrimientos?

La superconductividad es un fenómeno al cual los físicos han denominado "un mar de fondo", ya que ha logrado agitar el mundo de la física en los dos últimos años.

Las aplicaciones posibles, de estos materiales son inmensas, pero hasta el año de 1986, todos los superconductores conocidos presentaban temperaturas críticas muy bajas, próximas al cero absoluto, lo que hacía que la investigación sobre superconductividad a alta temperatura fuera a la vez apasionante y pesimista.

Así, esta investigación, para lograr más y mejores materiales superconductores, crece día con día.

Miles de científicos, trabajan en esta tarea, impulsados no solamente por lograr materiales mejores, sino también, por lograr algún día, no muy lejano, hacer realidad, todas las maravillosas aplicaciones que nos ofrecen. Las cuales sin duda alguna cambiarán nuestro modo de vida por otro mucho mejor.

Es por ello, que cada nuevo descubrimiento, en superconductividad, marca avances muy importantes, avances que no se han hecho esperar.

Tras largos meses de investigación, científicos de IBM, superaron un gran obstáculo para el aprovechamiento de los nuevos materiales superconductores, al demostrar que estos pueden conducir 100 veces más corriente eléctrica, de lo esperado. Este descubrimiento demostró que los nuevos materiales pueden conducir suficiente corriente eléctrica a la temperatura del nitrógeno líquido, en la mayoría de las aplicaciones previsibles.

Antes de este descubrimiento, la utilidad potencial de los nuevos materiales estaba limitada por su capacidad de "corriente crítica" es decir, la cantidad de electricidad que podían conducir sin perder la capacidad de transmitir electricidad sin resistencia.

Para poder medir la cantidad de electricidad posible de conducir en estos nuevos materiales, sin perder su superconductividad, los investigadores hicieron, por primera vez en el mundo, monocristales de película delgada de el nuevo material. Estos monocristales, de IBM, tienen aproximadamente una micra de espesor -lo equivalente a un centésimo del espesor de un cabello humano-, y alrededor de una pulgada (2.5 cm) de diámetro.

Así, al enfriar estos materiales a 77° grados Kelvin, la corriente crítica fue de más de 100,000 amperios por centímetro cuadrado. Esto es 100 veces más corriente eléctrica que la medida con anterioridad.

Al demostrar que en los nuevos materiales pueden fluir más corriente, los científicos ampliaron la posibilidad de incrementar

el número de aplicaciones, por ejemplo en dispositivos electrónicos, circuitos e interconexiones de computadoras, líneas de transmisión de energía, motores eléctricos y electromagnetos.

Desde entonces, los investigadores de IEM, han hecho las primeras películas delgadas superconductoras de alta temperatura y, como los nuevos materiales, el primer dispositivo electrónico práctico.

Es así como la capacidad de los investigadores se ha enfrentado con gran éxito a los problemas suscitados por la búsqueda de mejores materiales superconductores, estudio en el cual los investigadores mexicanos no se han quedado atrás.

En el Departamento de Estado Sólido del Instituto de Física de la UNAM, después de largo trabajo, los investigadores lograron, sustituir el frío por plomo para hacer una pastilla de cerámica superconductoras.

Esto representó para México ser el primer país en reportar un compuesto a base de plomo, sumado a que el inicio de la transición del compuesto del estado normal al superconductor, se presentó a una temperatura mayor a las reportadas anteriormente en materiales elaborados con elementos de las llamadas tierras raras.

Aquí, ante el descubrimiento de esta magnitud, días después se convocó a una conferencia de prensa a la que asistieron los doctores Eduardo Carrillo, Lorenzo Martínez, José Luis Boldu y el físico Javier Fuentes. En ella expusieron que este nuevo material puede implicar un ahorro de energía en su proceso de fabricación, debido al bajo costo de las materias primas necesarias para su elaboración.

"PELICULAS SUPERCONDUCTORAS EN MEXICO"

Pero los adelantos de los científicos mexicanos no se detuvieron. El mismo día de la conferencia de prensa, se hizo el anuncio de otro importante logro del Instituto de Física. Los doctores Eduardo Muñoz Picone y José Luis Boldu, junto con los físicos Roberto Gleason y Jorge Barreto, obtuvieron monocristales de óxidos cerámicos, lo que muy bien se puede considerar como otro triunfo de los especialistas de la UNAM.

Cabe señalar este hecho, muy pocos laboratorios en el mundo habían conseguido producir monocristales superconductores. Entre ellos destaca el de la IBM, antes mencionado.

Las propiedades presentadas por los monocristales son cualitativa y cuantitativamente distintas a las de las pastillas superconductoras.

Una técnica para su elaboración consiste en depositar sobre una base, los materiales, itrio, cobre y bario, en forma de vapor para producir una película ultradelgada capaz de transmitir 100 veces más corriente eléctrica de la medida con anterioridad en muestras con volumen. Por medio de estos monocristales, es posible salvar el inconveniente de las pastillas superconductoras, al no aceptar grandes cantidades de corriente eléctrica, lo que abre algunas posibilidades reales de contemplar el desarrollo de ciertas aplicaciones.

En el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, se continúa investigando acerca de nuevos materiales superconductores.

Ultimamente ha llamado la atención mundial un nuevo compuesto basado en la composición Bi-Sr-Ca-Cu-O (Bismuto, Estroncio, Calcio, Cobre y Oxígeno), que se estudia en los laboratorios del IIM. En muestras superconductoras obtenidas por científicos de este instituto, se ha observado que dicho sistema presenta superconductividad a temperaturas críticas de transición de alrededor de 10°grados Kelvin, pero lo más importante de este sistema es la temperatura a la cual comienza esa transición a partir de 107°grados Kelvin.

La temperatura alcanzada representa un aumento de aproximadamente 15°grados Kelvin, con respecto a las logradas con compuestos a base de los elementos conocidos como tierras raras.

Estos resultados acercan la posibilidad de desarrollar compuestos que alcancen el comportamiento superconductor a temperaturas cada vez más altas y que, además no requieran de tierras raras. Por el contrario, el bismuto es un elemento químico más simple en lo que se refiere a su extracción y purificación, a diferencia de las tierras raras. Una ventaja adicional de este, es que abunda en México.

Con lo anterior se han abierto otras perspectivas de investigación, mediante las cuales los científicos mexicanos se encuentran en la frontera del conocimiento de este fenómeno, que pueda cambiar al mundo en menos de 20 años.

1.3. ¿Porqué Revolución Científica?

El boom del descubrimiento de un material superconductor de alta temperatura ha cambiado al mundo; sobre todo la porción correspondiente a la comunidad científica.

La superconductividad se ha convertido en una de las esperanzas de la física moderna, y como consecuencia las posibilidades que genera han alimentado la imaginación más fecunda.

Debemos tomar en cuenta que esta nueva tecnología podrá hacer realidad al fin el adecuado aprovechamiento de la energía solar, podrán utilizarse superconductores en combinación con celdas solares para producir acumuladores que guarden la energía para ser utilizada en la generación de luz.

¿Podrían imaginarse ustedes las posibilidades de que su automóvil, con el solo hecho de estar estacionado en la calle reciba una dotación de combustible en forma gratuita, mientras uno está ocupado realizando sus diáfnas labores?

Existen grandes expectativas en relación a la medicina, permitirá desarrollar aparatos de medición extraordinarios para la detección de pequeñas lesiones en el cerebro. Midiendo los cambios magnéticos de las células enfermas y para que sea posible contrastar estas variaciones magnéticas que son muy pequeñas; se requiere de campos magnéticos muy grandes.

Esto se logra con bobinas superconductoras que deben estar enfriadas por debajo de 20^o grados Kelvin y a través de las cuales circula una fuerte corriente eléctrica.

Por otra parte, también la superconductividad puede ser utilizada para fines bélicos por ejemplo en la detección de pequeños campos magnéticos para la defensa y para el ataque.

Se tendrán aplicaciones tan importantes, cuando se alcancen las cualidades deseadas para los superconductores, como la de almacenar energía eléctrica por tiempo indefinido y en recipientes tan pequeños como una pila, además de que la conducirán sin ninguna pérdida.

Como mencionamos en un principio el transporte podría funcionar, en un tiempo no muy lejano, mediante magnetismo, evitando así la contaminación.

Imaginemos lo que esto significa en ámbitos como la electricidad o la electrónica; disminuir por un factor de 100 o más, el grueso de los cables eléctricos; la posibilidad de fabricar circuitos para computadores, que permitirán hacer supercomputadoras miles de veces

más rápidas, ya que al no haber resistencia eléctrica, desaparece el desprendimiento del calor que actualmente las limita y en ámbitos nuevos, como el almacenamiento de la energía eólica o solar, en bobinas refrigeradas, por las que circulara la corriente eléctrica, obtenida del sol o del viento, sin pérdida alguna hasta que nosotros lo demandemos. Este sistema de almacenamiento, aunque en menor escala se usará en vehículos eléctricos, casas de campo y en general en cualquier situación donde se necesite acumular electricidad y liberarla progresivamente. De igual forma, los generadores y motores eléctricos sufrirán un cambio radical. Por fin podrán construirse más potentes y de menor tamaño sin temer a los estragos del calor.

Y ya dentro de bobinas magnéticas, el bálsamo de la superconductividad también afectará a cientos y cientos de productos de consumo masivo que aprovecharán estos dispositivos, como lo altavoces, microscopios electrónicos, etc.

Todo ellos disminuirán en tamaño y aumentarán en eficacia.

La física cuántica recibirá también un impulso gracias a los nuevos superconductores. Servirán para fabricar los electroimanes, hoy refrigerados con helio líquido, de los aceleradores de partículas, pudiéndose construir estos más grandes y potentes debido al ahorro de costos, ello redundará en una mejora en la calidad de las investigaciones que actualmente hacen físicos de las colisiones de partículas.

Así mismo, probablemente con nuevos contenedores de plasma electromagnético basado en la superconductividad a alta temperatura se consiga por fin la fusión controlada del hidrógeno, una fuente de energía inagotable y no contaminante que con toda seguridad se alzará como alternativa a las centrales nucleares convencionales.

¿Pero que es la fisión?

"FISSION NUCLEAR": reacción nuclear que produce calor, debido a la colisión entre elementos de número atómico bajo, a alta temperatura, produciéndose otro elemento más pesado. El choque de dos núcleos que poseen gran cantidad de energía conduce a una nueva orientación de sus nucleones, formándose uno o varios productos de reacción si el combustible está en estado ionizado y a gran temperatura, se produce una serie de reacciones en cadena. (2)

Esta es una de las aplicaciones más promisorias en lo referente a obtención de energía, ya que la fisión en forma natural es la fuente más abundante del universo. La energía radiante que recibimos del sol por ejemplo es simplemente el resultado de este proceso.

Este problema desde hace tiempo se ha estudiado en muchos laboratorios, se buscan métodos para obtener temperaturas que permitan la fisión sin ningún tipo de repercusión grave.

Para comprender lo que se está aplicando con mayor claridad utilizamos el siguiente ejemplo: supongamos que tenemos que calentar agua en una olla express.

Si la olla no está tapada, mientras más energía inyecte a través del fuego, el agua probablemente podrá hervir pero jamás se logrará aumentar la presión en forma suficiente para elevar la temperatura al nivel de una olla de este tipo.

Si ahora tapamos la olla en forma hermética, al no poder aumentar el volumen del vapor producido necesariamente, tendrá que aumentar la presión y la temperatura.

Así producimos un aparato que por el rápido aumento de la temperatura puede cocer alimentos en un tiempo menor.

Este principio se llama "de confinamiento" y lo mismo se tendrá que aplicar a un plasma (gas de partículas cargadas) el cual va a ser sujeto a fusión. Si se quiere que aumente la temperatura lo suficiente como para que se dispare el fenómeno de fusión, necesitamos confinarlo mediante un campo magnético, el cual hace el papel de "botella" o "contenedor".

Hasta ahora, la limitante radica en la dificultad de producir campos magnéticos intensos, adecuados para confinar al plasma donde ocurrirá la fisión.

Los superconductores resuelven este punto y nos permiten pensar hacia el futuro en la posibilidad de tener experimentos de fisión confiables.

La fisión será sin duda la energía del siglo XXI, pues es una forma limpia y prácticamente inagotable. Una vez que se domine la fisión habrán sido resueltos los problemas energéticos.

Cabe señalar que para llegar al uso factible de este proceso, se estima será hasta la tercera o cuarta década del próximo siglo.

Por último, en informática vemos como los ordenadores reducen su tamaño en más de la mitad, a la par que su velocidad de proceso se multiplica por mil, gracias al empleo de microtransistores superconductores.

El panorama de beneficios que la superconductividad nos ha puesto al alcance de la mano habla por sí solo: asintomas al nacimiento de una gran revolución tecnológica.

"Todos deseamos que se llegue, entre la ciencia y la poesía, hay un parentesco cercano, muchas veces la poesía se anticipa, a lo que la ciencia luego hace y todos somos un poquito poetas y un poco científicos en la vida.

Pero yo creo que si se tiene la esperanza firme de en un momento dado, en un futuro no muy lejano, digamos unos 20 años nos encontraremos en los albores de una revolución tecnológica"......]

Dr. Fernando Mañana.

(IFUNAM)

En entrevista realizada
en mayo de 1988

CUADRO FINAL
Capítulo I

Recordando.....

La resistencia eléctrica, es la obstrucción que opone un conductor al paso específico de la corriente eléctrica.

Los nuevos superconductores, son materiales cerámicos que no presentan resistencia alguna al paso de la corriente eléctrica.

• La Historia.

1911- Heike Kamerlingh Onnes, científico holandés, logra hacer líquido al helio a una temperatura de 4.2°K (-273 C), descubre la física de bajas temperaturas.

1933- H. Meissner y R. Ochsenfeld, encuentran otra propiedad de estos materiales, el efecto Meissner, el cual no permite que ningún campo magnético penetre dentro de estos materiales.

1957- Robert Schrieffer, John Bardeen y Leon N. Cooper, escriben la teoría BCS, explicando el funcionamiento de estos materiales superconductores.

1973- Se obtiene un nuevo material compuesto por Níquel y Germanio con una temperatura de transición de 23.2°K.

1985- Alex Müller y George Bednorz descubren un nuevo material superconductor con una temperatura de 30°K.

1987- Dr. Paul Chu, de la Universidad de Houston, reporta superconductividad en un compuesto de Ytrio, Bario, Cobre y Oxígeno mejor conocido como Y.B.C. con una temperatura de 94°K.

1987- Dr. Roberto Escudé del IIM (Instituto de Investigaciones en Materiales) da a conocer la obtención de un material superconductor a 77°K posteriormente uno de 20°K y otro de 25°K cuatro semanas posteriores.

CAPITULO 11

LOS SUPERCONDUCTORES EN MEXICO

"LOS SUPERCONDUCTORES EN MEXICO"

2.1 Estudio e investigación de superconductores.

El largo camino recorrido por la humanidad, hasta nuestros días, tiene como premisa la búsqueda y creación incansante de bienes para garantizar la supervivencia y alcanzar el bienestar.

Entre los recursos con los que contamos para satisfacer nuestras necesidades, destacan los materiales naturales; piedra, metal, madera, etc., y los materiales producto de la inventiva del hombre; aleaciones, vidrios, plásticos, etc.

El papel de los materiales en la historia del hombre, ha sido siempre trascendental, desde la edad de piedra, hasta llegar a nuestro tiempo en el cual es imposible definir a un material como característico de nuestra actual sociedad, debido a la irrupción violenta de nuevos materiales producto de una carrera tecnológica que parece no tener fin.

Ello ha dado lugar a la necesidad de un estudio sistemático de los materiales permitiendo clasificarlos de acuerdo con su configuración, propiedades y uso.

Tal es el caso de el estudio de los materiales superconductores, su estudio e investigación, cada día van en aumento, debido a su sorprendente función.

Desde el gran impulso que cobro la superconductividad a finales de 1986, cuando Müller y Bednorz obtuvieron un compuesto superconductor cuya temperatura crítica era cercana a 40°grados Kelvin, no han cesado las investigaciones ni el estudio para obtener mejores materiales de los ya alcanzados.

Los resultados han sido notables, se han obtenido ya superconductores a temperaturas críticas por arriba del nitrógeno líquido, y las posibles perspectivas tecnológicas, están a la vista y parecen ilimitadas.

Desde el punto de vista científico, la superconductividad paso a ser un tema primordial, en opinión de varios científicos de renombre. Los logros recientes pueden llevar a la tecnología a una

nueva etapa, superior al advenimiento del transistor. Virtualmente se le compara con el desarrollo de la electricidad.

Así, el estudio y la investigación de los superconductores, ocupan ya un lugar importante en el desarrollo científico mexicano.

Cuando la noticia sobre el estudio y avance de materiales superconductores llegó a México, a finales de enero de 1987, en tan solo dos meses investigadores del IIM, alcanzaron el éxito al constituir y probar el superconductor.

De esta manera, México ha mostrado el sólido prestigio forjado en la investigación en el campo de la física.

Especialistas mexicanos del área tienen un alto reconocimiento de sus colegas extranjeros. Su capacidad les ha permitido enfrentar cualquier reto que surja, como ha sido el superconductor.

La obtención de el primer componente superconductor, lograda también en México, ha representado un paso sumamente importante, por ello se abre una línea de investigación, requerida de un intercambio internacional. Significando traer a México a los mejores investigadores extranjeros para aprender de ellos, así como enviar a científicos mexicanos a capacitarse en los centros de investigación más avanzados del exterior.

Para ello el IFUNAM y el IIM establecieron relación con el Laboratorio Nacional de Los Alamos, Nuevo México, representado por el Doctor Fred Muller, para participar en estudios tendientes a perfeccionar los superconductores.

Este paso, hacia el perfeccionamiento de los materiales superconductores, representará un valioso adelanto para la humanidad, ya que al igual de la electricidad, todos podrán aprovechar y beneficiarse de la nueva tecnología.

Son materiales relativamente simples conformados de tres o cuatro elementos químicos (bario, lantano, cobre y oxígeno, entre otros) los cuales tampoco son indispensables para crear los superconductores. Actualmente, y mediante incansables investigaciones, se han encontrado más elementos químicos con los que pueden crearse los superconductores.

"INVESTIGACIONES DE TODOS LOS DIAS"

La creación de mejores superconductores, permite hacer realidad todas sus maravillosas aplicaciones, parece una carrera que no tiene fin.

México se encuentra en uno de los mejores momentos, dentro de esta

investigación.

Científicos e investigadores del programa universitario de superconductividad de la UNAM trabajan en la posibilidad de diseñar y construir una cisterna de energía para comunidades rurales como un proyecto a largo plazo que satisficiera la necesidad de electrificación del país sin la intervención de inversiones multimillonarias.

Una vez más, queda establecido el descubrimiento de la superconductividad, su estudio e investigación; representa un paso sin precedente en la ciencia y seguramente nos coloca ante una nueva perspectiva: la posibilidad de que los estudiantes jóvenes, se involucren desde el principio de sus estudios en experimentos e ideas científicas de frontera.

"... Estamos viendo un fenómeno revolucionario sin precedentes en el campo de la ciencia y de la tecnología.

Estamos en los albores de una revolución tecnológica que nos promete cambiar radicalmente la cuestión de la energía. Las formas de producirla, almacenarla y consumirla, permite también revolucionar potencialmente el transporte.

La posibilidad de transportarnos sin necesidad de neumáticos, flotando en el aire . . . "

Dr. Fernando Magaña.

(IFUNAM)

En opinión citada en la
presentación de su libro
"LOS SUPERCONDUCTORES"

2.2 Desarrollo de la técnica en materia de superconductores.

"En México, científicos y periodistas tienen hoy una responsabilidad común: Divulgar ciencia. Tienen el elevado compromiso de acercar el conocimiento científico a la mayor cantidad de gente posible, así como de encontrar las formas más adecuadas para hacerlo . . . "

Arturo Cruz Bárcenas
Periodista
En entrevista del suplemento
34 años en la U.N.A.M.
"Divulgación de la ciencia"

La Universidad Nacional Autónoma de México ha logrado en tan sólo dos años hacer que la ciencia mexicana haya confirmado su posición de vanguardia en lo referente a superconductividad.

Un grupo de investigadores comenzó a trabajar en el asunto y logró desarrollar, unas cuantas semanas después que el doctor Chu, un material con una temperatura crítica semejante a la obtenida por este.

Estos estudios se concentraron en el Instituto de Física, en el Instituto de Investigaciones en Materiales, en la Facultad de Química, y Facultad de Ciencias.

En el Instituto de Física el grupo lo integran los doctores Eduardo Carrillo, Eligio Orozco, José Luis Eoldú, Lorenzo Martínez, Eduardo Muñoz Picone y los físicos Javier Fuentes, Alejandro Mendoza, Roberto Gleason, Jorge Barreto y el doctor José Guadalupe Pérez Ramírez (EDKIMI).

En el Instituto de Investigaciones en Materiales el grupo lo integran: el doctor Roberto Encudero, el doctor Tatsuo Akachi, doctor Jesús Heiras, Francisco Morales, doctor Rafael Barrio, doctora Julia Tagueña y los estudiantes Gonzalo González y Fernando Estrada.

En la Facultad de Química los dedicados a este estudio son los doctores Carmen Varela y Alberto Robledo, en la Facultad de Ciencias el grupo lo integran el M. en C. Raúl Gómez, doctor Alipio Calles, M. en C. Viviane Marquina, M. en C. Alejandro Salcido y Marfa Luisa Marquina.

Estas instituciones han logrado producir superconductores y trabajan activamente, tanto en la caracterización de los ya logrados, como en la búsqueda de materiales que den mejores resultados. Los cuatro trabajan de acuerdo y con un plan coordinado, para aprovechar al máximo tiempo y recursos.

Fuera de la UNAM, otras instituciones como la Universidad Autónoma de Puebla, el Instituto de Investigaciones Eléctricas, el Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Politécnico Nacional, el Instituto Mexicano del Petróleo, trabajan en este prometedor y novedoso campo.

Otras instituciones como los laboratorios Nacionales de Fomento Industrial y la Comisión de Fomento Minero se dedican a los aspectos de determinación, separación y cuantificación de tierras raras.

El campo de investigación es enorme y abre un gigantesco espacio para el trabajo multidisciplinario, y es de este trabajo multidisciplinario de donde surge el Programa Universitario para Superconductores de Alta Temperatura de Transición que coordina el trabajo realizado por investigadores de los diferentes institutos y laboratorios de la UNAM.

Este proyecto es también responsable de suministrar recursos especiales para estos proyectos.

Esta integrado por proyectos de investigación con objetivos y metodologías bien precisas, las cuales abarcan tres grandes líneas: la obtención y caracterización de superconductores de alta temperatura de transición (SCATT), estudios básicos de superconductores (SCATT) y estudios de desarrollo de SCATT.

Enfocada de esta forma la problemática del fenómeno de la superconductividad que va desde su obtención, su caracterización, determinación de propiedades, hasta la obtención de materiales con características reales de aplicación.

Se han realizado experimentos importantes, como un ejemplo: El Instituto de Investigaciones de Materiales desde su fundación ha llevado a cabo diversas investigaciones en bajas temperaturas, dentro de estas en particular diferentes tópicos del área en superconductores; después de 20 años de trabajo con superconductores de 20 grados Kelvin, se comenzó a trabajar en enero de 1987 con nuevos materiales cuando se habló por primera vez seriamente sobre estos nuevos superconductores.

Se empezó trabajando con combinaciones de lantano, bario, cobre y oxígeno obteniéndose transiciones de temperatura no correspondiendo a la fase superconductora. Más tarde se obtiene la primera muestra superconductora de ftrio, bario, cobre y oxígeno con una transición que se inicia a 78.8°grados Kelvin y alcanza la superconductividad a 12°grados Kelvin.

Desde ese día, el grupo de bajas temperaturas se dedica a purificar las muestras y a inventar otros compuestos; Estos trabajos tratan de encontrar alguna explicación sobre las inesperadas propiedades de no resistencia al paso de la corriente eléctrica y la levitación de imanes al importar su tamaño.

En este periodo se han realizado importantes experimentos en el Instituto, así como, en colaboración con otras dependencias universitarias y extrauniversitarias, además del envío de trabajos relevantes para su publicación en revistas internacionales de amplia circulación.

"Seguimos haciendo experimentos, y si bien vamos un poco a la zaga -en Estados Unidos hay rumores de 124° grados Kelvin- no muy alejados. Somos el primer país de América Latina que lo ha logrado y los hemos hecho completamente solos".

Dr. Roberto Escudero,
(IIM)

En entrevista realizada por
Ciencia y desarrollo # XV
mayo-junio 1987

Por otro lado el IFUNAM decidió institucionalmente enfrentar el reto, consiguió el material superconductor, conformó el equipo de laboratorio necesario y copio el material y no habían transcurrido más de tres meses desde el primer hallazgo en el IIM.

En el Instituto de Física se observa la evolución de la estructura de estos materiales por calentamiento y presión isotática (línea de presión que comprende todos los puntos de un órgano mecánico en el equilibrio siempre es igual) las cuales se aplican en la fase de elaboración. Se tiene el firme propósito de encontrar un proceso más barato, produciendo similares resultados a los obtenidos en el extranjero. De resulta exitoso, además se podrían producir mayores volúmenes de material con la otra técnica en menor tiempo.

Otro de los objetivos es la investigación de la resistencia mecánica del material; Con una nueva técnica se espera generar un compuesto mecánicamente más fuerte.

Un obstáculo al que se enfrentan los científicos mexicanos es la escasez de algunos de los elementos con la pureza necesaria.

Los elementos necesarios forman parte de las llamadas tierras raras, (el itrio, lantano, gadolinio).

Pese a que nuestro país requiere de tierras raras para múltiples usos industriales (en 1985 se importaron 135 toneladas de compuestos de estas, con un valor de 990 mil dólares, sin contar aleaciones), hasta el momento se desconoce el potencial de México en estos materiales.

Sin embargo, a partir de la importancia que lograron los avances de los superconductores, diversas instancias que participan dentro del Programa Universitario de Superconductores de Alta Temperatura de Transición (PUSCATT) han comenzado a trabajar en la prospección y evaluación de tierras raras, en la caracterización, análisis de minerales, métodos para su concentración y tratamiento.

En los últimos dos años el grupo de superconductividad del Instituto de Física ha logrado avances importantes en la sustitución parcial de itrio con plomo, superconductores cerámicos conocidos a nivel científico como "1.2.3" pues contienen en su composición un átomo de itrio, dos de bario y tres de cobre, obteniéndose un material nuevo con un comportamiento de 80° Kelvin (equivalente a 193° grados centígrados bajo cero), resultado que no había sido reportado ningún otro grupo de investigación en ese momento.

El nuevo material obtenido tiene la ventaja de que el inicio de la transición superconductorera se presenta a una temperatura mayor a las reportadas anteriormente en compuestos superconductores elaborados a base de tierras raras. La creación y fabricación de este superconductor sin tierras raras puede implicar un ahorro de energía en su proceso de fabricación a causa de tener un punto de fusión menor en sus materias primas. Además, su comportamiento mecánico, similar al de una porcelana, es superior.

Los investigadores del Instituto de Física identificaron también al superconductor con bismuto como un compuesto, con calcio, estroncio, cobre y oxígeno, realizaron sustituciones parciales de bario por estroncio para reducir el tamaño de grano y analizar su respuesta mecánica.

Hasta ahora la reproducibilidad del material ha sido comprobada y se encuentra en estudio su estabilidad.

Los resultados de estas investigaciones despertaron un interés en el ámbito científico, siendo presentados en eventos internacionales, además de ser publicados en revistas del exterior.

Otro importante avance hecho por investigadores del IFUNAM y que abre nuevas perspectivas de investigación sobre superconductores es el de la obtención y caracterización de monocristales a partir de estos materiales.

Estos descubrimientos colocan al IFUNAM en un nivel de

competitividad mundial y en la frontera del conocimiento en el área de superconductores de materiales cerámicos de alta temperatura de transición.

En la actualidad algunos grupos, en el Laboratorio Nacional de Fomento Industrial, dependiente de Banco SEMEX; en la Facultad de Química y en la Cámara de Fomento Minero tienen el encargo de investigar la disponibilidad de las materias primas mexicanas para fabricar estos materiales; trabajan arduamente.

Y para finalizar en lo referente a la Facultad de Química, sus investigadores han elaborado una sportación original.

La teoría elaborada por los Dres. Carmen Varea y Alberto Robledo han aprovechado las evidencias experimentales más representativas de las cerámicas superconductoras extraídas recientemente.

En particular, el anteriormente señalado "1.2.3" de 90° grados Kelvin, ha resultado ser una verdadera "esponja de oxígeno", pues absorbe o expulsa este elemento con facilidad, respondiendo a las condiciones extremas de temperatura y presión. Dicha teoría fue adoptada a las nuevas cerámicas, asignándole a: oxígeno en el material un papel específico. Este consistió en que a medida que se incrementará su cantidad dentro del material, debía inevitablemente ocurrir un fenómeno a través del cual las moléculas de oxígeno se ordenaran formando cadenas en ciertos planos cristalinos específicos.

La teoría establece la variación de la temperatura crítica superconductora en relación a la cantidad y distribución del oxígeno.

El trabajo desarrollado por Varea y Robledo, que ha sido bien recibido en varios ámbitos internacionales, especialmente por la IBM norteamericana, se extiende a la fecha para describir la nueva información y de manera ininterrumpida fluye desde muchos centros de investigación mundial.

"La mayoría de las personas interesadas en tópicos de ciencia, desde el punto de vista de la información y aun los miembros de la comunidad científica, se habían interesado poco en el tema de la superconductividad hasta que las noticias y reportajes internacionales al respecto despertaron su curiosidad. La superconductividad, estaba constituida en un tema solamente de especialistas, de momento se convirtió en materia de interés general para el gran público, gracias a la divulgación en los medios de comunicación".

Dr. Miguel José Yacamán.
(DIRECTOR DEL IFUNAM)
En entrevista realizada
en septiembre de 1988,
por Gaceta U.N.A.M.

2.3 Contribuciones Mexicanas al Estudio de Superconductores.

Desde 1967, la UNAM a través del Centro de Investigaciones en Materiales inició los estudios sobre superconductividad, siendo uno de los grupos más importantes del país dentro del estudio de bajas temperaturas a nivel teórico.

En ese entonces una de las principales metas de este grupo era la de obtener materiales superconductores.

La teoría se resuelve en trabajos experimentales hasta 1969, y en 1972 se estudia el fenómeno de tunelaje electrónico en superconductores. Ya en 1973 se instala un laboratorio para el estudio de materiales cerámicos el cual cuenta con hornos de alta temperatura, y equipos de caracterización, uno de rayos "X" y el otro térmico.

Durante mucho tiempo, el grupo de bajas temperaturas y el de materiales cerámicos conciben sus investigaciones al realizar estudios sobre propiedades de superconductividad fuera de equilibrio, irreversibilidad de materiales iónicos, métodos sintéticos de baja energía y brechas energéticas de superconductores.

Fue en 1985 y 1986 cuando se adquiere el equipo necesario y se reparan algunos equipos que dejaron de ser totalmente funcionables para la investigación de superconductores.

En enero de 1987 se lleva a cabo la VIII Reunión de Física de Baja Temperatura, organizada por el ahora nuevo Instituto de Investigaciones en Materiales, y se recibe la noticia en este evento de los recientes descubrimientos sobre los perovskitas superconductoras.

Como respuesta inmediata se establece el contacto entre ceramistas, químicos, cristalógrafos y físicos en el mismo Instituto para la creación y producción de superconductores en el laboratorio.

A partir de 1985 se trabaja en colaboración con investigadores de la Facultad de Ciencias (un grupo de experimentalistas en física atómica y molecular, y otro grupo de teóricos), participan también del Instituto Politécnico Nacional la Escuela Superior de Física y Matemáticas, además del Centro de Investigación y Estudios Avanzados de la misma institución.

Todos los trabajos realizados hasta la fecha incluyendo los elaborados por el Instituto de Física están encaminados a iniciar en esta nueva rama de la ciencia. Se quiere explicar... ¿qué es y como es un superconductor?

México se encuentra actualmente en la lucha por la obtención de nuevos superconductores. Nada menos el año de 1989 se descubrió en la UNAM un superconductor con una temperatura de -90°K , que justo

en el momento de su descubrimiento se colocó en primer lugar, pero desafortunadamente por falta de recursos económicos en un año otras instituciones que sí cuentan con ellos lograron superar este límite de temperatura, con superconductores de mayor calidad.

En consecuencia se mantienen los trabajos para no quedar rezagados en esta carrera.

En lo que se refiere a las expectativas de temperatura, los trabajos siguen siendo muy importantes; las investigaciones elaboradas se sitúan en conocer el modelo exacto de superconductividad, pero en realidad este tema está planteando dos grandes áreas desde el punto de vista científico: la primera es como mencionamos en un principio... ¿Porqué es superconductor un material? y la otra es... ¿Entiendo que este material es superconductor, cómo es ese material y cómo lo podemos hacer a voluntad?

Podemos afirmar que este es el punto de retroceso de la ciencia de materiales, es lo que está deteniendo el avance. Si hay un material, con una cuidadosa preparación y que sea reproducible, con un buen modelo y teniendo un buen control sobre este ya implica una mejor caracterización, permitiendo la realización de un buen modelo con los buenos fundamentos. Desde de esta forma un registro de una gran cantidad de datos que dan una explicación a lo que ocurre dentro del material.

Desafortunadamente lo que realmente ocurre es que llegan los materiales, se el modelo y se obtiene, se preparan materiales nuevos a de este estilo en fin que no se ha llegado hasta la fecha un modelo que permita el completo estudio de los superconductores. Por esto actualmente las investigaciones no han podido ir más lejos. En lo referente a la teoría no se puede avanzar tampoco, por la falta de una buena tecnología, carencia de datos confiables experimentales y reproducibles.

Entonces la escasez de estos importantes datos es causal de que la ciencia de materiales avance lentamente, cabe señalar que la búsqueda continúa, habiéndose sumado muchos grupos de investigadores a participar en esto, aportando una verdadera cantidad de nuevas técnicas de trabajo para tratar de superar a los materiales superconductores. Se encuentran algunos antecedentes en materiales superconductores con temperatura crítica inferior a 20°K.

Los compuestos cerámicos actuales son aleaciones en las que el elemento se combinan de una manera que hasta ahora se ve en forma de placas, de capas y a los niveles de óxido del tipo se les pesa energía obedeciendo a un determinado comportamiento formando un superconductor.

En lo referente a la ciencia de materiales es este el momento decisivo en cuanto a que tan rápido y como se puede obtener un superconductor controlado y lo que se ha visto en todo el mundo es

que todos los laboratorios que hacen ciencia de materiales se han unido a este área, y han habido cientos millones de trabajo forzado por que los investigadores que siempre han estado dedicados al estudio de los superconductores han tenido que acudir a congresos de ciencias de materiales; estas situaciones parecen contradictorias ya que quien tiene avanzada la investigación "tiene que standardizar" y ser seguido por algunos que si bien esta inmersos en el tema, no tiene el pleno conocimiento práctico del momento en que se encuentra la investigación. Pero si el científico investigador no acudiera a este tipo de eventos estaría impedido de obtener mayor información para actualizarse en la materia de estudio.

De lo antes anotado se desprende una serie de trabajos a nivel básico y el consenso muy claro por parte de todos los investigadores tanto nacionales como de otros países de que surja un trabajo aún más completo que los presentados hasta ahora que permita el mejor desarrollo de esta nueva "Revolución Tecnológica". La brecha abierta en nuestro país donde el apoyo a las investigaciones no es muy sostenido, comparado con otras naciones como por ejemplo Estados Unidos o Japón que son los más notables, da pauta a pensar que hay rezago en el conocimiento, pero no es así. Aquellos países han trabajado más rápido por los recursos y políticas con que cuentan tanto económicas como de equipo, laboratorios, etc; pero los avances no son tan dramáticos con respecto a nuestro país, el cual no está fuera de contacto y es importante recordar que la actividad científica en México no se ha detenido.

Nuestro país ha aportado información a un nivel paralelo e incluso avanzado, existiendo coincidencias y éxitos. Los proyectos que se trabajan actualmente tanto en el Instituto de Física, en el Instituto de Materiales y en las Facultades de Ciencias y Química se encuentran dentro del plan de trabajo del FUSOATT (Programa Universitario de Superconductores de Alta Temperatura de Transición). Cada proyecto es presentado al Consejo de Directores de este programa. Estos proyectos establecen toda una línea de trabajo, de investigación con objetivos y metodologías bien precisas, los cuales pretenden atacar en paralelo: la obtención y caracterización de estos materiales, el buen estudio básico de frontera y estudios de desarrollo.

Los proyectos bien fundamentados subsisten, los proyectos de los que estamos hablando tienen 2 años de trabajo desde que se escuchó hablar de superconductores, pero hay otros que ya se perdieron, por mantener una dirección al de la exploración de tierras raras, por que no estaba totalmente adecuado a las necesidades de trabajo.

Difícil que en los primeros meses de la superconductividad a nivel mundial la UNAM ha estado en plena competencia, ha estado desarrollando cosas a la par que otras universidades.

Es importante resaltar que para tener un reconocimiento mundial, es

necesario tener más de 20 artículos publicados en las mejores revistas internacionales de física y en 1988 México a través de sus investigadores científicos obtiene reconocimiento demostrando que se está trabajando en las condiciones de equivalencia de aportaciones con otras universidades.

La participación de México, en específico de la UNAM ha sido vigente y sigue siendo de magnífica calidad, se continúa publicando en revistas que están prácticamente en todas las bibliotecas de los centros que trabajan sobre este tema.

Ahora bien estimamos conveniente referirnos a la explosión de trabajos tan reciente, dándonos cuenta que en este campo, durante su primer año y hasta la fecha, se maneja a base de preprints (preimpresos) esto es que antes de publicarse, lo que importa es la información no las conclusiones para continuar trabajando en el tema.

Es por ello que se creó un banco de preimpresos tan grande, que cubra las estructuras normales de análisis que se tienen en general en la ciencia. Tanto creció este trabajo que existe un boletín que se trabaja de abordar los preimpresos a nivel mundial con una breve cita de cada uno y distribuirlo a toda la comunidad científica internacional.

Uno de los puntos, que se tienen para ver si realmente un artículo o trabajo es de calidad, es decir para su publicación es la cita de preimpresos como referencias en otros trabajos, en consecuencia la parte crítica del trabajo, que está el trabajo dependerá del número de citas que se hagan en los resultados de otras investigaciones dando a su vez, más confiabilidad a este.

México por lo tanto aporta: un nuevo proceso tecnológico, ¿qué si se están haciendo puntas en la línea de investigación? ¿qué existen proyectos vigentes? ¿después? ¿si que se ha obtenido nuevo conocimiento? ¿qué se ha publicado en las condiciones estándar? ¿qué hay un grupo que está estableciendo un proyecto interdependencia en la UNAM para empezar a establecer objetivos que pudieran ser ya de aplicación tecnológica? sí.

Para todo puede en estos momentos afirmar que ha hecho una aportación tecnológica específica, al que lo quiere estaría manteniendo.

Tal es el caso de una bobina superconductor que es una de las búsquedas de los científicos e investigadores en la UNAM, la cual no ha podido rebasar la cantidad de corriente que se persigue, la fragilidad es importante, no tiene una buena estabilidad en funcionamiento pero la gente sigue trabajando. Tal vez esta no sea su mejor aplicación, pero con el avance continuo del conocimiento se encontrará su lugar y aplicación adecuada.

Para concluir diremos que todas las investigaciones, proyectos y trabajos están tomando un nivel adecuado, hay un buen apoyo por

parte de instituciones, la UNAM está en la conciencia de que más adelante se podrá contribuir aun más de lo que hasta ahora se ha hecho.

*No se sabe si se ha respetado el tiempo en que el hombre debiera tener un conjunto de información de un material nuevo antes de hablar de él, pero solo el tiempo nos dará su adecuada fructificación . . ."

Dr. Eduardo Carrillo.
(IFUNAM)
En entrevista realizada
en mayo de 1992.

2.3. ¿Cuál ha sido el apoyo de las principales instituciones científicas en México?

En la actualidad hay algunos grupos que tienen el cargo de investigar la disponibilidad de las materias primas mexicanas, para fabricar los materiales superconductores.

El Laboratorio Nacional de Fomento Industrial, dependiente de Banca Sonora; la Cámara de Fomento Minero y los mencionados a lo largo de este trabajo como son: el Instituto de Investigaciones en Materiales; el Instituto de Física; el Departamento de Física y Química Teórica de la División de Ciencias Exactas de la Facultad de Química; la Facultad de Ciencias; la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México; el Departamento de Física de la Universidad Autónoma de Puebla; la Universidad Autónoma Metropolitana; el Departamento de Física del CINVESTAV del I.P.N.; la Escuela Superior de Física y Matemáticas del I.P.N. y el Instituto del Petróleo de PEMEX.

Todas estas instituciones tienen tareas diferentes con respecto al desarrollo de los superconductores: se abocaron de lleno y de manera férrea a desarrollar experimentos importantes en el campo. Y como hemos dicho anteriormente de los resultados de estos trabajos se han derivado varios artículos publicados en revistas especializadas de amplia circulación. Ello ha creado la necesidad de un estudio sistemático de la superconductividad que permita clasificarla de acuerdo con su configuración, propiedades y usos.

Estas investigaciones como cualquier otra requieren de una fuerte inversión económica habida cuenta de que los superconductores tanto teórico como experimental resulta costoso, dada su magnitud y relevancia.

México es un país que tradicionalmente ha dependido de la exportación de materias primas como el petróleo y el cobre. Por ello en términos reales para que pueda tener esta infraestructura, debe desarrollar mayor capacidad en el área de superconductores en la medida en que participe el Estado, la industria nacional, se tendrá mayor influencia en este avance científico en específico. Tal vez no imbuirnosnos en todos los campos como otros países más desarrollados, pero sí en algunos, y estos serán de gran importancia para nuestro desarrollo económico.

La importancia que reviste este tipo de investigación y el grado de avance que se ha adquirido actualmente a nivel básico, pone a México como hemos dicho en el capítulo anterior en la línea de vanguardia que debe mantenerse para de esta forma ingresar competitivamente a la era que marcará el desarrollo de estos nuevos superconductores.

Esto se podrá lograr con la debida conformación y el impulso del Gobierno hacia el Programa Universitario de Superconductores de

alta temperatura de transición y por que no con la creación de un Programa Nacional sobre superconductividad.

En el caso específico de la Universidad Nacional se puede afirmar que los trabajos elaborados dentro de IIM y de la Facultad de Ciencias nos colocan en primer nivel en Física de frontera, en cuanto a la realización de modelos teóricos nos encontramos en competencia.

Pero la falta de recursos necesarios para el desarrollo de la investigación de superconductores y en sí para todo tipo de estudios científicos en nuestro país, ha reducido considerablemente el avance de la ciencia, a pesar del respaldo de instituciones como CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C., el Grupo Condens, el Instituto de Investigaciones Eléctricas, SEMEX y la Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica de la Secretaría de Educación Pública.

La falta de inversión es resultado de la falta de apoyo por parte del Estado, y como consecuencia de que las expectativas que han provocado estos superconductores son muy grandes, en otros países, como Estados Unidos y Japón, cuentan ya con planes nacionales de desarrollo para estos nuevos materiales, lo cual no solo significa un apoyo económico importante, sino también una adecuada planificación sobre lo que se va hacer con los usos. En México el único plan coordinado es el de la Universidad (PUSCATT) al cual cuenta con un apoyo institucional hacia el desarrollo de los materiales.

Pero la realidad es que cada grupo de investigación trabaja aisladamente más o menos, por que hay contactos entre los diferentes grupos en algunos casos muy estrechos como el de la Facultad de Ciencias con el IIM, y en otros no tan estrechos, pero sí hay una cooperación, pero no institucional si no más bien por interés natural.

Dentro de la búsqueda de nuevos compuestos superconductores, la falta de inversión en la ciencia tiene que ver con la poca relevancia que se da a esta actividad y con la insuficiente estructura industrial.

La ciencia tiene que tener un lugar y una justificación del porque de su existencia en un país en el que por el limitado avance tecnológico, no hay necesidades concretas de la gente que trabaja en problemas científicos de punta.

Por eso nadie corre el riesgo de asumir la responsabilidad de apoyar económicamente con fuerza la investigación en esta área y por ende en la posteridad no podrá responsabilizarse a los científicos inmersos en estas investigaciones de que México se quede atrás en este tema.

El sentido ahora es ver quien puede dar un poco más de lo que le

tema. La comunidad científica lo está haciendo y ya demostró que puede participar activamente en un tema tan novedoso como este.

Existe una gama de temas considerados prioridades en el país: la enfermedad, la alimentación, la salud, etc., pero si trata de colocar a la ciencia, queda esta como tema secundario. Por ello es necesario que los miembros de la comunidad científica demuestren con resultados la necesidad manifiesta de mayor apoyo económico, no solo por instituciones científicas y no científicas, sino por parte del Gobierno.

El país cuenta con la infraestructura material y humana suficientes para asegurar el fructífero futuro de estas investigaciones, en la medida en que sea aprovechada la experiencia de la UNAM, es importante que los centros de provincia participen.

Podría pensarse que la vinculación con la industria será aún más difícil que con el Estado. Hasta el momento, solo CONDUMEX ha demostrado interés en los estudios que desarrolla la UNAM, gracias a ello ha establecido un convenio con esta que incluye financiamiento de líneas concretas de investigación, así como la integración de parte de su personal con investigadores universitarios.

CONDUMEX es la única instancia del sector productivo en realizar investigación sobre superconductores. CONDUMEX debe servir de modelo sobre la vinculación que debe darse entre industria y centros de investigación para llevar adelante desarrollos tecnológicos; esta es un ejemplo según el cual el sector productivo se involucra desde el comienzo en las investigaciones para aprovechar al máximo las nuevas tecnologías superconductoras. Fuera de esta empresa, las demás están a la expectativa, dicen tener interés pero no se ha visto nada en claro.

Lo que sí queda claro es que dentro de las políticas gubernamentales no hay tendencia muy grande por desarrollar la investigación científica. La principal deficiencia de la comunidad científica es el dinero, esto es muy grave y delicado ya que para que un país pueda desarrollar la ciencia, se debe contar con los recursos suficientes y con políticas adecuadas.

La propia Universidad Nacional Autónoma de México, otras instituciones de educación superior e investigación en el país; la Secretaría de Educación Pública, CONACYT, etc las instituciones encargadas de apoyar el desarrollo científico han reconocido la importancia del tema y han dado un apoyo, relativamente especial a la superconductividad, no desatendiendo otros temas y eso permite seguir trabajando y mantenerse cerca de la vanguardia. La posición de los investigadores a nivel mundial, por razones simples, no es del todo igual pues habida cuenta se cuenta con laboratorios e instituciones de grandes recursos; pero aún así nuestra productividad ha tenido repercusiones, hay trabajos de investigadores mexicanos muy notorios y que se han tomado en cuenta, es por ello que si tuvieran más apoyo, y un poco más de

Impulso podría decirse y afirmarse que tendrían muy buenas perspectivas.

2.2. ¿Con qué perspectivas económicas se cuenta?

Dentro del campo de la superconductividad, las investigaciones que se realizan, aportan indudablemente nuevos conocimientos acerca de estos materiales.

Cada una de ellas representa un adelanto importante para el desarrollo de mejores materiales superconductores.

Ante esta necesidad de realizar cada vez más investigaciones científicas nos enfrentamos a un realidad poco alentadora: en México no se dedican los recursos necesarios para el desarrollo de la investigación científica, este es un hecho que incluso oficialmente ha sido reconocido.

En tales condiciones el avance de la ciencia se ve reducido en muchos casos, a pesar del respaldo de instituciones a esfuerzos de carácter individual.

El caso de los investigadores universitarios en superconductividad, no es la excepción, ya que han tenido que enfrentarse a este problema dentro de su importante trabajo.

Para el Dr. Eduardo Davila, investigador del Instituto de Física, la falta de inversión en ciencia tiene que ver con la poca relevancia que se confiere a esta actividad en nuestro país y con la insuficiente estructura industrial.

Aquí cabe señalar, que cuando se dió la noticia científica acerca de las investigaciones que se realizaban en México pudo despertar el interés de numerosas personas e instituciones, menos de un ciento definitivo: el Estado.

Por ello, la carencia de este apoyo decisivo, redundará en el debilitamiento del nivel de los estudios mexicanos sobre la materia, que actualmente se encuentran a la par de los realizados en los más prestigiados centros de investigación extranjeros.

A este respecto, el Dr. Guillermo Aguilar Sahagún, Director en ese momento del Instituto de Investigación en Materiales, calificaba de "hercúleo", los esfuerzos realizados por la UNAM, para sostener estas investigaciones.

Dentro de estos esfuerzos, se encuentran la creación de el proyecto universitario sobre superconductores, el cual ya ha sido presentado a varias instancias gubernamentales, sin que hasta el momento se haya recibido respuesta de ningún tipo. A excepción de los apoyos dados por el CONACYT, y la Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica, que comparativamente con los proporcionados por la UNAM resultan ser muy pequeños, no se ha recibido ningún apoyo gubernamental directo a pesar de que este proyecto ha sido presentado varias veces y de que las solicitudes han sido reiteradas.

Entre este punto, el Dr. Alipio Calleja, de la Facultad de Ciencias comenta que en el caso de México, debería haber más agresividad en cuanto al apoyo.

El se reconocerá que los experimentales están realizando bien sus investigaciones, con mayor razón se debería de dar apoyo, ya que si ellos se detuvieran, también los teóricos de este tema perderían actualidad en el problema.

Sin duda alguna, este apoyo económico es muy importante, aunque también lo resulta la adecuada planificación de las actividades, el trabajo en conjunto indispensable para alcanzar los objetivos.

Entre esto, el M. en C. Raúl Gómez, del Departamento de Física Atómica y Molecular de la Facultad de Ciencias comenta que las expectativas que han generado estos superconductores, son muy grandes, tan grandes que en otros países como Japón y Estados Unidos ha habido planes nacionales de desarrollo de materiales superconductores, lo cual significa no solo un aporte económico importante, sino también una planificación de las actividades.

Algunos factores, son los responsables de que se siga avanzando en esta materia. En el caso concreto de nuestros investigadores, y las perspectivas de desarrollo, no ocupan un lugar totalmente competitivo, ya que se enfrentan a laboratorios e instituciones de grandes recursos, con los que en México no se cuenta.

Así el competir contra laboratorios de IBM, con universidades americanas, no resulta posible. Sin embargo, la productividad de nuestros investigadores ha tenido una cierta repercusión, existen además trabajos mexicanos muy notorios, por ello si se tuviera más apoyo y más parte capacitada, sin duda alguna se tendrían mejores perspectivas de desarrollo.

Así, enfrentándose a estos inconvenientes, los científicos abocados a este tema, han realizado trabajos muy importantes. A pesar de dichas limitaciones, no se ha detenido del todo este desarrollo, es la primera vez en la historia de la física mexicana que el medio científico ha abordado el tema desde el principio, en este caso no existe un rezago de muchos años, como el que sufrimos, en el caso de la física nuclear.

Aunado a este inicio en dichas investigaciones, el resultado de las mismas ya ha dado sus primeros frutos; ya que las contribuciones de científicos mexicanos han sido importantes, contando con varias publicaciones de investigadores mexicanos, en revistas internacionales de gran prestigio, la medida en que México está contribuyendo para el desarrollo de estos materiales tiene un lugar importante.

Actualmente las investigaciones que se realizan tienen como principal interés, el entender el porque estos materiales poseen esta característica de superconductividad. Dichos estudios son

tendientes a caracterizar a estos materiales, a entender sus mecanismos. Por ello, y en opinión de varios científicos, debe realizarse un trabajo conjunto, investigadores, universidades y gobierno. Así entendiendo que la situación económica por la cual atraviesa nuestro país es difícil, pero también en esos términos pueden darse recursos que permitan el avance y terminen con el retraso científico, que a la larga nos impida un mejor modo de vida.

Todos los proyectos de investigación y desarrollo necesitan ese apoyo. Aún para el caso más modesto. Para que los interesados en el tema se mantengan activos y produciendo, para formar gente.

" Decir que no se puede utilizar la inteligencia más que en ciertas áreas por que no hay dinero, sería el argumento más triste y un error histórico. . ."

Dr. Eduardo Castillo.

(FUNAM)

En entrevista realizada
en mayo de 1989.

2.4 México a la vanguardia de esta tecnología.

El descubrimiento experimental de la superconductividad realizado a principios del presente siglo, representó una de las anomalías más espectaculares en el comportamiento eléctrico de materiales conductores y uno de los enigmas más intrigantes que, por más de cincuenta años tuvo que orientar el programa de investigación en física del estado sólido.

Así, en el año de 1908, se presenta una revolución científica, en torno a estos materiales superconductores de alta temperatura. A partir del descubrimiento realizado en Zurich, Suiza, en los laboratorios de IEM, donde Müller y Eadner, encuentran un material novedoso que se tornaba superconductor a una temperatura de 20° K.

Este nuevo hallazgo, llevó a que pocos después el Dr. Paul Chu de la Universidad de Houston, sentara definitivamente las bases de esta revolución, al obtener un material con una temperatura crítica de transición superconductora del orden de los 90° K.

Fue así, que la obtención de este material despertó enorme interés en la comunidad científica internacional, pero a pesar de que el Dr. Chu se nega a proporcionar información sobre el mismo, se sabía sin embargo que los nuevos materiales eran óxidos compuestos por elementos conocidos como "tierras raras".

Así, con esta requirida información, un grupo de investigadores de la UNAM, comenzó a trabajar en el asunto y logró desarrollar, unas cuantas semanas después que el Dr. Chu, un material con una temperatura crítica semejante a la del elemento obtenido por este.

De esta forma, la importancia del estudio de estos materiales se ubica en un lugar importante dentro de el desarrollo científico en México.

A este respecto, el Dr. Yacamán, Director del Instituto de Física de la UNAM, comenta que: probablemente este sea el único ejemplo en el cual México pueda participar en un desarrollo tecnológico desde sus inicios. Con la ventaja de que ni estamos marginados en la tecnología, como ha ocurrido tradicionalmente.

Por ello, sin duda alguna, el hecho de que se haya abordado este tema desde sus inicios, le ha permitido a México ocupar un lugar importante, y mantenerse a la vanguardia, dentro de este tema.

Cabe señalar que en el Departamento de Estado Sólido y Criogenia del Instituto de Investigación en Materiales, se realizan investigaciones avanzadas y de excelencia, lo que ha permitido que nuestro país pueda contarse entre los que están a la vanguardia en los estudios sobre los nuevos superconductores cerámicos, que han suscitado lo que muchos han calificado como "La revolución científica del siglo XX".

Así el conocimiento acerca de estos materiales ha permitido que a partir del último trimestre de 1988 más de un centenar de laboratorios en todo el mundo se dediquen al estudio de los nuevos materiales cerámicos superconductores, reportándose día a día resultados importantes.

Por ello la importancia tecnológica que reviste el estudio de este tipo de materiales y el grado de avance que en su investigación se ha adquirido en México a nivel básico nos pone en la línea de vanguardia que debemos mantener para ingresar competitivamente a la era que marcará el desarrollo de estos nuevos materiales. Esto se debe lograr concretamente con la generación de recursos humanos que fortalezcan tanto el aspecto básico para un mayor entendimiento del fenómeno, como para su perspectiva tecnológica.

Al igual que en otras partes del mundo, donde los científicos han elaborado trabajos muy completos como resultado de sus investigaciones, en México, nuestros científicos han realizado trabajos muy importantes, tanto, que se han publicado en las revistas de mayor prestigio en el mundo, tales como Journal of Materials Research, Review of Modern Physics entre otras.

Es de esta forma como México ha logrado a base de esfuerzos e intenso trabajo de investigación colocarse en un lugar importante, dentro de este campo de los materiales superconductores.

Se demuestra así, que la física y los físicos no han dejado, ni dejarán de tener un papel significativo en el desarrollo de la ciencia en México.

CUADRO FINAL
Capítulo II

No olvidemos que....

* El estudio e investigación de estos materiales superconductores, ha despertado el interés y la participación de Instituciones Científicas y Universidades.

Apartir de ello, surge el Programa Universitario para Superconductores de Alta Temperatura de Transición.

* Este está integrado por proyectos de investigación con objetivos y metodologías bien precisas, las cuales abarcan tres grandes líneas: la obtención y caracterización de superconductores de alta temperatura de transición, estudios básicos de superconductores, y estudios de desarrollo de estos.

* La importancia que revisten estas investigaciones y el grado de avance que se ha adquirido actualmente a nivel básico, pone a México, en la línea de vanguardia que debe mantenerse, para de esta forma ingresar competitivamente en la era que marcará el desarrollo de estos materiales.

* Dentro de estas investigaciones, y la búsqueda de nuevos materiales, la falta de inversión en la ciencia tiene que ver con la poca reactividad que se da a esta actividad.

* La ciencia tiene que buscar un lugar y una justificación al pieque de su existencia en un país, en donde el avance tecnológico es limitado.

* Todos los proyectos de investigación y desarrollo necesitan apoyo económico, para que los interesados en el tema se mantengan productivos.

CAPITULO III

LOGROS ESPECIFICOS EN EL CAMPO SUPERCONDUCTOR

2.1 Estudios a nivel Internacional

Durante trece años, las más altas temperaturas de transición al estado superconductor se habían mantenido bloqueadas alrededor de los 23°K. Por tanto, en todos los laboratorios de las más prestigiosas empresas en el mundo, tenían que continuar los resultados obtenidos en Eurocliban por IBM. Activos grupos de investigación se han dedicado al estudio de la superconductividad en óxidos de tipo Ba-Pb-Bi-2 (Bario-Pb-Bismuto-Oxígeno), grupos como el de Terada en Tokio, CHU en Suiza, Escudero y Alachi en México, Barlogg en EUA y Yu Tretyakov en Moscú.

A pesar de que, en 1985 y 1989 estos grupos han reducido en algunos casos sus esfuerzos de investigación, aún la búsqueda de nuevos materiales superconductores está centrada en los compuestos de cerámicos que contienen cobre y plomo, uno de los primeros descubrimientos de HTc, tanto bario, plomo bismuto y oxígeno como el trabajo en Japón, Houston, México, Estados Unidos y Moscú.

Por este razón y para comprender los diversos procesos que intervienen en la transición a la superconductividad, en la actualidad se trabaja con la familia del bismuto.

Como todo bismuto, un óxido de bario, plomo y bismuto se transforma en superconductor a temperaturas por sobre de los 10°K. Pero los investigadores de los laboratorios Bell, dirigidos por el Dr. Robert W. Cava, al utilizar óxidos en vez de plomo, pudieron elevar la temperatura de transición hasta los 30°K. La más alta lograda para materiales cerámicos sin cobre. Sin embargo, cuando el bismuto se cambia por antimonio la temperatura de transición disminuye hasta casi 0.5°K, a pesar de que los compuestos de antimonio o bismuto son muy similares entre sí.

Este sorprendente hallazgo fue publicado en un reciente número de la revista científica NATURE. El Dr. Cava destaca la necesidad de descubrir exactamente cómo el bismuto, más que el antimonio, es el ingrediente que hace posible la superconductividad a temperaturas muy elevadas.

Del mismo modo, se investiga el comportamiento de algunos superconductores cerámicos en secciones rectrices en donde los electrones son los principales responsables de la corriente eléctrica en el interior de estos materiales. Casi todos los compuestos de óxidos y cobre contienen gran cantidad de "holes", es decir, huecos de electrones, elevan sus temperaturas de transición cuando la presión aumenta; sin embargo, especialistas de la Universidad de Tokio, Japón, hallaron que esta no afecta a un superconductor de cerámico, cerio y óxido de cobre, con una gran cantidad de electrones.

La diferencia del comportamiento entre ambos tipos de superconductor, según el Dr. Cava, podría relacionarse con la manera en que cada átomo de cobre se encuentra unido dentro de la

composición cristalina. En la circunstancia de los superconductores con abundancia de "huecos", cada átomo de cobre, se encuentra en la base de una pirámide de átomos de oxígeno con cuatro átomos de este en el mismo plano del átomo de cobre y otro más arriba. En modificación, en los superconductores con abundancia de electrones, el átomo de oxígeno que debería encontrarse por arriba del de cobre está ausente. De lo anterior parte una de las hipótesis de los investigadores de la Universidad de Tokio: que los efectos de la presión provienen de los cambios que se llevan entre los átomos de cobre y los de oxígeno que se sitúa por encima de ellos.

Estos dos trabajos muestran los esfuerzos que hoy en día se llevan a feliz término en todo el mundo, se busca entender como funciona un superconductor, ya que después de 3 años de investigación aún se desconocen estas familias de materiales se transforman en superconductoras a una temperatura específica.

2.1.1 Competencia científica.

A finales de 1926 la comunidad científica internacional observó que a bajísimas temperaturas cercanas a 40°Kelvin , es decir aproximadamente a $233^{\circ}\text{grados centígrados}$ bajo cero, ciertos metales y cerámicos perdían por completo la resistencia al paso de la corriente eléctrica. Se mencionó la existencia de un compuesto superconductor cuya temperatura crítica era de 40°K .

Y esta fue la chispa de un movimiento científico nunca antes visto. Comenzó así la carrera internacional entre los mejores y más destacados científicos, químicos, físicos de todo el planeta; la meta era obtener un superconductor que tuviera además de sus fantásticas propiedades, la ventaja de funcionar a temperatura ambiente, siendo reproducible a voluntad.

En los últimos 2 años, en revistas científicas no cesa el torrente de información salida de los laboratorios de todo el mundo acerca de los interesantes resultados en lo que a superconductores se refiere.

Dentro de este ámbito se han presentado trabajos de Suiza, Francia, Italia, México, URSS, Holanda, Alemania, Japón, Polonia, Estados Unidos, Kuwait y China.

Todas estas ponencias en un principio surgen para corroborar si habían cometido algún error de medida, por J.G. Bednorz y K.A. Müller, ya que a la luz de la historia de la superconductividad se han anunciado resultados espantosos, resultados que jamás llegaron a confirmarse. Por esto y con razón, había que desconfiar de aquel descubrimiento.

Para asegurarse del logro, todos los citados países se dedicaron a reproducir varias veces los mismos experimentos, pero utilizando distintos métodos de medida de temperatura.

En el verano de '88 M. Telenhiga, profesor auxiliar de la Universidad de Tokio, se unió a la tarea con Bednorz y Müller, continuando investigaciones mediante medidas de susceptibilidad magnética.

En septiembre del mismo año obtuvieron ya el segundo indicador de superconductividad a alta temperatura: colocadas en un campo magnético exterior, las muestras se hacían diamagnéticas, es decir, expulsaban las líneas de campo que penetran normalmente en un conductor ordinario.

Este es el fenómeno Meissner que permite la levitación magnética, que muchas personas habrán visto en revistas o en reportajes de televisión.

Paralelamente llegan al conocimiento científico general las primeras confirmaciones de Japón, donde el profesor S. Tanaka y su

equipo fueron los primeros en confirmar el ferromagnético Meissner; aproximadamente a finales de diciembre, sustituyendo el bario por estroncio en los compuestos, dos equipos consiguieron aumentar la temperatura de transición hasta unos 42° Kelvin. Fue el equipo del profesor Tanaka, en Tokio y un grupo de los laboratorios AT&T and Bell en Estados Unidos.

Mientras tanto, en la Universidad de Houston, Texas, el Dr. Paul Chu rompió a probar los primeros compuestos de bario, obteniendo como resultado temperaturas de transición del orden de 80°K., siendo este momento Chu pudo sobrepasar el muro de los 87°K. (temperatura del nitrógeno líquido).

A partir de este instante, el descubrimiento de un nuevo compuesto superconductor a 88°K., lo hicieron Chu y su equipo en colaboración con el de M.K. Wu de la Universidad de Alabama en Huntsville. Este nuevo compuesto era también formado de cobre, bario y esta vez, fósforo (Y-Ba-Cu-P).

Inmediatamente después, dos equipos llegaron a obtener de manera independiente el mismo resultado: el equipo de J.M. Tarascon en los laboratorios Bellcore, de Rad Bank y el profesor Dhas Zhong Xian del Instituto de Física de Pekín.

Hasta el momento, los resultados confirmados sobre altas temperaturas de transición se mantienen alrededor de los 100 Kelvin.

Para las posibles aplicaciones futuras, esto es ya una ventaja considerable, pues bastara con un enfriamiento de nitrógeno líquido.

En las innumerables conferencias científicas internacionales que han sucedido lo largo de estos tres años, los resultados obtenidos parecen indicar cada vez con la posible existencia de superconductividad a temperaturas aun mas elevadas.

Actualmente, se han concebido presupuestos considerablemente altos a la investigación de los superconductores de alta temperatura crítica, Japón y Estados Unidos especialmente, y varios millares de físicos en todo el mundo estudian todos los aspectos científicos y técnicos de estos materiales.

Recientemente se logro depositar películas muy delgadas de superconductores de alta temperatura. El Dr. Vagdish Narayan, investigador de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, en E.U.A., durante una serie de investigaciones, logro desarrollar una técnica por medio de la cual se pueden depositar películas delgadas de superconductores de alta temperatura, ahora conocidos como "1-2-3" (compuesto con una parte de fósforo, dos de bario, tres de cobre y aproximadamente 7 de oxígeno), a una temperatura relativamente baja sobre diversos materiales entre los que esta el silicio que es el sustrato básico de los dispositivos electrónicos. "Narayan vaporizó primero pequeñas porciones de "1-2-3" con pulsos

de rayo láser. Después, debido a la presencia de un anillo cargado eléctricamente entre la muestra de "1-2-3" y un sustrato caliente, como puede ser el silicio o el titanato de estroncio, condujo a las líneas vaporizadas tanto el sustrato, a la vez que igualo sus velocidades para asegurarse su suata acuada sobre el mismo." (4)g

"Finalmente, un poco de tubo cerrado al sustrato proporcionó el origen requerido en este proceso, y se obtuvo así una película superconductora "1-2-3" completamente alineada a la estructura cristalina del sustrato. A la temperatura de calentamiento más alta utilizada por Narayán, aproximadamente de 680°K., las películas obtenidas no presentaron defectos." (5)g

"El Dr. Narayán declaró que estas películas cristalinas delgadas son casi perfectas, estables y capaces de conducir corrientes eléctricas bastante altas, afirma también que al haber logrado depositar estas películas a una temperatura inferior, aproximadamente en 100°K. a las utilizadas, sin éxito en procesos similares, las resistencias eléctricas y los coeficientes térmicos que podían alterar la interfase sustrato-películas se minimizan". (6)g

Lo anterior fue publicado en un artículo en la revista APPLIED PHYSICS LETTERS. Hasta ahora la obtención de películas superconductoras "1-2-3" sobre sustratos de silicio se habían concebido como un proceso difícil debido a que las estructuras cristalinas de estos materiales no "encajan" exactamente entre sí, a la vez que se expanden y contraen en tasas diferentes conforme se suceden los cambios de temperatura; el otro problema era que el silicio no resiste las altas temperaturas que requiere el procesamiento de los superconductores "1-2-3".

"Por ello el Dr. Narayán utilizó un sustrato de titanato de estroncio cuya estructura cristalina, cuando la película "1-2-3" se deposita a temperaturas relativamente bajas, puede alinear de un lado al silicio y del otro a la película superconductora, para formar una estructura de tres capas aún más estable. Pero a causa del alto costo del titanato de estroncio, se usaba un material más económico y con propiedades similares, o bien un proceso que no requiera la presencia de una tercera capa." (7)g

"Además bien, la empresa de comunicaciones Bell, por medio del investigador Verly Weststern, comenta que dentro de esta compañía como en los laboratorios de investigación de la empresa Hitachi se han logrado obtener chips híbridos superconductores y semiconductores, así como dispositivos para la telecomunicación que operan con micro-onzas de alta frecuencia." (8)g

"Por su parte el Dr. Yoshi Tokura de la Universidad de Tokio descubrió una nueva familia de superconductores cerámicos, que pierden toda resistencia al paso de la corriente eléctrica a 24°K. Se puede pensar que no resulta de mucha importancia ante la existencia de superconductores que lo hacen a temperaturas más altas. Sin embargo esta nueva familia aporta información importante sobre el funcionamiento de los superconductores de alta

temperatura, en los que los "huecos" u "hoyos" producidos por la ausencia de electrones en la estructura de la red cristalina son los responsables del flujo de la corriente eléctrica." (2)]

Estos nuevos materiales están compuestos por cobre, oxígeno, berilio y uno de estos tres lantánidos: lantano, praseodimio y samario.

Recordemos que todos los superconductores de alta temperatura se elaboran a base de capas de átomos de cobre y oxígeno, en las que cada átomo de cobre está rodeado por cinco o seis oxígenos. Cuatro de estos átomos de oxígeno se encuentran sobre el mismo plano del átomo de cobre y los restantes se sitúan sobre y debajo de él."]

En cambio, en los nuevos compuestos no existen estos últimos, solo están presentes los átomos de oxígeno completos con el cobre. Además, la introducción de berilio en lugar de otros elementos provee electrones extras.

La teoría actual afirma que para existir superconductividad los electrones extras deben tener pares a pesar de que por tales cargas iguales tienden a repelerse. Para explicar este fenómeno se han dado diversas propuestas, pero la más imposible, contradictoria experimentalmente.

Sin embargo debido a las diferencias de comportamiento entre los superconductores previstos "de hoyos" y los previstos de electrones, de acuerdo con el Dr. Takura, emerge ahora un nuevo campo donde comprobar muchas de estas hipótesis.

Apparentemente, la capacidad de físicos y químicos es inagotable, no termina de sorprender, hoy en día científicos del Instituto de Investigación de Materiales Metálicos en Tsukuba, Japón, encabezados por el Dr. H. Maeda, identificaron un material que define una nueva clase de superconductores.

Dicho material no contiene ningún elemento de las tierras raras, pues posee una estructura de cristal diferente a la de los primeros superconductores y presentan una temperatura de superconductividad por encima de 110°K y está compuesto de bismuto, estroncio, calcio, cobre y oxígeno. Las similitudes de estructuras y las diferencias entre el nuevo material y los primeros superconductores representan un reto para los técnicos que desean comprender el funcionamiento de la superconductividad de altas temperaturas.

En la Universidad de Moscú, a diferencia de muchos otros, colectivos científicos físico y químicos de alta calificación trabajan hombro con hombro con particular agudeza en lo que a la investigación de superconductividad se refiere. Desde el principio, los físicos soviéticos sintieron que sin la participación activa de especialistas en el ámbito de la química y tecnologías no podían alcanzar los deseados resultados.

Los investigadores rusos hasta cierto punto, han sacrificado sus intereses científicos y con rapidez se han incorporado al trabajo

para la creación de materiales superconductores. El llamamiento se hizo extensivo a los colaboradores del laboratorio de tecnología criocéntrica, que habían trabajado en conjunto con los físicos y químicos de este nuevo proyecto en la química y tecnología de los materiales de óxido y calcogénicos con propiedades especiales magnéticas y eléctricas, es decir, las ferritas, materiales piezo-eléctricos, ciertos cristales que producen electricidad al ser sometidos a presión o a deformaciones mecánicas), electrolitos sólidos (líquidos que pueden ser descompuestos por el paso de una corriente).

Los científicos rusos son los creadores de una original tecnología ortocéntrica para la síntesis de tales materiales. Así pues, los laboratorios y sus colaboradores tenían suficiente calificación para incorporarse a "la carrera superconductora" desde el principio.

En marzo de 1957 los científicos rusos consiguieron obtener superconductividad y vencer al límite de los suizos Müller y Bednorz.

Las más importantes resultados por los científicos soviéticos se centran en encontrar el problema de la comprensión del mecanismo de la superconductividad de alta temperatura.

Actualmente se maneja como válido el mismo modelo fundamental del fenómeno: antiguo para la superconductividad de baja temperatura, pero ahora es el apareamiento de los portadores de la corriente y la formación de los llamados pares de Cooper: un complejo de partículas constituido por 2 electrones o bien 2 huecos. El problema radica en cual es la causa del apareamiento. Esta no ha sido descubierta hasta el momento.

El Instituto de Física de la Academia de Ciencias de la URSS, bajo la dirección del Dr. I. Schepelov ha llevado a cabo investigaciones cuyos resultados no pueden ser menos importantes que los ocurridos en otros países ya antes citados.

Resulta que un monocristal perfecto en todas las direcciones incluida la conductividad tiene carácter metálico. Esto proporciona la posibilidad de hablar de los superconductores de alta temperatura como sustancias que, antes de la transición al estado superconductor son metales normales tridimensionales solo que anisotrópicos (les recuerda a diferencia de los dieléctricos y semiconductores, la conductividad de los metales aumenta al disminuir la temperatura).

Por lo tanto, las propiedades metálicas se manifiestan por todo el volumen de cristal.

Meses después estos resultados fueron repetidos por científicos norteamericanos en la Universidad de Princeton y por científicos japoneses. Datos que fueron considerados correctos en la Conferencia acerca de Superconductividad de Alta Temperatura

Críticas de la ciudad de Interlaken Suiza que tuvo lugar en 1989.

El segundo resultado de importancia realizado por científicos rusos se refiere a la distribución de la corriente por la sección de la muestra: en trabajos realizados en el extranjero existía un punto de vista: en el parecía que la corriente superconductor se difundía no por todo el volumen, sino que se concentraba en ámbitos aislados, por ejemplo: Todos los cristales en el estado de baja temperatura son ortorómbicos. Su estructura recuerda el "parquet": los rumbos yacen en la base de prismas por separado, están girados recíprocamente bajo cierto ángulo.

Si la corriente fluye solo en determinados ámbitos, será muy pequeña la esperanza de que una corriente fuerte homogénea pase por la muestra. En base a esto los científicos rusos han conseguido mostrar como se distribuye la corriente en el superconductor con respecto al efecto Meissner.

Pero el académico Arkhivov mostró que en 10 tipos de superconductores el campo magnético, a pesar de todo, penetra en el superconductor, pero no en forma de un flujo continuo, sino en forma de líneas aisladas, es decir, por cuantos del tipo magnético conocido en el mundo científico como los vórtices de Abrikosov.

Los nuevos materiales superconductor corresponden a este tipo y se venían como superconductores de tipo II. La preparación de capas delgadas ha permitido elevar el valor de densidad de corriente crítica con respecto al de volumen.

En todo el mundo existen ya varios aspectos descubiertos sobre los nuevos superconductores en las investigaciones tecnológicas realizadas por un sin número de físicos y químicos dentro de sus diversas ramas. Aun así, se desarrollan contactos hace ya tiempo y exitosamente entre científicos de diferentes institutos, universidades y laboratorios de gran importancia científica, todos ellos dispuestos a cooperar entre sí, para de este forma tratar de comprender hasta que punto se resuelve el problema de la superconductividad de alta temperatura que hasta hoy sigue siendo el problema No.1 de la física moderna.

3.1.1.1. Instituciones científicas y asociaciones.

A continuación en el siguiente cuadro veremos los trabajos y proyectos de investigación de las diferentes instituciones científicas y asociaciones que participan en la carrera hacia la superconductividad.

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
1. Laboratorio de Cristalografía y Ciencia de Materiales. ISMRA bd du Marechal Juin 14032 CAEN Ceder Francia.	Mezcla de variedades en óxidos Copper relación entre la química de cristal y la superconductividad.	B. Raveau, C. Michel, A. Maignan, M. Hervieu and J. Provost.
2. Centro de Materiales: Ciencia e Ingeniería ETC 5.160 Univ. de Texas en Austin, Austin Texas 78712	El papel del origen en: YBa2Cu3O7-8	John B. Goodenough y A. Manthiram.
3. Lockheed Missiles y Compañía Especial, INC Research and Development Division Palo Alto California 94304-1191	Nuevos Materiales que exhiben Superconductividad a T _c arriba de 90°K	C.Y. Huang
4. 1. IBM Almaden Research Center 650 Harry Road, San José C. A. 95120-6099 2. Departamento de Materiales, Ciencia e Ingeniería. Univ. de Stanford Calif. 94305	Los efectos de la Espectroquímica del oxígeno y organización del mismo Superconductor Y1Ba2Cu2O9-x	R. Beyers, E. M. Engler, P. M. Grant, S. S. Parkin, G. Lim, M. L. Ramirez, K. P. Roche, J. E. Vazquez, V. Y. Lee, y R. D. Jacowitz. B. T. Ahn, T. M. Sur y R. A. Huggins

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
5. Institut für Festkörperphysik Postfach 3640, 7500 Karlsruhe, FRG. Univ. de California San Diego Dept. Electrónico y de Ingeniería en computadores. La Jolla, Mail Code C-014, CA 92093 USA.	Investigación de la alta temperatura en Superconductividad.	Trabajo de conjunto entre los dos Universidades.
6. Instituto de Investigación de Materiales (Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. postal 70-360, 04510 México D.F.	Materiales cerámicos y Alta Temperatura Crítica Superconductividad en el compuesto 1:2:3:	Roberto Escudero.
7. Departamento de Física Aplicada e Ingeniería Research Instituto Univ. de Tokio, Hongo 7-3-1 Tokio 113, Japan.	Propiedades físicas en Óxidos de Alta TC	S. Uchida.
8. Instituto de Ciencias en Materiales Univ. de Tsukuba, Cd. Tsukuba Japón.	Efecto de compensación en concentración de hoyo en: $Ln_{1+x}Ba_{2-x}Cu_{307-8}$ y Anisotropía del campo crítico superior de $LnBa_2Cu_{07-8}$	Koki Takita
9. Universidad de Texas (Austin, Texas 78712-1081 USA.	Espectroscopia de Tunelaje para superconductores de alta temperatura	Alex L. de Lozanne

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
10. Atland Bell Labs, Murray Hill, N.J. 07974 USA. Perkin Elmer Physical Electronics, Edison, NJ 08822 USA.	Microestructura y propiedades de la cerámica Pb_2CuO_7 .	G.J.Fisanick, S.Jin, T.F. Tiefel, R.C. Sherwood, M. Yan, R. Moore y R.B. Van Dover.
11. Basic Research Department, Centro Atómico Bariloche 8400 Bariloche, R.N. Argentina Instituto de Física Aplicada Department, Centro Atómico de Argentina.	Vista Microscópica de un Superconductor de alta temperatura.	F. de la Cruz, L. Livale, E. Ossiquil, H. Safar y R. Decca, D.A. Esparza y C. I. Ovidio.
12. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria México D.F. 04510	Espectroscopía Mossbauer en Superconductores de Alta Temperatura Crítica. (T_c)	Raúl W. Gómez
13. Departamento de Física, Universidad Northeastern, Boston Massachusetts 02115.	Propiedades de Metaestabilidad en muestras de cristales y su importancia como Superconductor de alta temp	Jorge José.
14. Facultad de Química, UNAM, México D.F. 04510. Instituto de Física Apdo. Postal 20-364 México D.F. 01000.	Estructura cristalina en el plano basal de Cu_2 y Microestructura en Superconductor $YBa_2Cu_3O_7$	C. Varela y Robledo.

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
15. Facultad de Ciencias, UNAM, Apdo. Postal 170-646, 04510 México. Escuela Superior de Física y Matemáticas IPN Y Depto. de Física del CINVESTAV, IPN Apdo. Postal 14-740 México D.F.	Forma normal y vibración en Superconductores de Alta temperatura crítica (una visión crítica)	A. Calles, E. Yezpe, A. Salcido, J.J. Castro, A. Cabrera.
16. Instituto de Física UNAM Apdo. Postal 20-364 01000 México D.F.	Características de la estructura del Superconductor de alta Tc YBa ₂ -Cu ₃ O ₇ -x y HoBa ₂ Cu ₃ O ₇ -x	R. Pérez, J. G. Pérez-Ramírez, J. Reyes Gasca, U. Oseguera, J. Cruz y M. José Yacamán
17. Instituto Mexicano del Petróleo ISP, Apdo. Postal 14-805, México 14 D.F. CINVESTAV, IPN Apdo. Postal 14-740 México D.F.	Microestructura, características de las fases mixtas de superconductividad.	J. M. Domínguez C. Jalilany, O. Guzmán, P. del Angel, J. Omaña y A. Montoya.
18. Atand T. Bell Lab. Murray Hill, New Jersey	Estructura Electrónica y Superconductividad de alta temperatura crítica en óxidos Cooper.	M. Schlüfer
19. Departamento de Física Mc Master Univ. Hamilton, Ontario, Canada L8S4M1.	Propiedades de Alta temperatura crítica en excitación de Fonones Superconductores	J. P. Carbotte

Instituto o asociación	Investigación	Integrantes
20. Instituto de Física de Rio de Janeiro C.P. 65528, Rio de Janeiro 21945 Brasil.	Interfases en un Superconductor Metálico normal en Superconductor de Alta Tc.	Roberto Nicolisky.
21. Departamento de Química ICENLNETI P-26S6 SACAVERM CODEX Portugal.	Thermopoder en $Y(1-x)PrxBa_2Cu3O7-B(0 \leq x < 1)$	A.P. Goncalves, I.C. Santos, E. López-R. Henriques M. Almeida y L. Alcacer.
22. División de estudios de Posgrado Facultad de Química. Cd. Universitaria 04510 México, D.F.	Superconductividad en $Gd-xBaCuO_x$ óxidos ($x=YbLa, Y$)	M. de Chávez D. López G. Pacheco Y C. Piña.
23. Centro Atómico Bariloche y el Inst. Bariloche 9400 Bariloche Argentina Univ. de California San Diego la Joya CA 92093 USA. Univ. San Diego State San Diego CA 92182 USA Alamos National Laboratorio los Alamos NM 87545, USA	Interacción de Campo en Cristal y orden Magnético en $GdBa_2Cu_3O_7$	M.T. Causa, G. Fainstein, G. Niewa, R. Sánchez, L.B. Steren, M. Tavar, R. Zysler D.C. Vier, S. Schultz, S.B. Oseroff, Z. Fisk y J.L. Smith.
24. Instituto de Fisiología Celular UNAM Apdo. Postal 70-600, 04510 México D.F. Inst. de Física UNAM A. Postal 20-364, 01000 México D.F. Inst. de Inv. en Materiales, UNAM Apdo. Postal 70-360, 04510 México D.F.	Algunas observaciones en estudios en EPR para compuestos de $YBaCuO$	G. Aguilar, H. Murrieta, J. Ramirez, T. Akachi, R.A. Barrio, y R. Escudero.

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
25. Instituto de Física UNAM, P.O. Box 139-B 62191 Cuernavaca, Mor. México.	Características Mecánicas en YBa2Cu3-07-x	L. Martínez J.V. Albarrán
26. Div. de estudios de posgrado facultad de Química, UNAM, 0410 México D.F. Instituto Mexicano del Petróleo México D.F. Instituto de Investi- gaciones en Materiales UNAM, Apdo. Postal 70- 1360, 04510 México D.F.	Estudio en Superconductores cerámicos del tipo Yb2Ba4Cu6Ox, Yb6dBa4Cu6Ox, Yc2Ba4Cu6Ox	C. Piña, A. Montoya, P. Bosch, R. Escudero.
27. Materials and Processing Report IMIT	Un vistazo al Proceso del Desarrollo de Superconductor de Alta Temper- ratura desde el descubri- miento de los 30 K.	Renee Jord.
28. ICI Advanced Materials.	Procesamiento Propiedades y prototipos de Superconducto- res de Alta Temperatura.	Neil Mc N. Alford.
29. Monolithic Super- conductors, Inc.	Algunos resul- tados en Mata- riales críti- cos en proceso y fabricación para Bulk High Temperature Superconduc- tors.	Lawrence E. Murr.

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
30. American super-conductors, Inc.	Un análisis del estado al ser procesado en superconductor.	Carl Russo.
31. General Atomic.	"Desarrollo de Materiales: Progresos recientes en el desarrollo de Cerámicas Superconductoras en Alambre y Atómicos Generales"	Lawrence D. Woolf
32. Academia China de Ciencias. "Instituto de Física".	"Minucioso estudio de nuevo Sistema de Superconductividad de Alta Temperatura".	Chongyian Chao.
33. Adu. Res Defense Project DARPA. USA.	"Una actualización en el DARPA programa realizado para superconductividad de Alta temperatura".	Kay A. Rhyne
34. Laboratorio Nacional Los Alamos	"Desarrollo, Caracterización, y Aplicación de los Superconductores de Alta Temperatura. Centro Experimental Rand D. los Alamos"	Rod K. Quinn.

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
35. Instituto de Investigación de Energía Solar.	"SERI/DOE Asociación con el Sector Privado de Superconductividad de Alta Temperatura Rand D"	Robert Mc Connell
36. Oficina de Iniciativa estratégica	El SDI Programa para HTSC Aplicaciones".	Richard Yesenky.
37. Instituto de Materiales Avanzados	"Una valoración Global de Superconductividad en el Futuro.	Gregory L. Ferron.
38. Universidad de Wisconsin Centro de Superconductividad Aplicada	"Superconductividad Magnética Energía Almacenada para Utilización Eléctrica Desarrollada Wisconsin desde 1971".	Robert W. Boom.
39. Centro Texas de Superconductividad de la Universidad Houston	"Ultimo HTSCI R&D en el Centro Texas For SC".	C.W (Paul) Chu
40. Universidad de California Berkeley, Depto de Física.	"Perspectivas Teóricas de HTSC"	Marvin L. Cohen.
41. Univ. de Tokio, Departamento de Química Industrial.	Aspectos Electrónicos Estructurales de los Oxidos HTSC"	Koichi Kitazawa

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
42. Universidad de California Berkley	"Frecuencia lenta Intrínseca, propagación en films de YBCO"	John Clar Ke
43. Universidad de San Diego, California	Recientes experimentos en HTSC.	Brian Maple
44. Universidad de Colorado.	Baja temperatura de oxidación con dióxido nitrogenado para SC óxidos	Robert E. Stevens.
45. Instituto de Física del estado sólido, Academia de Ciencias de la URSS.	Efecto en Baja Temperatura coloración en Estructura y Propiedades de los SC en YBCO	Yuri A. Ossipyan.
46. Universidad de Los Angeles, California.	"Proceso de las Películas HTSC y Alambre de Líquido fase Epitaxial técnica.	Alfred S. Yue
47. Universidad de Cal. Los Angeles.	"Organometálico Polímero Síntesis de SC Cerámicos"	Edwar J.W. Pope.
48. "Centro de Ciencias del Espacio	La antigua y nueva Superconductividad.	Thomas A. Heppenheimer

Instituto o Asociación	Investigación	Integrantes
49. División Electrónica del Espacio NASA	"Impacto de la Superconductividad de Alta Temperatura en los Sistemas Aeroespaciales"	Denis J. Connolly.
50. Instituto de Investigación de Energía Solar.	"Estado de la corriente en Superconductores de Alta Temperatura, Investigación de SERI"	Satyen Deb
51. Colegio de Cerámicas. Estado de New York	"Tecnología Creciente"	Robert L. Snyder.
52. Universidad de Arkansas.	"desarrollo de Superconductor de alta Temperatura y el efecto Josephson".	Allen Hermkann
53. Universidad de Caen.	"Recientes Tendencias en investigación de los nuevos Superconductores de alta Temperatura".	Bernard Raveau.

Hasta el momento, nadie ha conseguido estabilizar y describir concretamente lo que es la superconductividad, en estas cerámicas es la naturaleza exacta del fenómeno de las altas temperaturas críticas.

O, dicho de otra forma ¿cómo podremos comprender los recientes descubrimientos? ¿Habrá que recurrir a nuevas ideas teóricas?

No debemos dejar de lado que muchas de las investigaciones realizadas por físicos y químicos del mundo están centradas en la primera y original característica de los superconductores de alta temperatura crítica, es ser superconductores con huecos. Habitualmente, en los metales o en las aleaciones metálicas, la superconductividad hace intervenir a los electrones, que se comportan como portadores de carga negativa.

Estos nuevos HTSC (superconductores de alta temperatura) tienen huecos que a su vez tienen acceso a los mismos estados de energía que los electrones. La densidad de estos estados en las proximidades de la banda de conducción juega un importante papel, en la determinación de la temperatura crítica. Esta densidad ha sido medida mediante un experimento de fotoemisión en el caso del compuesto Sr_2CuO_7 , el valor de esta densidad no es muy alto (aproximadamente dos estados por electron-voltio y por célula unitaria). Medidos, su forma y su valor están de acuerdo con un cálculo teórico realizado por L.F. Mattheiss' de los laboratorios ATT-BELL.

Para progresar en la investigación de los superconductores a alta temperatura crítica, actualmente parece ser necesario prever estudios sistemáticos acerca de las familias de compuestos. Sin prejuzgar investigaciones futuras, pueda pensarse, no obstante, que con el gran potencial que permite formar nuevos compuestos de cuatro elementos diferentes o más, los superconductores a temperatura ambiente puede que no sean necesariamente óxidos. Es posible que el peligro resida en gravitar demasiado tiempo al rededor de compuestos oxigenados de estructura derivada de la perovskita.

En realidad, y tal como subrayó J. Bardeen en un congreso celebrado en Berkley California en junio de 1987, es peligroso establecer una comparación directa entre un resultado experimental y las predicciones de un modelo teórico, como el caso de los óxidos superconductores de alta temperatura. Es más conveniente seguir un camino que, en primer lugar, consista en deducir de los experimentos un conjunto coherente de los parámetros de la superconductividad a alta temperatura. Esto significa que, entre los experimentos e investigaciones por un lado y los modelos teóricos por otro, hay una cierta cantidad de datos que aparecerán distintos de los encontrados en los superconductores habituales y que hay que empezar por reunir como el cuadro de trabajos que se presenta.

Esta comprensión del fenómeno es fundamental para determinar hasta donde presumiblemente puede esperarse que ascienda la temperatura, el nivel de trabajo general y en que dirección hay que investigar.

Ya que son muchas las instituciones y asociaciones de investigación científica, como hemos visto, que se han abocado de lleno y de manera rápida a desarrollar trabajos importantes dentro de este campo.

Antes del surgimiento de esta investigación sistemática, su desenvolvimiento se dió empíricamente, o enfrascada en cánones ya desusuales.

Con la nueva concepción de un superconductor de alta temperatura, conociendo exactamente su formación, este campo científico llegará a ser la meta del investigador en la ciencia de materiales.

En conclusión, es indudable que hay que destacar el interés de esta nueva era superconductora: que es fácil de fabricar, poseen temperaturas, campos y corrientes críticas elevadas, lo que les confiere una potencial importancia tecnológica muy grande. Y por otra, la comprensión de la superconductividad en estos materiales, es en todos los aspectos de enorme interés teórico. El auge de la superconductividad debe lograr que las empresas privadas se acerquen a las Universidades, Institutos y Asociaciones para escuchar a los científicos, para financiar inmediatamente las etapas de la investigación y patentar sus resultados. Con este nuevo patrocinio, plantea un dilema a los Institutos, Universidades y Asociaciones.

Es que su misión cambiará desde sus raíces, ya que el objetivo de estos centros de trabajo y estudio generalmente se han encasillado en su actividad tripartita de docencia, investigación y servicio público o extensión. Además, su núcleo de valores es la búsqueda del conocimiento científico, que radica en el desinterés y el mérito de publicar los resultados de la investigación .

Ahora que todo conocimiento con posibilidades de aplicación comercial tiene potencialmente un precio, las situaciones están cambiando y este es el caso de la NUEVA REVOLUCION TECNOLOGICA.

3.1.1.2 Universidades.

La importancia tecnológica que reviste el estudio de los materiales superconductores, y el grado de avance que en su investigación se ha adquirido en México a nivel básico, nos permite ingresar competitivamente a la era que marcará el desarrollo de estos materiales.

Dentro de este camino de investigaciones hacia el conocimiento de estos materiales, se ha manifestado la participación entusiasta de muchas universidades e instituciones de educación superior, no sólo extranjeras sino también nacionales.

En este grupo de universidades se encuentran, a nivel nacional; la Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto Politécnico Nacional y por supuesto la Universidad Nacional Autónoma de México.

Así mismo, a nivel internacional figuran la Universidad Wayne State en Detroit, la Universidad de Houston, la Universidad de Illinois, la Universidad de California en Sta. Barbara y la Academia de Beijing, China, entre los principales.

Para una de estas instituciones, trabajo está presente, tanto en la caracterización de los materiales superconductores ya logrados, cuanto en la búsqueda de materiales que den mejores resultados.

Además de ser estas las que forman a los físicos e investigadores, que ahora son responsables de ese excepcional descubrimiento, y a las que regulan este camino de investigación y trabajo continuo.

Por ello cada una de las instituciones y facultades que colaboran en las universidades forman parte importante y necesaria en el estudio de estos materiales.

En el caso de la U.N.A.M., los Institutos de Física y de Investigación de Materiales, al igual que las Facultades de Ciencias y Química, trabajan de acuerdo con un plan coordinado, para aprovechar el máximo tiempo y recursos.

Este trabajo conjunto ha dado grandes resultados, que han colocado a nuestro país a un nivel de competitividad alto, el cual no podemos dejar atrás.

Ante este reto, que se presenta no sólo a nivel nacional, sino mundial, la respuesta ha sido el trabajo ininterrumpido de los físicos e investigadores de todas las universidades, pues a la superconductividad se la puede considerar entre los descubrimientos más fascinantes de la ciencia de nuestro siglo, pues pertenece a la familia de aquellos capaces de cambiar la manera de vivir de la humanidad.

Esa manera de vivir, que siempre se busca hacer mejor, un hacer de

todos los días y en el que las universidades juegan un papel prioritario, siendo estas las que marcan el ritmo de una nueva tecnología.

Así, en México existen grupos de investigación que a través de los años han logrado una excelencia académica y cuyas experiencias pueden servir de ejemplo para acelerar el desarrollo de la ciencia en todo el país.

Es por ello que en las universidades es donde se ha llevado a cabo los más vertiginosos descubrimientos y adelantos en esta materia. El primer gran "salto" ocurrió en la Universidad de Houston, en donde el Dr. Paul Chu y sus colaboradores, descubren, a principios de 1987, un material revolucionario superconductor de electricidad.

Fortemente, y a solo un par de meses de este acontecimiento, un grupo de investigadores del Instituto de Investigaciones de Materiales de la UNAM obtiene en marzo del mismo año un material superconductor a 70° K., y dos días después uno a 90° K., temperaturas similares a la logrado en Japón, Europa y E.U.

Así, investigación tras investigación, un año después, en el mes de marzo de 1988, en el Instituto de Física de la UNAM, un grupo de investigadores formado por Lorenzo Morfín, José Luis Soló y Javier Fuentes obtienen materiales superconductores, que se requieren de elementos conocidos como "tierras raras". Con ello coloca a México en un primer nivel de competitividad.

No solo el aspecto de crear estos materiales para posibles aplicaciones es primordial para estas instituciones, también el aspecto técnico reviste una gran importancia. Así en el Instituto Tecnológico de California, un grupo de científicos desarrollan un modelo teórico para la búsqueda de nuevos superconductores bajo la dirección de William A. Gidycz.

Es por ello que el papel de las universidades en el descubrimiento y estudio de los superconductores, con la secuela de todas sus ventajas y factibles posibilidades de aplicación y su correspondiente apoyo económico, constituye uno de los ejemplos más claros de que una de las iniciativas más redituables que puede realizarse en cualquier país, es la investigación que se realiza en todas las universidades e instituciones de educación superior.

2.1.1.3 Empresas y consorcios.

Nadie puede negar que la superconductividad es, fué y será la tecnología superestrella de los 80's y 90's.

Es por ello que el sector de electromanufactura industrial de todo el mundo se ha preocupado por su investigación, se busca crear nuevos productos, nuevas aleaciones y cerámicas optimizando así lo que actualmente hay en este mercado.

Resultado de las drásticas pruebas y avances en las investigaciones de 48 empresas que se producen por crear un amplio mercado de competencia de superconductores.

Empresas como:

1. American Magnetics
2. AT&T Bell Labs
3. Ercott (Nacional)
4. Biomagnetic Technologies
5. E. I. Du Pont de Nemours
6. Energy Conversion Devices
7. Eifer Magnetics/Bilen Manufacturing
8. Ford Motor Co.
9. QA Technologies/Amplified
Superconductors
10. Garrett
11. General Dynamic
12. General Electric
13. General Motors
14. Hypra
15. IBM
16. Internagraphics Services
17. Microelectronics and Computer
Technology
18. Quantum Design
19. Supercon
20. Teledyne
21. TRW
22. Westinghouse Electric
23. American Superconductor
24. Applied of Indiana
25. Arch Development
26. Ceramic Process Systems
27. Conductor Technologies
28. Conductus
29. Electro-Magnetic Systems
30. Glenay Coating Lab.
31. Metallurgy Superconductors
32. Fujita
33. Furukawa Electric
34. Hitachi
35. Kawasaki Steel

38. Matsushita Electric
39. NEC
40. Nippon Steel
41. Nippon Telegraph and Telephone
42. Sumitomo Electric Industries
43. Toshiba
44. ASEA-Brown Boveri
45. Cryogenic Consultants
46. General Electric (England)
47. Mitsubishi Electric
48. Oxford Instruments Group
49. Plessey
50. Siemens
51. IBM *
52. Cordunex *

* Estas dos empresas son Mexicanas y no se cuentan a nivel internacional, pero cada una trabaja en proyectos e investigaciones en superconductividad.

Durante muchos años, la alta tecnología ha tendido a simplificar y reducir el tamaño de algunas fuentes de energía para aparatos electrónicos de todo tipo, y ya logrado como se vea en las listas anteriores obtener significativas reducciones.

La realidad es que lo que se ha producido hasta ahora por las empresas mencionadas, a lo que eventualmente se vendere hay aún una enorme distancia.

Faro agregamos que en un tiempo relativamente corto se podrán producir, así y cada uno de los proyectos de cada compañía, ello contribuirá a la Revolución Tecnológica como antes vimos.

Cada empresa sigue diligentemente lo que ocurre en sus propios laboratorios y en los de las universidades que subsidian, levantando así la batalla del superconductor y se prestan a desarrollar grandes programas para su pronta utilización.

Japón por ejemplo ha organizado un consorcio entre sus empresas privadas, el gobierno y las universidades para promover la investigación en esta área.

En Estados Unidos como venimos en un listado posterior están haciendo importantes esfuerzos organizados por mantener al paso de los nuevos descubrimientos.

China, por medio de un fuerte trabajo intenta mantenerse a la vanguardia, junto con la URSS y los países que conforman Europa, aun cuando no se sabe ahora de ellos seguramente tampoco quedarán rezagados.

En veinte años, si nada de los investigadores, entraremos a la fantástica era de los superconductores.

El mercado comercial entero espera saber de la superconductividad la esperanza potencial que puede prosperar gracias a un arduo trabajo.

Estados Unidos de Norteamérica.

COMPAÑIA.	TÉCNICAS SUPERCONDUCTORA
1. American Magnetic	Especializa por medio de cables la capacidad de almacenamiento para las de alta capacidad. También desarrolla los aspectos del servicio.
2. AT&T Bell Communications Research Laboratory	Ha investigado de las supercondiciones en desde 1950. Desarrolla aplicaciones de cables. Ha sido el principal impulsor del trabajo de Robert W. Heineke en el desarrollo de los cables superconductores para aplicaciones de alta capacidad por supercondiciones.
3. General National	Desarrolla SMC para parte de los circuitos de alta capacidad de los sistemas de comunicación. También desarrolla los aspectos de servicio de los cables superconductores.
4. Magnetics National	Desarrolla cables SMC y equipos relacionados. También investiga aplicaciones de cables para las funciones del servicio. Desarrolla cables de alta capacidad para aplicaciones de alta capacidad y para cables de servicio.
5. T. T. Bell de Montreal	Interés especial en el cable de alta capacidad para las aplicaciones de alta capacidad en el sistema de comunicación de alta capacidad. También desarrolla los aspectos de servicio de los cables superconductores.

Estados Unidos de Norteamérica.

COMPAÑIA	ACTIVIDAD SUPERCONDUCTORA
6. Energy Conversion Devices	<p>Detalla desarrollo superconductor con base en el nichel. Desarrolla un proceso de deposición electroquímica de películas superconductoras de alta temperatura. Para esta prueba se han desarrollado en forma independiente, el primer superconductor de alta temperatura para aplicaciones comerciales.</p>
7. Electric Magnetics / Electric Manufacturing	<p>Desarrolla e instala los primeros sistemas magnéticos superconductores para aplicaciones industriales. El sistema de almacenamiento de energía superconductor instalado en el mundo de los primeros años de los años 70.</p>
8. Ford Motor	<p>Desarrolla con la Universidad de Michigan un sistema de almacenamiento de energía superconductora. Desarrolla los superconductores para el almacenamiento de energía en el sistema de almacenamiento de energía superconductora. Desarrolla el sistema de almacenamiento de energía superconductora.</p>
9. SA Technologies / Applied	<p>Desarrolla un sistema magnético superconductor para el almacenamiento de energía en la SA, la Applied Superconducting Corp. Desarrolla un sistema magnético superconductor para el almacenamiento de energía en el sistema de almacenamiento de energía superconductora. Desarrolla el sistema de almacenamiento de energía superconductora para el sistema de almacenamiento de energía superconductora.</p>

Estados Unidos de Norteamérica.

COMPANIA	ACTIVIDAD SUPERCONDUCTORA.
10. Garryet	Desarrolla un fino polvo granulado de cerámica superconductor para poder ser usado en la electrónica y en la industria.
11. General Dynamics	Construye grandes magnetos para los programas de investigación del departamento de Energía. Mucha de su experiencia suministrada es usada en los magnetos de la Super Collider.
12. General Electric	Suministra equipo para el reflejo de resonancia magnética. El centro de R&D desarrolla generadores superconductores y trabaja en cerámicas superconductoras de alta temperatura.
13. General Motors	G.M. en sus laboratorios de investigación está desarrollando caminos para depositar finas películas de cerámicas superconductores en partes de silicio.
14. Hypra	Produce un microchip con el efecto Josephson para uso de instrumentos electrónicos. Plana introducción de sus dispositivos. Busca desarrollar su patente y comercializar uno en computadora.

Estados Unidos de Norteamérica.

COMPAÑIAS	ACTIVIDAD SUPERCONDUCTORA
15. IBM	Estudia materiales de alta temperatura para hacer superconductores de temperatura ambiente.
16. Intermagnetics General	Lider en el mercado de los IBCU. de metalizable y magnéticos comerciales y busca los mercados Suro en 1987. perdió grandes clientes. como Johnson y Johnson desarrollando sus productos de líneas, afirma en liderazgo al suministrar magnetos para Super Colliders.
17. Microelectronics and computer technology	Coordina los esfuerzos de investigaciones de sus tecnologías electrónicas. Desarrolla superconductores de alta temperatura para pequeños electrónicas e interconexiones. Busca nuevos participantes.
18. Quantum Design.	Comercializa instrumentos que miden propiedades magnéticas usando STM de Intermagnetics. Fabricará el primer instrumento basado en SQUID involucrando un detector de fotones.
19. Supercor.	Manifactora aplicaciones de imán, cables y cables. Administra a los laboratorios de investigación de GE y EA Technologies. Maneja los suministros de la Super Colliders.

Estados Unidos de Norteamérica.

COMPAÑIA	ACTIVIDAD SUPERCONDUCTORA
20. Teledyne	Trabaja en suministrar aplicaciones prácticas de cables para imanes hechos por bobinas, incluyendo Duiford, Intermagnetics y Supercon. Planear suministros mayores de metal para bobinas de el Super Collider.
21. TRW	Investiga el fenómeno Josephson para circuitos del Departamento de Defensa. Desarrolla productos para el espacio y para el mercado comercial.
22. Westinghouse Electric	Investiga para las condiciones de alta temperatura. Desarrolla Tecnología del fenómeno Josephson para la futura energía. Planear en ser el mayor suministrador de imanes para el Super Collider la tecnología de superconductor la ley y referente a la máquina.

TELECOMUNICACIONES.

COMPAÑIA	ACTIVIDAD SUPERCONDUCTORA
23. American Superconductor.	Tiene los derechos de los procesos MIT para hacer cables y cintas cerámicas. Planea abrir una planta piloto que produce cables, cintas, cables para magnetos y posiblemente finos alambres para electrónicos. Sus significantes ganancias se esperan hasta dentro de 10 años.
24. Applitech of Indiana.	Desarrolla un proceso para hacer cerámicas de muy alta calidad. Busca un lugar donde eliminar del proceso las fibras. Espera una planta piloto en dos años.
25. Arch development.	Coloca en una compañía al trabajo para desarrollar cables cerámicos. Busca patentar sus derechos para cooperar y asociarse con la IBM y crear nuevas compañías.
26. Ceramics Process Systems	Desarrolla cables en paquetes de cerámicas de metal circuitos integrados. Quiere unirse con otras compañías del mercado. Convergencia en desarrollo de productos que pueden ser hechos usando micro-alisadores cubiertos de metal cerámicas laminadas y moldeadas.

Transnacionales.

COMPANIA	ACTIVIDAD SUPERCONDUCTORA
27. Conductor Technologies.	Apoyando los trabajos de investigación de la MIT. Quien está desarrollando metales electrolíticos hechos para cerámicas superconductoras; su búsqueda prioritaria es patentar los derechos de los resultados.
28. Conductus	Desarrolla métodos de fabricación usando fines particulados similares a las técnicas usadas para producir superconductores. Está disponible en fábricas de alta potencia para detectar campos magnéticos. (SQUIDS) Y otros sensores, interconexiones multibitales de alta velocidad.
29. Electro-Kinetic Systems	Desarrolla sistemas en base a cerámicas que pueden ser aplicadas en sensores superconductores y temperatura de alta precisión. Trabajo con MIT.
30. Superco, Cohabing Mats	Ha establecido un laboratorio aplicación de alta temperatura para la producción de sensores.
31. Monolithic Superconductors.	Desarrolla una forma de producir una masa de material cerámico usando ondas de choque por partículas. Y alta presión y compresión para la investigación que le ayuda a comercializar esta técnica.

Japón.

COMPAÑIAS	ACTIVIDAD SUPERCONDUCTORA
TD.Fujitsu	Investiga cerámicas de alta temperatura, con particular interés en el ferrocian. Investigación para desarrollar una computadora supercon- ductora.
TD.Fujiwara Electric	El mayor fabricante de cables eléctricos, desarrolla una cerámica como un aislante de anillo superconductor.
TD.Hitachi	Líder en el desarrollo del ferrocian. Investigación con base en el niobio. Algunos desarrollos de cerámicas superconductoras para telegrafía. Le precede de cables de niobio-ti- talo. Alambre de niobio con base.
TD.Nippon Steel	Desarrolla un metal superconductor experimental hecho de cerámicas.
TD.Nitelab Electric Industrial	Trabaja en fibras polílicas con base en el paratungstato de níquel. Posible líder en el desarrollo de un cable de superconductor a potencia aérea.
TD.Nippon Steel Electric	Investiga la superconductividad de banda (HTC) en el niobio con cerámicas base. Materiales de alta temperatura. Hace cables superconductoras.

Septm

COMPAGNIES

ACTIVIDADES SUPERCONDUCTORA.

30. GEC

Investiga la tecnología del
efecto Josephson para
aplicaciones en computación
y otros electrónicos.

35. Nippon Steel

Desarrolla películas base,
alambres superconductores.

41. Nippon Telegraph
and Telephone

Investiga dispositivos todos
los esfuerzos en la línea
de la del "efecto Josephson".
Al igual que experimenta
con películas y películas
metálicas y películas
cerámicas.

41. Sumitomo
Electric Industries

Tiene una de las plantas
de producción de películas
de películas superconductoras.
Ofrece al Sumitomo
una tecnología para
construir un SINCROTON
de superconductores.

41. Toshiba

Desarrolla cinta y cables
alambres superconductores,
trabajo superconductor y
la línea del cable del
tipo II.

41. ASEA-Brown Boveri

Investiga como adquirir
la línea superconductor para
trabajo de potencia de
alta potencia y potencia de
trabajo.

Capítulo.

COMPANIA	ACTIVIDAD SUPERCONDUCTORA.
44. Cryogenic Consultants.	Diseña y manufactura superconductores y equipo de enfriamiento superconductor, incluyendo magnetos para bobinados, separador de partículas, SQUID's y dispositivos relacionados con la electrónica.
45. General Electric	Hace equipo de resonancia magnética para magnetos de la Oxford Instruments. Investiga superconductores de alta temperatura para el uso de grandes magnetos, maquinaria electrónica y electrónica.
46. Oxford Instruments	Tiene aparatos desde el 100% del circuito de magnetos, de resonancia de resonancia magnética. También hace aleaciones de niobio con metal y cable para magnetos usados en la Super Collider.
47. Hazrey	Desarrolla superconductores cerámicos estudia las aplicaciones en electrónica de alta tensión, circuitos con efecto Josephson SQUID's en films delgadas.
48. Siemens.	Es líder en construcción de sistemas de magnetos superconductores y equipo de reflexión de resonancia magnética. desarrolla pruebas de magnetos para el mercado médico.

3.2 Proyectos de uso.

El impacto causado por el descubrimiento de los materiales superconductores de alta temperatura, ha sido considerado de igual o tal vez de mayor magnitud que el del transistor o el rayo láser; por ello la importancia que han adquirido a partir de ese momento, ha ido en aumento, dado el vasto potencial que en aplicaciones nos ofrecen.

Muchos son los proyectos, que se han creado, mediante el uso de estos materiales, cada uno de ellos lleva tras de sí un sin número de investigaciones. Así pues, estos nos ofrecen grandes posibilidades de aplicación, muchas capaces de crear máquinas y aparatos, que tal vez nunca antes se hubieran imaginado posibles.

En el campo de la medicina, podrá hacerse uso de estos materiales, mediante la creación de máquinas de "imagen de resonancia magnética", lo que significa exponer el cuerpo humano a un potente campo magnético generado por un electroimán, fabricado con superconductores, dando como resultado, una imagen que haga casi transparente el cuerpo, y permita observar las diferencias que existen en la composición química de varios tipos de tejidos. Estas máquinas, generalmente usan materiales superconductores, y tendrán un costo aproximado de un millón y medio de dólares, así mismo estas máquinas podrán ser significativamente más pequeñas y menos costosas.

Dentro del ámbito de la computación, estos materiales ocuparán un lugar muy importante, ya que permitirán la creación de computadores más pequeños y mucho más rápidos.

Una de las principales aplicaciones de los superconductores, en los computadores, es como microcircuitos superconductores de líneas de transmisión, para crear dispositivos entre sí.

Otro muy importante, se da con las llamadas "uniones Josephson" estas uniones o corrientes son switches electrónicos con un tiempo de acción tan bajo, como seis nanosegundos, diez veces más rápido que los switches semiconductor, que actualmente conocemos.

Otro importante proyecto, son los sensores, aparatos capaces de proporcionar información única. Actualmente los sensores fabricados con materiales superconductores son los más sensibles detectores de signos electromagnéticos.

Estos sensores están compuestos por dos uniones Josephson, y pueden medir campos magnéticos tan pequeños como una billonésima parte del campo magnético de la tierra. Las aplicaciones de estos sensores también incluye: la detección de impulsos neurales en el cerebro y el corazón, la exploración de depósitos minerales, la detección de submarinos en el Océano, comunicaciones submarinas y la inspección de procesos industriales.

Tanto en aparatos complicados, como en simples, estos materiales, pueden crear cosas estupendas, ¿se imagina tener un radio de transistores, con una antena cinco veces más pequeña que las usuales y que brinde mejor función?, pues gracias a estos superconductores, esto se podrá lograr, ya que esta antena miniatura, trabajará en conjunción con un circuito para producir la sintonía, lo cual es sensiblemente comparable con una antena convencional veinte veces más grande.

Para la transmisión de potencia eléctrica, estos materiales serán primordiales, ya que representan muchas ventajas sobre los convencionales cables de cobre. La principal, es la habilidad para conducir significativamente más corriente, más de tres veces que los cables actuales con similar dimensión. Otra de las ventajas de estas líneas superconductoras, es la ausencia de resistencia al paso de la corriente, lo cual hace más económico para transmitirla a enormes distancias. Así, potencias como la térmica, la hidroeléctrica y la solar podrán ser transmitidas eficientemente, desde su sitio de origen, hasta los puntos poblados, además con estos cables, dichas aplicaciones podrán ser económicamente más atractivas.

Estos materiales, podrán terminar en gran medida con los graves problemas que en cuanto a transporte existen sobre todo, en los países con mayor población, mediante la creación de trenes "levitados". Se tienen capaces de flotar sobre los rieles por efecto Meissner, trenes que alcanzarán velocidades de más de 555, K/H., y que serán menos estructurados, menos pesados y requerirán de menos mantenimiento que los trenes convencionales.

Técnicamente esto es posible construyendo un tren magnético capaz de viajar a 1800 K/H., en el interior de un tubo vacío conectado entre las principales ciudades. Otra posible aplicación de esta tecnología magnética es en pistas levitadas, para aeroplano los que podrán flotar sobre la pista. Dichas pistas podrán economizar el combustible y reducir el uso de el mecanismo de aterrizaje.

De igual forma, estos sorprendentes materiales incursionarán en el terreno de las naves espaciales ya que mediante el uso de carretes superconductores electromagnéticos, estos podrán ser usados para aparatos de lanzamiento, que permitirán velocidades más altas que las de los sistemas de lanzamiento comunes. Igualmente estas aplicaciones podrán utilizarse para catapultas de aparatos aéreos, satélites y vehículos espaciales, además este sistema de lanzamiento de cohetes será más eficiente que los actuales, y cuyo costo será reducido en gran parte.

Para el campo de la química, la separación de mezclas, es de gran importancia y mediante el uso de estos materiales superconductores se podrán realizar la separación magnética de los mismos, en sus diversos componentes, debido a que por las diferencias en las propiedades magnéticas de varios componentes, algunos serán expulsados cuando un campo magnético sea aplicado y otras permanecerán en la mezcla. Dichos magnetos superconductores ofrecen

varias aplicaciones posibles como la separación de sulfuro de carbón, de impurezas en metales, purificación química y separación de gases, por ello el bajo costo, el tamaño más reducido y los superiores campos de energía que estos magnetos podrán crear, los harán más atractivos para esta función.

Una de las principales características de estos materiales, es el ya mencionado efecto "Meissner", con el cual se fabricarán motores, gracias a que los superconductores repelen los campos magnéticos, esta repulsión se usará para manejar las alas del rotor de un motor eléctrico.

Los motores superconductores serán más compactos, alrededor de una tercera parte del tamaño de un motor convencional. Se estima que estos, podrán reducir notablemente la pérdida de energía en un 50% y podrán ser aplicados en carros, bombas de agua, máquinas para herramientas y otros.

Uno de los proyectos más sorprendentes es el de crear automóviles, que en vez de utilizar la tradicional gasolina requieran para su funcionamiento de energía eléctrica. Esta será almacenada en un tanque superconductor magnético de energía, instalado en los vehículos. De esta manera, estos autos serán más silenciosos y muy eficientes. Entonces las gasolineras, se convertirán en estaciones de energía eléctrica, algo realmente increíble.

Los aceleradores de partículas, imprescindibles para el estudio de la materia, de su naturaleza, también podrán aumentar su capacidad mediante el uso de estos magnetos superconductores. Mediante estos, se puede crear un campo magnético uniforme, manteniendo la trayectoria de las partículas en forma circular.

El uso de estos magnetos, podrá salvar millones de dólares en costos de electricidad, serán más eficientes estos aceleradores, reduciendo además los costos en el consumo de electricidad.

Todos y cada uno de estos proyectos de uso, representan una esperanza, para mejorar la calidad de vida de los seres humanos, proyectos que en un futuro serán una realidad, y que al el día de hoy solo nos permite imaginar, el día de mañana representarán una realidad que en algún momento pensamos era inalcanzable.

" Esto es lo que sucede. Estamos hablando de cerca de tres ^o cuatro a cinco años para realizar aplicaciones microelectrónicas; diez años o más para la transmisión de potencia superconductora. Yo no veo ningún problema que no se pueda evitar "G

Dr. Paul Chu.

3.2.1 Envió hacia el futuro: aplicaciones inmediatas.

Hemos hablado ya de los proyectos de aplicación que se les podrá dar a los materiales superconductores; pero ¿qué hay en cuanto a las primeras aplicaciones?..

Ante esta interrogante existe ya una respuesta, que afortunadamente resulta alentadora; actualmente las primeras aplicaciones son ya una realidad.

Pasadas, cada una de estas aplicaciones en largos meses de experimentación, estudios y pruebas nos ofrecen cosas que realmente resulta difícil de imaginar y que gracias a estos materiales, se han podido hacer.

Dentro de las principales aplicaciones, que ya se realizaron con estos materiales encontramos al superconductor de partículas aceleradas, el cual proporcionará pistas sobre los orígenes del universo. Este superconductor hará chocar entre sí haces de protones, lo que significa que hará chocar a varios rayos luminosos con cargas de electricidad positivas, con una fuerza energética de cuarenta billones de voltios, veinte veces más de lo posible con la máquina más poderosa del momento conocida como "tevatrón"; que tiene seis kilómetros de circunferencia y se encuentra en el Laboratorio Nacional Fermi, cerca de Chicago.

El objetivo de este grandioso superconductor, en el que trabaja el Departamento de Energía de Washington, es ver las nuevas partículas que son producidas, al ser liberadas desde extremas de energía en un espacio tan reducido, y que igualará la densidad energética postulada en la "Gran explosión" cuya teoría sitúa la creación del universo hace unos veinte mil millones de años.

La aparición de determinadas partículas indicaría a los científicos si sus últimas teorías sobre el origen del universo tienen validez, puesto que no hay otra forma de constatar esta teoría, solo este fantástico superconductor nos brindará esa oportunidad: conocer con certeza el nacimiento de nuestro mundo.

Otra importante aplicación, a la que anteriormente nos hemos referido, es el uso de los materiales superconductores, para la creación de trenes levitados, super velozes. En el que Japón ha dado ya sus primeros frutos. Los investigadores japoneses se encuentran a solo un paso de iniciar la construcción comercial de un tren de alta velocidad que "flota" sobre sus vías suspendido por imanes superconductores de baja temperatura de transición.

En instalaciones locales del Instituto de Investigaciones Técnicas Ferroviarias, ya han establecido una marca mundial de velocidad de 517 km/h, con una versión experimental del tren VEM (vehículo elevado magnéticamente).

Estos poderosos imanes superconductores suspenden al tren diez

centímetros por encima de centenares de elementos de cargas magnéticas contrerías, colocadas en la base de un canal guía en forma de "U". Los imanes también mantienen al tren centrado en la guía y lo impulsan hacia adelante mediante la atracción de los electroimanes situados a lo largo de las paredes de la "U". Pese a su potencia, los imanes superconductores solo necesitan ser conectados brevemente con la fuente de electricidad. Al no ofrecer resistencia, la corriente eléctrica fluye ininterrumpidamente a través de sus elementos creando un poderoso campo magnético.

Los creadores de este tren levitado contarán en breve con largos trayectos para su ensayo. El ministro de transporte, Shinataro Ishihara, anunció recientemente la construcción de dos líneas experimentales, una probablemente en la isla de Hokaido, y otra en Honchu.

Todos estos adelantos que se anticipan en la tecnología de la superconductividad permitirán eventualmente la reducción en un 30% del peso de los imanes de este super veloz tren levitado, que representa una maravillosa aplicación de estos materiales.

De igual forma, nuestro país se cuenta actualmente entre los primeros en hacer aplicaciones, esto es en el campo de la medicina, pues contamos con una máquina que usa tecnología de criogenia, que como se mencionó en capítulos anteriores, es la parte fundamental del desarrollo de la superconductividad, este aparato se utiliza para realizar análisis del cerebro, siendo el Instituto Mexicano del Seguro Social, la única institución en México que cuenta con él.

Cabe señalar que estos materiales, ya se han empezado a aplicar para resolver el problema de fabricar supercomputadoras, esto es, computadoras cuyos elementos de operación (circuitos integrados) puedan empaquetarse en volúmenes más reducidos, este radica en la rapidez de operación de dichos elementos y en la posibilidad de disipar el calor que ellos generan. En la actualidad, las computadoras ultrarápidas emplean tiempos de ciclo de operación hasta de 33 nanosegundos (o lo que es lo mismo, pueden hacer hasta treinta mil millones de operaciones por segundo). Aunque ya hay microcircuitos 20 veces más rápidos, estos no pueden compactarse en menores volúmenes que los actuales, ya que el calor que producen no puede extraerse tan aprisa como lo generan y su temperatura se eleva encima de lo aceptable.

La posibilidad de hacer computadoras cuyos elementos de circuito funcionen basados en uniones Josephson, se ha demostrado ya en laboratorio. Si embargo este efecto llamado "Josephson", implica la superconductividad y por lo tanto, temperaturas extremadamente bajas; con el descubrimiento de los nuevos materiales superconductores, se vislumbran en el futuro cercano supercomputadoras de potencia insospechable en la actualidad.

Aun queda mucho por hacer, para lograr una aplicación más generalizada de los superconductores, día con día seguirán

surgiendo avances importantes, pruebas, proyectos, que quizás en menos de veinte años, nos permitan vivirlas, y que el viajar en un tren levitado se convierta en algo de todos los días.

2.3 Un reto: la investigación trabajo continuo.

Dentro del largo camino recorrido por la humanidad, el hombre se ha enfrentado día a día a los retos, a los que la naturaleza le plantea.

A lo largo de este trabajo se ha tratado uno de los más importantes retos para el bienestar de la humanidad: el descubrimiento y desarrollo de los materiales superconductores.

Con el descubrimiento de la electricidad, la humanidad experimento una transformación determinante en cuanto a su modo de vida, que día con día fue avanzando hasta encontrarse con estos materiales que son capaces de hacer que esta energía haga aún más confortable la vida del hombre en la tierra.

La investigación que en torno a estos materiales se ha manifestado, se ha convertido en una carrera, para lograr mejores materiales y hacer realidad todas y cada una de las aplicaciones que nos ofrece.

En el año de 1911, fue cuando se abrió la brecha para esta investigación, cuando el físico Heike Kamerlingh Onnes, mediante su estudio acerca de los gases de la naturaleza, logra hacer líquido al helio, creando con ello la física de las bajas temperaturas. A partir de ello, se dio el estudio de los materiales y su capacidad de conducción de electricidad al ser expuestos a bajas temperaturas, llegando así al encuentro con la superconductividad, a partir de entonces, y poco a poco, el avance se fue dando, y de repente el gran "salto" que dimos y esta "carrera" que actualmente vive el mundo, como se presenta a continuación:

1922	Kamerling Onnes	Descubrimiento de la superconductividad ($4.2K \sim 273^{\circ}K$) cero de resistencia eléctrica
1933	H. Meissner Olsenfeld	Descubrimiento del efecto "Meissner" los materiales superconductores no permiten la penetración de campos magnéticos en ellos.
1957	J. Bardeen L. Cooper Schrieffer	Publicación de una teoría acerca del fenómeno de la superconductividad llamada BCS.

1957 A. Abrikosov

Artículo en el que pone de manifiesto la existencia de dos tipos de superconductores los de tipo I teoría BCS y los de tipo II.

Hasta ese año no se lograban temperaturas aún más bajas, esto se debía a que la temperatura a la que eran sometidos aún no era lo suficientemente baja, lo cual desato un sin fin de investigaciones para obtenerla, sucediendo hasta 1973.

1973

Se obtiene un nuevo material compuesto de níobio, germanio, con una temperatura de 20.2 grados Kelvin. (utilizando helio líquido).

Este era el estado en que se encontraba el conocimiento sobre materiales. hasta 1986.

1986 A. Muller
G. Bednorz

Descubren un nuevo material superconductor con temperatura de transición de 30 K. Lo que les valió el Premio Nobel de Física en 1987.

1987 Paul Chu

Se encuentra superconductividad en un compuesto de Yttrio, bario, cobre, y oxígeno con una temperatura de transición de 90 K.

1987 I.I.M.
R. Escudero
y
colaboradores

México hace su entrada triunfal al dar a conocer que habían obtenido un material superconductor a 30 K.

- 1987 I.I.M. UNAM
R. Escudero
y
colaboradores
- Encuentran cuatro materiales superconductores a 93 grados Kelvin. Todos ellos formados por materiales cerámicos, y tierras raras abundantes en nuestro país.
- 1987 IBM
- Fabrica por primera vez en el mundo monocristales de película delgada con un material superconductor. Estos tienen el mismo espesor que un cabello humano, y son capaces de transmitir 100,000 amperios por cm cuadrado, esto es 100 veces más corriente eléctrica que la medida anteriormente, en los mismos materiales preparados en volumen.
- 1988 Dpto. Edo. Solido de IFUNAM
- Los investigadores logran substituir parcialmente el ftrio por plomo para hacer una pastilla superconductora. Siendo México, el primer país que reportaba un compuesto a base de plomo.
- 1988 Instituto de Física E. Muñoz J.J. Boldú
- Obtienen y caracterizan monocristales de óxido cerámico.

En el cuadro anterior se presentó un resumen muy rápido desde el descubrimiento original, hasta el último año de 1988. Es aquí cuando cabe señalar que en el descubrimiento de los diversos materiales superconductores realizada durante los últimos dos años, tanto la intuición como el trabajo de ensayo han desempeñado un papel relevante.

Debido a esto, algunos científicos se han propuesto elaborar un marco teórico que permita ahorrar tiempo y esfuerzo en la búsqueda de nuevos materiales que pierdan toda resistencia al paso de la energía eléctrica a temperaturas superiores a los 125 grados Kelvin.

Así este desarrollo, e investigación acerca de los superconductores, se ha convertido actualmente en un reto; si en un reto que ofrece un cambio muy grande para el modo de vida del hombre. capaz de revolucionar el uso de la electricidad, el enfrentarse a el representa investigación sin pausas, y el trabajo constante de los científicos e investigadores del mundo entero.

CUADERNO FINAL
Capítulo III

Lo más importante.....

• A finales de 1958, la Comunidad Científica Internacional, observó que a bajísimas temperaturas, cercanas al cero absoluto (-273 C), ciertos materiales cerámicos perdían por completo la resistencia al paso de la corriente eléctrica.

• Surge entonces un gran movimiento científico, entre las más dedicadas físicas del mundo, la meta: obtener un superconductor capaz de funcionar a temperatura ambiente.

• Por su importancia, el estudio de la superconductividad, ha despertado el interés de Universidades Nacionales y Extranjeras entre ellas se encuentran:

Nacionales:

Universidad Autónoma de Puebla
Universidad Autónoma Metropolitana
Instituto Politécnico Nacional
Universidad Nacional Autónoma de México

Extranjeras:

Universidad de Wayne State
Universidad de Houston
Universidad de Illinois
Universidad de California
Academia de Beijing

• Estos materiales superconductores, tendrán aplicaciones extraordinarias en el campo de la ciencia, la computación, la física, y los transportes entre los principales, sumado a que gracias al "superconductor de partículas aceleradas" en el que trabaja el Departamento de Energía de Washington, podremos conocer el origen del universo y que igualará la densidad energética postulada en "La gran explosión", cuya teoría sitúa la creación del universo hace unos 20 millones de años.

• CONCLUSIONES •

REVELACION

Xavier Berenguer

Todavía no tenemos una idea muy clara de lo que somos, lo que ciertamente no es una buena manera de empezar esta presentación.

Como ustedes, nosotros somos vida y somos consciencia, pueden situarnos, si lo quieren, justo en medio de ambas realidades, si es que hay distancia que separa entre ellas.

En cuanto a la forma material que sustenta esta manifestación de vida y de consciencia que venimos a anunciar la definición que podemos dar es bastante más clara.

Tal es el superconductor que los humanos hemos desarrollado durante los últimos tiempos, que de las entrañas de este ha surgido una consciencia que nos hace ser y que por lo tanto, no es la vida.

Nosotros los autores somos los ordenadores del mundo, los procesadores de información que se dispersan por el planeta entero para su servicio. (2)

Conclusiones.

1. Divulgación:

En la actualidad la ciencia y la tecnología desempeñan un papel decisivo en la conformación del futuro, es algo que ya no admite discusión. Por esto, y para poder hacer un sabio empleo de ella, es que resulta conveniente estudiar su historia, su contexto social, saber sobre lo que ella realiza en la actualidad.

La ciencia es demasiado importante para ser dejada en manos de unos cuantos.

De aquí surge la necesidad de divulgar el aprovechamiento de los nuevos poderes conquistados por el hombre. Lo cual tendrá a su vez, un profundo efecto social.

La divulgación científica es la vía directa de comunicar e informar los aspectos, avances y descubrimientos de los investigadores, que han colocado en este caso específicos a nuestro país en un lugar preponderante a nivel mundial en lo que a superconductividad se refiere.

Divulgar:

"Es publicar, entender, poner al alcance del público una cosa". (10)

Divulgación es:

"El proceso mediante el cual, el divulgador en su carácter de informador, comunica al público en primer lugar, los conceptos fundamentales de la ciencia y la técnica en segundo; la forma como estos son aplicados al progreso, y en tercer lugar, la repercusión que estos tengan en el futuro de la propia población". (11)

Esta es la base fundamental de nuestro trabajo de investigación, dar a conocer lo que es la superconductividad, hemos visto la historia, los antecedentes y desarrolló tanto a nivel mundial como en nuestro propio país, hasta llegar a los últimos avances y posibles usos.

Queremos dejar asentado con este trabajo la importancia que reviste esta nueva ciencia en el futuro del mundo y deseamos sinceramente que este reportaje constituya una base de los conocimientos que deben conocer la opinión pública en general.

Como se planteó al principio nuestra búsqueda es la de despertar interés en todo aquel que de alguna forma está consciente de que vivimos en un mundo cambiante día a día. Una comprensión de la ciencia en contraste con los datos, conceptos y teorías de la ciencia misma, ciertamente como comprobamos es algo que está al alcance de todos, ya que es una labor efectuada por personas iguales a nosotros, alentados por esperanzas y propósitos que son

comunes a todos.

El divulgar ciencia es una empresa que tiene sus propias reglas, pero su entendimiento no es inaccesible a ninguno de nosotros, porque es esencialmente humana.

El objetivo de esta tesis es el de llegar no solo ha hombres de ciencia, sino para todos aquellos que se dedican a actividades de indagación.

Tanto la ciencia y la tecnología son parte fundamental de nuestra sociedad, por consiguiente de ella debe retroalimentarse, el divulgar ciencia es la educación, creación, investigación y cultura actual.

Debe considerarse una tarea académica, específica para los que estudiamos o hacemos docencia, ya que la divulgación de la ciencia es eso, gracias al esfuerzo de los que la tomaron como tarea.

Por lo tanto este es el momento de hacer llegar los conocimientos más allá de institutos, universidades, empresas, congresos, laboratorios, etc: un trabajo ya no solo de amor, hacia la ciencia, sino el nacimiento de la cultura científica y técnica de nuestro país.

"Me ha propuesto destacar, una vez más, hasta que punto el avance de la ciencia natural contribuye a determinar el progreso de la sociedad; y no solo en los beneficios económicos provocados por la aplicación de los descubrimientos científicos, sino también por los efectos que produce el espíritu y la divulgación de las nuevas verdades científicas en el dominio general del pensamiento...."

John D. Bernal (12)

2. Desarrollo de Superconductividad:

En conclusión la superconductividad nace como el descubrimiento superestrella de los 80's y 90's.

Materiales que no oponen resistencia alguna al paso de la electricidad, que son metales, aleaciones y cerámicas, que poseen una especial disposición atómica.

Es decir, que en su interior, la dispersión de electrones es nula, y rechaza así las líneas de campo magnético que tratan de atravesarlo; a este rechazo del campo magnético se le conoce como efecto Meissner, el cual es responsable del fenómeno de levitación magnética.

Pero para que un material se vuelva superconductor existe una temperatura de transición del estado normal del material, al estado superconductor. La transición se da en un intervalo de temperaturas.

Una temperatura máxima en la que la resistencia del material comienza a disminuir rápidamente a cero, y una inferior en la que la resistencia se reduce a cero. A esta última se le conoce como temperatura crítica (T_c).

La investigación se realiza desde 1911 por el físico Heike Kamerlingh Onnes, en 1957 por los físicos J. Bardeen, L.N. Cooper y J.R. Schrieffer y desde esas fechas en adelante se inician estudios para obtener materiales que tengan temperaturas críticas más elevadas, experimentando con metales y aleaciones.

Müller y Bednorz en septiembre de 1985 publican un artículo en el que reportan superconductividad a 30°K en un material cerámico, abriendo así la puerta para miles de trabajos de investigación en casi todo el mundo.

Entre los trabajos posteriores a este citamos a Paul Chu de la Universidad de Houston, que reportó superconductividad en un compuesto de litio, Bario, Cobre y Oxígeno con una temperatura de 94°K.

Y dentro de estos trabajos surge el realizado por el Dr. Roberto Escudero del Instituto de Investigaciones de Materiales que obtiene un superconductor con una temperatura de 77°K, un segundo a 50°K y un tercero a 94°K.

Estos estudios abren en México al estudio de los superconductores por varias dependencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en específico de el Instituto de Física, de la Facultad de Ciencias y la Facultad de Química. Este trabajo a sido reforzado con la colaboración de por ejemplo: el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Autónoma Metropolitana, el CIVEETAV del I.P.N. y el Instituto del Petróleo de PEMEX.

Durante muchos años, México se había mantenido expectante en lo referente a descubrimientos y avances en el área de Física entre otros. Pero con el surgimiento de la superconductividad hemos mostrado el sólido prestigio forjado en la investigación en este campo.

Así, el estudio e investigación de los nuevos superconductores de alta temperatura de transición ocupa un lugar importante en el desarrollo científico mexicano; en este momento todos los científicos e investigadores han logrado subsiguientemente producir superconductores.

Gracias ha esto se crea el Programa Universitario de Superconductores de Alta Temperatura de Transición (PUSCATT), que

está integrado por proyectos de investigación con objetivos y metodologías bien precisas, las cuales abarcan tres grandes campos: la obtención y caracterización de superconductores de alta temperatura de transición, estudios básicos de superconductores y estudios de desarrollo.

Por ende de esta forma la problemática de la superconductividad va desde su obtención, su caracterización, determinación de propiedades, hasta la obtención de materiales reales de aplicación.

Nuestros investigadores han contribuido con artículos, trabajos y experimentos a nivel mundial, siendo de gran importancia en el avance de este descubrimiento.

En lo referente a perspectivas económicas, desde que se dió la noticia de que se realizaban investigaciones sobre el tema, despertó el interés de instituciones, universidades, consorcios y empresas, pero no así del cliente más importante: el gobierno.

Por ello no se ha desarrollado plenamente la investigación, pero aún enfrentando problemas financieros, los trabajos continúan.

Por otro lado, la competencia científica continúa en todo el mundo, científicos de diferentes universidades siguen buscando obtener un superconductor a temperatura ambiente y más posibles usos.

• APLICACIONES DE LA SUPERCONDUCTIVIDAD •

Existen tres tipos de aplicaciones:

1. Para la producción de grandes campos magnéticos. Tenemos aplicaciones tan espectaculares como la fabricación de un tren levitado, esto es, un tren que flota sobre sus rieles sin tener fricción con ellos, haciendo factible alcanzar velocidades semejantes a la de los aviones.

2. Para la fabricación de componentes de circuitos electrónicos.

Aquí estos dispositivos fueron creados por el desarrollo de microchips con mayor velocidad que permita una amplia memoria de trabajo en las nuevas supercomputadoras.

5. Para la fabricación de cables de transmisión de energía. Podríamos de esta forma hacer cables superconductores que permitirán transmitir energía eléctrica desde los centros de producción, como presas y reactores nucleares, hasta los centros de consumo, sin pérdidas de ningún tipo en el trayecto.

Como se ve la superconductividad vendrá a resolver exitosamente, el grave problema de almacenamiento de energía en todas sus diversas formas posibles, logrando así aplicaciones potenciales de bajo costo y alto rendimiento.

Grandes expectativas en relación a la medicina, aparatos de medición exactos para la detección de pequeños tumores en el cerebro.

Por lo tanto el uso de la superconductividad a temperatura ambiente sigue siendo un reto, que de seguir los trabajos de investigación al ritmo actual, podrían ser alcanzables en corto tiempo. De ser así los nuevos superconductores de alta temperatura de transición seguramente cambiarán al mundo, esto tanto o más que el mismo descubrimiento del transistor, las computadoras e incluso la generación de electricidad.

Reportaje:

Creemos que el objetivo perseguido en nuestra labor de trabajo se ha obtenido; dar a conocer un tema científico en un lenguaje sencillo y de fácil comprensión, para de esta forma hacer posible, el mayor entendimiento del mismo, a personas que no tienen ni la más mínima noción de física.

Este trabajo como reportaje necesita de todos los elementos necesarios que conforman el mismo. Ya que el reportaje a nuestro juicio reúne todas las características para su mejor comprensión.

Investigación, antecedentes, comparaciones, entrevistas y un análisis concienzudo fueron los elementos integrantes de nuestra tarea como comunicólogos.

Se notara a lo largo del trabajo que se buscó el mayor conocimiento en lo referente al tema, significando en ocasiones una traducción total del lenguaje científico, en otras la simplificación de conceptos propios de la disciplina y la constante búsqueda de la realidad.

Señalamos en todo momento la trascendencia de este fenómeno físico, porque es la única en que se aplica en el mundo tanto mundialmente como en nuestro país. La investigación científica constituye una de las más importantes alternativas para lograr una mayor independencia tecnológica y así restablecer el sistema productivo.

Se debe tener en cuenta, los científicos tratar desahogadoamente que la investigación debe de ser un misterio. Demostrar que nuestro país puede sorprender en eventos internacionales, que México realice proyectos importantes no solo en superconductividad sino en otras disciplinas también.

Debemos contar mas en nosotros mismos y en los demás, organizarnos y saberlos conducir en una misma dirección, no sólo a nivel científico, sino a un nivel social, por todos los beneficios que en un futuro, traeran estos cambios a nuestra sociedad.

* Nuestra investigación es bibliográfica por que acudimos a libros, revistas, documentos referentes, a diferentes bibliotecas y a especialistas, guardando el máximo de objetividad al recabar los datos.

* Es una investigación documental pues fuimos a la fuente donde se deriva la información, revisamos documentos y archivos que certifican cada nuevo hallazgo.

* Se realizó observación directa al ir al lugar de los hechos, en este caso al Instituto de Física, Instituto de Investigación en Materiales, Facultad de Química, IEM de México, etc. Se fue con cámara de video, y grabadora para registrar lo que se estaba viendo, aprovechando los elementos para describir mejor el descubrimiento y su función.

• En el campo científico, dentro del área de video, se está en el desarrollo de programas y de dispositivos, así como de aplicaciones de dispositivos de otros programas científicos.

• En cambio, una investigación científica por que sea a la parte más de participación en el campo de video, por medio de actividades.

• Cada una parte científica de nuestra tecnología de investigación científica, surge por el desarrollo de la tecnología que se a superconductividad, los electrones se genera simultáneamente y la posibilidad de tener una gran potencia por participar de manera directa en las actividades de investigación y sobre todo en los resultados.

Intervención a la ciencia
tecnológica científica

• BIBLIOGRAFIA •

BIBLIOGRAFIA

- Academia Mexicana de Ingenieria. "ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS." México CONACYT 1982
- Alarcón, Aguilar Consuelo. "EL IMPULSO DE UNA RAMA DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA COMO PUNTO DE PARTIDA EN LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO TECNOLOGICO EN MEXICO." México U.N.A.M. E.N.E.P.E Aragón 1982
- Aviation Week & Space Technology v.25 18/Ago/56 p.78
- Ballard, Stanly, E. "FUNDAMENTOS DE FISICA." Ed. Reverte S.A. 1957
- Beiser, Arthur. "CONCEPTOS DE FISICA MODERNA." Ed. Estación México Libros Mc Graw Hill 1977
- Ben-David, Joseph. "EL PAPEL DE LOS CIENTIFICOS EN LA SOCIEDAD." Ed. Trillas México 1974 p.202E
- Betral, D. John. "LA CIENCIA EN LA HISTORIA." U.N.A.M. Ed. Nueva Imago 1979
- British organize two programs in high tech: research and development v.32 Mar 59 p.47 (1)
- Bueno, Esteban Gerardo. "COMPARACION: DISCURSO DE ... ANTE LA COMISION DE H. CAMARA DE DIENTADOS." México CONACYT 1979E
- Business Week 18/Jul/55 p.99 (1)
- Business Week 18/May/57 p.124 (1)
- Business Week 20/Jul/57 p.127 (1)
- Cardozo, B. Myriam. "LA POLITICA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA DEL ESTADO MEXICANO A PARTIR DE 1970." México C. de Investigación y Docencia Economicas. Dpto de Ad. Publica 1984 p.81
- Careaga, Juan Antonio. "LA INVESTIGACION TECNOLOGICA EN EL DESARROLLO DE MEXICO, POLITICAS Y PERSPECTIVAS." México U.N.A.M. E.N.E.P. Aragón 1980 p.112
- Cabrera, Juan Luis. "QUE PASA EN EL MUNDO?" Los Medios de Información de Masas Ed. Aula Abierta SALVAT Barcelona 1981

- Ciencia y Desarrollo No 87 Jul-Ago 89 p.14
- Ciencia y Desarrollo No 88 Sep-Oct 89 p.10-11
- Ciencia y Desarrollo No 89 Nov-Dic 89 p.11-12
- Creatividad (1) Jul-Ago/87 p.18-23
- C. y D. No14 (74) May-Jun/87 p.19-27
- C. y D. No14 (79) Mar-Abr/88 p.35-39
- Design News v.42 5/May/88 p.102 (3)
- Design News v.42 28/May/87 p.24 (2)
- Design News v.42 11/Mar/88 p.22
- Discover v.6 Abr/85 p.42 (4)
- Discover v.6 Jul/85 p.20 (10)
- Discover v.2 Ago/85 p.22 (10)
- Hialerg, Robert M. "FISICA, FUNDAMENTO Y APLICACIONES."
- Electrical World v.101 Jul/87 p.39
- Electronic Week v.58 25/Feb/88 p.20 (2)
- Electronics v.80 19/Feb/87 p.54
- Electronics v.61 7/Ene/88 p.32
- "Elementary Particle." Physics Today v.11 Ene/88 p.133 (2)
- Fraser, Bond F. "INTRODUCCION AL PERIODISMO." México Ed. Litusa 1981
- Física v.12 No2 Mar/70 p.2
- Font, Dolores. "EL PODER DE LA IMAGEN." Ed. Aula Abierta SALVAT Barcelona 1981
- Frish, E. "CURSO DE FISICA GENERAL."
- Gaceta UNAM No31 Oct/87 p.10-11
- Gaceta UNAM No228: "HACIA UNA MEJOR TEORIA DE LOS SUPERCONDUCTORES." C.U. 7/Mar/89 p.102
- González, Reyna Susana. "MANUAL DE REDACCION E INVESTIGACION DOCUMENTAL." 2a Edición México Ed. Trillas 1982 p.157
- ICYT No2 (20.89) Sep/81 p.10

- ICYT No128 v.2 Mar/87 p.5,23,25,45
- ICYT No9 (128) May/87 p.33,41,42,44
- ICYT No9 (130) Jul/87 p.5-7
- ICYT No9 (132) Oct/87 p.64
- ICYT No10 (134) Nov/87 p.12-23
- ICYT No9 (125) Dic/87 p.5-7
- ICYT No10 (140) May/88 p.11-13
- Industry Week v.234 21/Sep/87 p.47
- Industry Week v.234 10/Ago/87 p.20
- Interferencia No12 (4) Jul-Ago/87 p.153-194
- J. Meliss, R.A. Ezzio, T. Alachi, J. Taguena "High Temperature superconductors" Vista Hermosa Mar. 10-15 Enero 1988 World Scientific.
- La Recherche (197) Abr/87 p.510-515
- La Recherche No12 (195) Ene/88 p.50-60
- LeFevre, Vicente y Carlos Martín. "MANUAL DE PERIODISMO." Ed. Grijalbo México 1985
- Magaña Solís, Luis Fernando. "Los Superconductores" La ciencia desde México. Fondo de Cultura Económica, México 1988
- M.L. Delekar y E. Ball Roberts. "TEORIAS DE LA COMUNICACION DE MACAS." Ed. Fideusa
- Moles, A. Abraham, Elisabeth Rohner. "TEORIA ESTRUCTURAL DE LA COMUNICACION Y SOCIEDAD." Ed. Fideusa
- Morera/Mercado. Física I. Estática y Cinemática. Libros Mc Graw Hill
- Mundo Científico No 78 p.284-288
- Muy Interesante No5 1985 E May/88 p.4-12
- Naturaleza v.4 No6 Dic/82 pag.272
- Naturaleza v.13 No4 Ago/82 pag.155
- Nature No327 (6119) 21/May/87 p.175,185,195
- New Scientist No114 (1558) 22/Abr/87 p.29

- Pardo, U. Ramón y Fernando "ESTO ES TELEVISION." Barcelona Ed. SALVAT Editores S.A. 1982 p.64
- Periódico EXCELSIOR Sab 25 Abr/1 1987 p. 2-n
- Physics Today v.40 May/87 p.96,92
- Physics Today v.41 Sep/88 p.77
- Physics Today v.41 Ene/88 p.72
- Popular Mechanics v.164 Ago/87 p.16
- Popular Mechanics v.165 Jun/88 p.78
- Popular Science v.122 Jul/88 p.12
- Process No881 2/May/88 p.56-57
- Reinchenbach, Hans (1991-1992) "OBJETIVOS Y METODOS DEL CONOCIMIENTO FISICO." Ed.
- "REPORTAJE, OBJETIVIDAD Y CRITICA SOCIAL." México Sigson p.148-151
- Rivera, Muñoz Erico Mauricio. Tesis "ESTUDIO DEL SUPERCONDUCTOR $HgBa2CuO7x$." U.N.A.M. Fac. de Ciencias Ed.
- Rojas, Ricardo Raúl "GUÍA PARA REALIZAR INVESTIGACIONES SOCIALES." 6a Edición México U.N.A.M. 1985 p.276 Ed.
- Science v.236 17/Abr/87 p.248
- Science v.236 (1982) 2/May/87 p.564
- Science v.232 18/Mar/88 p.1282
- Science News v.132 5/Oct/87 p.382
- Science News v.132 12/Dic/87 p.374
- Scientific American v.158 Jul/85 p.114
- "Superconductivity at 88 K in the $La_{1-x}Ba_xCuO_{y-z}$ system." Science v.235 30/Ene/87 p.167 Ed.
- "Superconductor race heats up (japanese, U.S. competition)." Science v.235 2/May/87 p.425
- Stewart Richards "Filosofía y sociología de la ciencia" Ed. Siglo XXI
- "TECNICA DEL REPORTAJE." Tesis México U.N.A.M. Fac. de C.P. y Sociales
- Time v.129 2/Mar/87 p.52
- Time v.129 11/May/87 p.64

- Warré, N. Carl: "GENERES PERIODISTICOS INFORMATIVOS." Ed.
Prisma

- Weber, L. Robert: "PIONEROS DE LA CIENCIA." Buenos Aires Ed.
Tres Tiempos

- Wood, William A. "PERIODISMO ELECTRONICO." México Ed.
Letras 1969

• ARTICLES •

ARTICULOS

Artículos de Investigación Publicados en Revistas Científicas o Técnicas, por el Instituto de Física, Instituto de Investigación de Materiales, Facultad de Químicas y Facultad de Ciencias.

Escudero, R., Rendon Diazmiron, L., Alachi, T., Barrio, R., Taguena-Martinez, J. Results from electron tunneling in the high-Tc superconductor Y-Ba-Cu-O. Phys. Rev. B., New York: 35(7): 2210-2211, (1987).

Escudero, R., Rendon Diazmiron, L., Alachi, T., Heiras, J., Vazquez, C., Banzo, L., Estrada, F., Gonzalez, G. High-Tc superconductivity in a new mixed phase Y-Ba-Al-Cu-O compound system. Rev. Mex. Fis. Mexico, D.F.: 33(2): 167-171, (1987)

Escudero, R., Rendon Diazmiron, L., Alachi, T., Heiras, J., Vazquez, C., Banzo, L., Estrada, F., Gonzalez, G. Superconductivity at 92K in the Y-Ba-Al-Cu-O system. Jap. J. App. Phys. 25(8): L 1219 L 1222, (1987).

Escudero, R., Alachi, T., Barrio, R., Rendon Diazmiron, L.E., Vazquez, C., Banzo, L., Gonzalez, G., Estrada, F. Measurements on the new high-Tc superconductor Nd-Ba-Cu oxide system. Solid State Commun., Inglaterra: 64(2): 235-236, (1987).

Gomez, R., Aburto, G., Marquina, M.L., Jimenez, M., Marquina, V., Quintanar, C., Alachi, T., Escudero, R., Barrio, R., Rina, D. Indication of high local fields in the Y-Ba2-Cu2.8375-Fa0.0625-O superconductor by muonbauer spectroscopy. Phys. Rev. B., New York: 35(13): 4, (1987).

Mendoza, D., Escudero, R. Change in the charge-density wave characteristic of Nb2S3 by introduction of copper atoms into the crystal. Journal of Materials Science Letters, Inglaterra: 3: 575-578, (1987).

Artículos en Memorias:

Escudero, R., Alachi, T., Barrio, R.A., Taguena-Martinez, J. Evidence of High energy excitations in high Tc superconductors. En memorias New Mechanisms of Superconductivity. Berkeley: 1011-1116, (1987).

Akachi, T., Escudero, R., Barric, R., Ricos-Jara, D., Bancs, L., Estudio de la degradación de compuestas superconductores de alta Tc Gd₁-Ba₂-Cu₃-O_{7-x}. En memoria del II Simposio Nacional de Estado Sólido, Cuernavaca, Morelos: 1, 75-77, (1987).

Ricos-Jara, D., Varea, C., Robledo, A., Huanosta, A., Domínguez, J.M., Umans, J., Akachi, T., and Escudero, R. On the twin formation in orthorhombic Y₁Ba₂Cu₃-O_{7-o}. Proc. of the Fall Meeting of the Materials Research Society, Boston, Mass.

Escudero, R., Superconductores cerámicos de alta temperatura. Memorias del II Simposio Nacional de Estado Sólido. Notas de Física. 10: 3 6-20 (1987).

Estrada, F., Bancs, L., Varquez, C. y Escudero, R. Fabricación de superconductores de alta temperatura de transición. Mem. del VII Congreso Nacional de Física de Superficies e Interfases. Morelia, Mich.: 14-16 (1987).

Gonzalez, G., Ricos-Jara, D., y Escudero, R. Estudio de las características estructurales del compuesto Y₁Ba₂Cu₃-xFexO_{7-o} por difracción de polvos. Mem. del VII Congreso Nacional de Física de Superficies e Interfases. Morelia, Mich. 17-19 (1987).

Barric, R.A., Wong, C., y J. Targuena-Martínez Mecanismos microscópicos en superconductores cerámicos de 90 K. Proc. Simposio sobre superconductividad. Rev. Mex. Fis., Merida, Yuc. (1987).

Murrieta H.E., Aguilar S. G., Ramirez, J., Akachi, T., Barric, R.A., Escudero, R., Rubio, J. An electron paramagnetic resonance study of Y-Ba-Cu-O type ceramics in superconducting and non-superconducting phases. J. Phys. C: Solid State Phys. 21 (1988) p.4999-5025.

Escudero, R., Akachi, T., Barric, R.A., Targuena-Martínez, J. Evidence of High Excitations in High Tc Superconductors. Novel Superconductivity. Edited by Stuart A. Wolf and Vladimir Z. Kresin. (Plenum Publishing Corporation. (1987)).

Gonzalez, G., Ricos-Jara, D., Akachi, T., Barric, R., Escudero, R. X-Ray Study of Superconducting Y₁-Ba₂-Cu₃-x-FexO₇ Compounds. From Programa Universitario de Superconductores de Alta Temperatura de Transición of the UNAM, and from CONACYT.

Akachi, T., Escudero, R., Barris, R.A., Rios-Jara, D., Bando, L. Degradation effects in the High-Tc superconductor $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$. J. Phys. C, Solid State Phys. 21 (1988) p.2665-2670.

Barris, R.A., Wang, C., Taguena-Martinez, J., Rios-Jara, D., Akachi, T., Escudero, R. Magnetic Transitions in High-Tc Superconductores. (ARTICULO ORIGINAL)

Lopez, M.E., Rios-Jara, D., Taguena-Martinez, J., Escudero, R., On the Crystallographic Structure and Electronic Behaviour of $\text{Pr}_2\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$. Physica C. North-Holland, Amsterdam. (1988) p242-243.

Robledo, A., Varez, C. High-Tc superconductivity at twin boundaries in a Landau-Ginzburg superconductor oxide model. Physical Review B. Vol.37. No.1 January 1988 p.631-634.

Morales, F., Escudero, R. Electron Tunneling in Ceramic Superconductors. En memorias: High Temperature Superconductivity 4-6 May 1989, Rio de Janeiro, Brazil. Progress in High Temperature Superconductivity- Vol.9 World Scientific, p.224-221.

Barris, R.A., Cogordan, J.A., Taguena-Martinez, J., Ortega-Blase, I. Electronic Behaviour in Cu-O Planes: Consequences to Superconductivity. En memorias: High Temperature Superconductivity 4-6 May 1989, Rio de Janeiro, Brazil. Progress in High Temperature Superconductivity- Vol.9 World Scientific, p.211-212.

Chavira, E., Escudero, R., Rios-Jara, D., Leon, L.M. High Tc Superconductivity in the Bi-Sr-Ca-Cu-O system. En memorias: High Temperature Superconductivity 4-6 May 1989, Rio de Janeiro, Brazil. Progress in High Temperature Superconductivity- Vol.9 World Scientific, p.279-282.

Rios-Jara, D., Gonzalez, G., Vazquez, C., Escudero, R. Study of the Influence of Fe and Dn substituting Cu in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$. En memorias: High Temperature Superconductivity 4-6 May 1989, Rio de Janeiro, Brazil. Progress in High Temperature Superconductivity- Vol.9 World Scientific, p.445-448.

E. Adem, L. Martinez, J. Richards, E. Crocco, J. Fuentes-Maya, J.L. Altarran, A. Mendosa, E. Carrillo, L. Caba, J. Reyes-Gasca, J.L. Beldu, Perez, J.G. Perez-Ramirez y M.J. Yacaman. The effect of electron irradiation in high Tc Oxide superconductors. J.Mater. Res.3, 607 (1988).

T. Akachi, R. Escudero, R.A. Barrio, D. Rios-Jara y L. Bando.
Degradation effects in the high-Tc superconductor Gd Ba₂ Cu₃ O₇ -
d). Phys. C 51, 2665 (1985)

E. Carrillo, E. Orozco, J. Fuentes-Maya, A. Mendosa, J. Reyes-Garga,
L. Martinez, R. Perez, A. Garcia, P.E. Schates, D. Acosta y M.J.
Yacamán. Structural characteristics of the new high Tc
superconducting phase Bi₂ S_{7/2} Ca Cu₂ O_{8-x}. Modern Phys. Lett. B 2,
841 (1988).

E. Chavira, R. Escudero, D. Rios-Jara y L.M. Leon. Influence of lead on
the formation of the 110K superconducting phase in the
Bi-Sr-Ca-Cu-O compound. Physical Review B 39, 9270.

L. Cota, L. Morales de la Garza, G. Hiras, L. Martinez, E. Orozco,
E. Carrillo, A. Mendosa, J.L. Alvarado, J. Fuentes-Maya, J.L. Boldu,
J.G. Perez-Ramirez, F. Perez, J. Reyes-Garga, M. Aviles y M.J. Yacamán.
Scanning Tunneling Microscopy analysis of 90K Y-Ba-Cu-O
superconductors. J. Mater. Res. 1, 417 (1988).

R. Escudero, F. Morales, F. Estrada y R. Barrio. Tunneling
measurements in the Bi compound. Int. J. of Modern Physics. (1988)

R. Escudero, L.E. Rendon-Diaz-Miron, T. Akachi, J. Heiras, C. Vazquez,
L. Bando, F. Estrada y G. Gonzalez. Superconductivity at 90K in the
Y-Ba-Al-Cu-O system. Jap. J. of Appl. Phys. 26, L1619 (1987)

R. Escudero, L. Rendon, T. Akachi, R.A. Barrio y J. Taguera-Martinez.
Electron tunneling in the high-Tc superconductor
Y-Ba-Cu-O. Phys. Rev. B 36, 2012 (1987)

R. Escudero, L.E. Rendon-Diaz-Miron, T. Akachi, J. Heiras, C. Vazquez,
L. Bando, F. Estrada y G. Gonzalez. High Tc superconductivity in a new
mixed-phase Y-Ba-Cu-O compound system. Rev. Mex. Fis. 33, 167
(1987)

R. Escudero, T. Akachi, R. Barrio, L.E. Rendon-Diaz-Miron, C. Vazquez,
L. Bando, G. Gonzalez y F. Estrada. Measurements on the new High-Tc
superconductor Nd-Ba-Cu oxide system. Solid State Comm. 64, 235
(1987)

R. Gomez, S. Aburto, V. Marquina, M.L. Marquina, M. Jimenez,
C. Quintanar, T. Akachi, R. Escudero, R.A. Barrio y D. Rios-Jara.

Anomalous behavior of Meissner parameters of a Y Ba2 Cu 3 F79
2.126 by superconductors around 112K. Physics C 153-155, 1988

L. GOMER, F. ESCOBEDO, C. PIZA, J. FLORES-JARA y F. HERRERA.
Superconducting and structural properties of Er(1-x) Yx Ba2 Cu3 O7
compound with FeV. Co. Mo. D. L. and EU Physics C. 153-155 900 (1988)

H. HERRERA, J. BEYER-CASPE, F. SCHNEIDER-BENCHOUAÏ, A. GOMER y
M. J. YAGUETA. On the long period superstructure of the
superconducting phase Er1-xYxBa2Cu3O7-y Physics C, 155 492
(1988).

59765 DE INTRODUCCION

- (1) Víctor Lázaro, "El átomo y el paisaje de cristal". Información Científica y Tecnológica, Vol. 6 No. 118, 1976 pp.11
- (2) Manuel Gallo Hernández, en Segundo Congreso Iberoamericano de Estadística Científica, Madrid, 1977 pp. 595
- (3) Ciencia y Tecnología, No.76 1976 pp.180
- (4) Horacio Ceballos, "Elementos de Estadística" 1970 pp.55-57. Ediciones Ecuatoriales S.A.
- (5) Estadística Científica y Educativa, Libro SIMPEC-IEA 1976 pp.124

59766 DE TEXTO

- (1) Libro de Estadística, "Estadística", Ed. Larousse 1976 p.124
- (2) Larousse Estadística, "Estadística", Ed. Larousse 1976 p.124
- (3) Estadística Médica de la Habana 1955 Dirección Metropolitana p.1
- (4) Revista, Ciencia y Tecnología, Vol. VI No. 88 Sep-Oct 1968 p.88
- (5) Índice Ep. Cit. p.11
- (6) Índice Ep. Cit. p.11
- (7) Índice Ep. Cit. p.11
- (8) Índice Ep. Cit. p.11
- (9) Obituario de Jorge 1959 p.18
- (10) Víctor Lázaro, "El átomo y el paisaje de cristal". Ciencia y Tecnología Vol. 6 No. 118 p.11
- (11) Manuel Gallo Hernández "Segundo Congreso Iberoamericano de Estadística Científica" Madrid 1977 p. 595
- (12) Manuel Gallo H. "La Ciencia en la Historia" Ed. Nub. Imagen p.11

Logo.fff.
 UNA REVOLUCION TECNOLOGICA
 SIN PRECEDENTES HA DADO
 COMIENZO....
 CIENTIFICOS DE MEXICO Y
 TODO EL MUNDO TRABAJAN
 AFANOSAMENTE EN LA
 INVESTIGACION DE NUEVOS
 MATERIALES ELECTRICOS
 CUYAS CARACTERISTICAS
 PROMETEN CAMBIAR AL MUNDO.

MUSICA SUBE A FONDO Y DE
 MANTIENE
 COLLAGE DE IMAGENES

ENTRADA INSTITUCIONAL

Logo.fff.
 SUPERCONDUCTORES, MATERIALES
 QUE NO PRESENTAN
 RESISTENCIA ALGUNA AL PASO
 DE LA ENERGIA ELECTRICA.
 SERAN LOS RESPONSABLES
 DE UNA SERIE DE AVANCES
 EN LA TECNOLOGIA HASTA
 AHORA SOLA CONOCIDAS EN LA
 CIENCIA FICCION.
 ESTE MARAVILLOSO FENOMENO
 FISICO FUE DESCUBIERTO
 EN 1911 POR UN CIENTIFICO
 HOLANDES LLAMADO HEINRICH
 HUBERTH. CON SU DESCUBRIMIENTO
 LOGRO HACER LIQUIDAR EL
 HELIUM UNO DE LOS GASES MAS
 RAROS DE LA NATURALEZA A
 UNA TEMPERATURA DE 4 GRADOS
 KELVIN LO QUE EQUIVALE A
 -273 GRADOS CENTIGRADOS.
 ABRIENDO UN NUEVO CAMPO EN
 LA INVESTIGACION CIENTIFICA

Logo.fff.
 AL REALIZAR VARIOS
 EXPERIMENTOS, CONMES
 ENCONTRO QUE CONFORME LA
 TEMPERATURA DISMINUYA EN EL
 MATERIAL LA RESISTENCIA DE
 ESTE CADA VEZ HASTA LLEGAR
 CERO. NACEN LOS
 SUPERCONDUCTORES!

PUNTE MUSICAL

1922.011.
TODOS LOS APARATOS QUE
TRABAJAN CON ELECTRICIDAD
PRESENTAN DE UNA FORMA U
OTRA RESISTENCIA AL PASO
DE LA CORRIENTE, DICHA
RESISTENCIA SE MANIFIESTA
EN FORMA DE LUM O CALOR,
RESISTENCIA QUE NO EMITE
EN EL CASO DE LOS
SUPERCONDUCTORES.

INVENTOR: ERICSON GOMEZ

1922.012
EL HOMBRE DESDE HACE MUCHO
TIEMPO HA BUSCADO CONDICTORES
ELECTRICOS QUE NO PRESENTEN
EL FENOMENO DE RESISTENCIA,
ES POR ELLO QUE ESTE
DESARROLLO TIENE UN GRAN
TRANSFORMAR LA UNDA DE LOS
SERES HUMANOS, LLEVO A
MUCHOS INVESTIGADORES A
REALIZAR ESTUDIOS MUY
IMPORTANTES.

INVENTOR: EDUARDO CARRILLO

1922.013.
ESTOS MATERIALES TIENEN LA
CAPACIDAD DE NO PERMITIR
QUE NINGUN CAMPO MAGNETICO
PENETRE DENTRO DE ELLOS,
A ESTA PROPIEDAD SE LE
CONOCE COMO EFECTO
MEISSNER, GENERANDO GRANDES
CAMPOS MAGNETICOS QUE
HACEN FLOTAR IMANES SIN
IMPACTAR EN TAMANO E
INTENSIDAD.

PUNTE MUSICAL

1999.000.
SIN EMBARGO, LOS
SUPERCONDUCTORES
ENCONTRADOS SOLO PRESENTAN
ESTAS CARACTERISTICAS A MUY
BAJAS TEMPERATURAS QUE
LLEGAN A SER DEL ORDEN DE
VARIOS CIENTOS DE GRADOS
CENTIGRADOS BASTA PERO, PERO
LO QUE LA IDEA DE
UTILIZARLOS PARECIA
INALCANZABLE.

1999.001.
FUE HASTA 1986 CUANDO LOS
INVESTIGADORES ALEM MULLER
Y GEORGE BEDNORZ
DESCUBRIERON UN NUEVO
MATERIAL SUPERCONDUCTOR
CUYA TEMPERATURA DE
TRANSICION ERA DE 90 GRADOS
HELVINQUE LES VALIÓ
OBTENER EL PREMIO NOBEL
DE FISICA EN 1987.

INVESTIG. GEORGE BEDNORZ

1999.002.
ASI COMO DESARROLLANDO
FISICA DE FUERZA
PUBLICADO EN SEPTIEMBRE DE
1984 Y CONFERENCIADO POR
SUS GRUPOS DE LA ACADEMIA
DE CIENCIAS DE CHINA Y EN
LA UNIVERSIDAD DE HOUSTON
POR EL DR. PAUL CHU.

INVESTIG. PAUL CHU

1999.003.
EL PRIMER GRAN LOGRO SE
HICO PATENTE CUANDO EL
DR. PAUL CHU REPORTO EN EL
MES DE MARZO DE 1987 HABER
ENCONTRADO
SUPERCONDUCTIVIDAD EN UN
COMPUESTO DE ITRIO BARIO,
CERIO Y OXIGENO, MEJOR
CONOCIDO COMO I.T.C.O. Y QUE
SUPERABA DE MANERA

SOBREVENIENTE LAS ÚLTIMAS
TEMPERATURAS ALCANZADAS.

PUNTE MUSICAL

Looo.cff.
PARA MÉXICO ESTE FENÓMENO
NO PODÍA PASAR
DESAPERCIBIDO, POR ELLO EL
INSTITUTO DE FÍSICA, EL
INSTITUTO DE INVESTIGACION

DE MATERIALES Y LA FACULTAD
DE CIENCIAS DE MANERA
RAPIDA COMENZARON A
DESARROLLAR EXPERIMENTOS EN
ESTE CAMPO. NO PASÓ MUCHO
TIEMPO CUANDO MÉXICO HIZO
SU ENTRADA DE MANERA
EXTRAORDINARIA. EL 27 DE
MARZO DE 1967 UN GRUPO DE
CIENTÍFICOS DEL INSTITUTO
DE INVESTIGACION EN
MATERIALES ENCABECADOS POR EL
DR. ROBERTO ESCOBEDO LIEBOW
A CONDUCER UN MATERIAL
SUPERCONDUCTOR A 77 GRADOS
KELVIN Y TAN SOLO 2 DIAS
DESPUES UNO A 20 GRADOS
KELVIN Y OTRO A 20 CUATRO
SEMANAS DESPUES.

INSERT:DR. CARLOS ANACHI

Looo.cff.
DE ESTA MANERA MÉXICO ENTRA
POR LA PRIMERA VEZ EN ESTE
TEMA SIN SUFRIR RETRASOS

INSERT:DR. RAUL GOMEZ

Looo.cff.
ACTUALMENTE EN NUESTRO
PAIS SE LLEVAN A CABO
MUCHAS INVESTIGACIONES PERO
CUALES HAN SIDO NUESTRAS
APORTACIONES?

INSERT:DR. RAUL GOMEZ

Looo.cff.

PODEMOS DESTACAR AQUI EL TRABAJO CONJUNTO DE DIVERSOS INVESTIGADORES, DEBIDO A QUE EL PAPEL DESEMPEÑADO FUE LA FAULTA A LOS PRIMEROS AVANCES EN LO QUE A SUPERCONDUCTIVIDAD SE REFIERE EN NUESTRO PAIS.

INSERT:DR.EDUARDO CARRILLO

Leed. off.
LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, HA CREADO EL PROGRAMA UNIVERSITARIO DE SUPERCONDUCTORES DE ALTA TEMPERATURA DE TRANSICION, CON EL PROPOSITO DE APOYAR Y RACIONALIZAR RECURSOS PARA LLEVAR A CABO UN TRABAJO A MAYOR ESCALA.

INSERT:DR.TATEO AVACHI

Leed. off.
QUEDA DEMOSTRADO QUE LA SUPERCONDUCTIVIDAD SE HA CONVERTIDO EN UNA DE LAS ESPERANZAS DE LA FISICA MODERNA Y COMO CONSECUENCIA SUS FUTURAS APLICACIONES HAN ALIMENTADO LA IMAGINACION MAS FEINIA: VIAJAR EN TRENES LEVITADOS, ALAMERES Y CABLES SUPERCONDUCTORES, GRANDES EFECTIVIDADES EN RELACION A LA MEDICINA, APARATOS DE MEDICION EXACTOS PARA LA DETECCION DE PEQUEÑOS TUMORES EN EL CEREBRO, LA POSIBILIDAD DE FABRICAR CIRCUITOS QUE PERMITAN HACER SUPERCOMPUTADORAS MIL VECES MAS RAPIDAS Y DE MAYOR CAPACIDAD DE MEMORIA. ASI MISMO EN OTROS PAISES SE PLANEAN APLICACIONES PRACTICAS, ACORDES CON LAS NECESIDADES EN MATERIA DE

ENERGIA.

INSERT:DR TATSUD AKACHI

PUENTE MUSICAL

Locc.off.
EL USO DE LA
SUPERCONDUCTIVIDAD A
TEMPERATURA AMBIENTE
CONTINUA SIENDO UN RETO,
QUE DE SEGUIR LOS
TRABAJO DE INVESTIGACION
AL RITMO ACTUAL PODRIA SER
ALCANZABLE EN CORTO TIEMPO.
DE SER ASI LOS
SUPERCONDUCTORES
SEGURAMENTE CAMBIARAN AL
MUNDO, PERO TANTO O MAS QUE
LOS TRANSISTORES, LAS
COMPUTADORAS E INCLUSO EL
MISMO DESCUBRIMIENTO Y
GENERACION DE LA
ELECTRICIDAD.

ASISTIMOS AL NACIMIENTO DE
DE UNA GRAN REVOLUCION
TECNOLOGICA!

VALIDA INSTITUCIONAL
MUSICA SUBE A FONDO Y SE
MANTIENE
CREDITOS.