

INTRODUCCION

Con bastante frecuencia se suelen escuchar enconadas discusiones sobre los enormes recursos que las grandes potencias destinan a programas de desarrollo de investigaciones y tecnologías altamente especializadas y cuyo beneficio práctico no parece estar muy cercano para la humanidad como un todo; consecuentemente surgen preguntas como las siguientes: ¿En qué beneficia a la humanidad el que los Estados Unidos o la Unión Soviética (lo mismo da) hayan puesto un hombre en la Luna? ¿Cuál es el beneficio práctico que se obtiene de los llamados viajes espaciales? Tal vez no sea ésta la primera ocasión en que surgen tales cuestionamientos; acaso éstos u otros equivalentes se dieron cuando las expediciones a las Indias o cuando se pretendía que el hombre volara o pudiera penetrar en las profundidades del océano. Sin embargo, una cosa es clara: entonces como ahora, los beneficios directos o inmediatos pertenecen sólo a quienes emprenden tales aventuras y cabe hoy en día preguntar: ¿Ha resultado la humanidad beneficiada por tales hechos? ¿Cuestionaríamos hoy a quienes los realizaron entonces?

DESARROLLO

LA INVESTIGACIÓN AEROESPACIAL

Los conocimientos adquiridos y las tecnologías generadas como consecuencia inmediata de la investigación y el desarrollo aeroespaciales ya están influyendo en la vida cotidiana de gran parte de los habitantes del orbe. Los materiales que se han desarrollado pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- 1) Los que se han desarrollado para poder enfrentarse a las condiciones a las que se ven sujetos los vehículos, individuos e instrumentos en este tipo de viajes, y
- 2) Aquellos que se han "fabricado" en esas condiciones.

1. Materiales desarrollados para aplicaciones espaciales

Uno de los problemas más serios en los vuelos en general y particularmente en los espaciales es el de la estructura de la nave; dicho de otra manera, la resistencia mecánica que debe tener el vehículo para soportar las velocidades, aceleraciones, impactos y esfuerzos a los que habrá de verse sujeto. También deben tomarse en cuenta factores como las temperaturas y presiones que encontrará en su recorrido, y el factor igualmente importante del propio peso de la nave.

Fibras de carbón/grafito. Estas consideraciones y otras similares fueron las que condujeron al desarrollo de las fibras compuestas de carbón/grafito.

El carbón es el elemento número 6 en la tabla periódica de los elementos, su peso atómico es 12.011, tiene dos isótopos (núcleos con igual número de protones pero números distintos de neutrones) y tradicionalmente se le conocen tres formas alotrópicas (presentaciones): diamante, grafito y carbón amorfo.

En el grafito monocristalino, que es la forma alotrópica que nos interesa por ahora, los átomos se encuentran dispuestos en arreglos hexagonales que se superponen unos sobre otros para formar una secuencia periódica del tipo A B A B A... Los átomos que se encuentran en un mismo plano (ya sea A o B) están unidos muy fuertemente entre sí, mientras que la unión entre átomos de planos distintos contiguos (A con B) es mucho más débil. Ésta es la razón por la cual el grafito se presenta en forma de láminas delgadas, lo que lo hace tan útil para la fabricación de puntillas para lápices. El espaciamiento entre cada uno de los planos laminares (planos basales) de la estructura de grafito es de 0.355 micrones.

La investigación destinada a la producción de materiales aeroespaciales ha producido el llamado grafito *turbostático*, que es un material muy similar al grafito monocristalino excepto porque sus planos basales no tienen un empaquetamiento regular en relación con el eje perpendicular, y porque la distancia promedio entre los planos basales es alrededor de mil veces menor (0.34 nanómetros).

Con este conocimiento fundamental sobre la estructura del carbón y del grafito ha sido posible "diseñar" materiales con las propiedades adecuadas para satisfacer las condiciones tan severas del espacio exterior y del vuelo mismo. El secreto está en conseguir que los planos laminares del grafito se alineen paralelos al eje de la fibra. Y... ¿cómo conseguir las fibras de grafito?

¿Acaso será muy difícil?... Aquí tienen la receta:

El proceso consiste en utilizar una base orgánica (llamada precursor) que debe tener un alto porcentaje de átomos de carbón. Mediante calor y la aplicación de tensiones se liberan todas las fracciones volátiles para dejar sólo los átomos de carbón y ¡ya está! Se obtiene un compuesto carbón/fibra de grafito. Sólo me resta dar los detalles de los precursores y lo hago a continuación para uno de ellos: las fibras de rayón, particularmente las que llevan los nombres comerciales Thornel-50 y Thornel-75, que son producidas por Unión Carbide. En atmósfera inerte se las expone a una temperatura de entre 2 700 y 2 800°C y en esa condición se les sujeta a cargas tensiles y se les estira y comprime a efecto de alinear los planos en una dirección paralela al eje de los filamentos. Estas fibras resultan irregulares en cuanto a su forma, y su diámetro va de 5 a 50 micrones.

Las propiedades específicas de cada fibra dependen básicamente del precursor particular del cual se hayan obtenido y del proceso utilizado. Así, por ejemplo, la resistividad eléctrica puede variar desde un intervalo de 800 a 1 200 ohm-cm para fibras carbonizadas entre 1 500 y 1 700°C hasta uno de 150 a 200 ohm-cm si la temperatura de carbonización es de 2 800°C. En términos generales se puede decir que las fibras de compuestos carbón/grafito ofrecen una combinación de propiedades de bajo peso, alta resistencia mecánica y rigidez muy superiores a las ofrecidas por los materiales fibrosos metálicos y no metálicos convencionales utilizados para condiciones de trabajo similares en severidad.

Como se mencionó al iniciar este capítulo, el desarrollo obtenido en la investigación aeroespacial no ha quedado limitado a estos usos sino que ya ha producido aplicaciones que benefician a sectores más amplios; uno de los primeros ha sido la aeronáutica civil. Muy probablemente usted ya ha disfrutado de esos nuevos materiales, y si en alguna ocasión ha abordado un jet DC-10 ciertamente lo ha hecho, pues el sistema de estabilización vertical utiliza el compuesto epóxico de fibra de grafito conocido comercialmente como Thornel-300. Otras industrias más "terrenales" ya han empezado a utilizar también las fibras de grafito: la industria automotriz para aligerar los vehículos y obtener un mejor rendimiento del combustible sin sacrificar propiedades mecánicas, la industria de la construcción reforzando el concreto con fibras de grafito, y hasta la industria de las bicicletas, cuyas estructuras resultan más resistentes y ligeras si se fabrican con grafito en vez de usar los materiales tradicionales.

Materiales cerámicos avanzados. Los materiales tradicionales difícilmente soportan las condiciones ambientales del espacio exterior. Los metales que en general tienen puntos de fusión altos y por ende soportan altas temperaturas tienen también la característica de que su densidad es alta. Los polímeros, que suelen ser menos densos que los metales, también tienen puntos de fusión bastante más bajos. La solución parece estar pues en los cerámicos, y ésta es la razón por la cual han cobrado tanta importancia en los últimos años. También fueron los materiales "más importantes" en los primeros siglos de existencia de la humanidad. ¿Curioso, no?

La cerámica de nuestros días recibe los nombres de cerámica avanzada o técnica o fina, y se trata de composiciones con alto grado de pureza, constituidas por partículas ultrafinas, sinterizadas y tratadas bajo condiciones perfectamente controladas. Su diferencia con los materiales cerámicos tradicionales es que éstos se basan principalmente en silicatos, mientras que la cerámica avanzada incluye nitruros, carburos, óxidos,

carbonatos, etc. Estos materiales poseen propiedades especiales, como su alta resistencia a la temperatura, a la corrosión y al uso, y propiedades eléctricas y ópticas que los hacen sumamente útiles para un gran número de aplicaciones, como se muestra en el cuadro A.

Cuadro A. Cerámicas finas.		
<i>Funciones</i>	<i>Propiedades</i>	<i>Aplicaciones</i>
Térmicas	– Refractarias – Aislantes – Conductoras térmicas	– Sumideros de calor – Revestimientos de hornos de alta temperatura
Mecánicas	– Alta resistencia – Resistente al uso – Baja expansión térmica – Lubricantes	– Herramientas – Abrasivos – Alabes de turbina – Lubricantes sólidos – Instrumentos de precisión
Biológicas y Químicas	– Compatibilidad biológica – Resistencia a la corrosión	– Huesos artificiales – Prótesis – Equipo geotérmico y químico
Electromagnéticas	– Aislantes eléctricos – Conductores eléctricos	– Circuitos integrados – Substratos – Sensores industriales
Ópticas	– Condensación óptica – Fluorescencia	– Diodos láser – Diodos emisores de luz

	– Traslucidez – Conductividad óptica	– Porcelanas traslúcidas resistentes al calor – Fibras ópticas para comunicaciones y dispositivos médico-quirúrgicos
Nucleares	– Refractarios – Resistencia a la radiación	– Recubrimientos de contenedores de combustible – Control

El cuadro B muestra una clasificación de las cerámicas de alta tecnología según la función que desempeñan.

Resulta evidente la gran cantidad de aplicaciones que ya se han dado y las que habrán de darse utilizando estos nuevos materiales, producto directo de la "locura" de conquistar el espacio extraterrestre. Las motores de turbinas de gas y las herramientas de corte son dos ejemplos claros de la utilidad de estos materiales en la vida cotidiana de un número considerable de seres humanos.

Hacia el futuro inmediato. El desarrollo de materiales y los avances en la tecnología de la fabricación de partes para la exploración del espacio desempeñarán un papel fundamental en lo futuro. Para el año 2000 habrán de desarrollarse nuevas aleaciones y materiales compuestos para las partes estructurales, superaleaciones cerámicas y compuestos vidriados para los sistemas de propulsión.

Metales y aleaciones. Uno de los procesos más novedosos para preparar nuevas aleaciones es el conocido con el nombre de solidificación rápida, que consiste en un enfriamiento extremadamente rápido del material original desde su fase líquida a una fase sólida en forma de polvo. Este enfriamiento suele producirse a razón de un millón de grados por segundo. En la actualidad este proceso ha producido aleaciones de aluminio con rigidez específica y resistencia mecánica mayores y aleaciones de aluminio o níquel con resistencias a la temperatura superiores a las conocidas con anterioridad.

Otros procesos desarrollados durante la búsqueda de materiales útiles para la exploración espacial y que son, o muy pronto serán, de gran importancia en la vida cotidiana son el formado superplástico, la difusión de enlaces o soldadura por estado sólido y el formado total.

Cuadro B	
<i>Materiales</i>	<i>Aplicaciones</i>
FUNCIONES ELECTRICAS	
Materiales aisladores (Al ₂ O ₃ , BeO, MgO)	– Substratos para circuitos, alambrados, resistores e interconexiones electrónicas

Materiales ferroeléctricos (BaTiO₃, Sr TiO₃)	– Capacitores cerámicos
Materiales piezoeléctricos	– Vibradores, osciladores, filtros, tec. – Transductores, humidificadores ultrasónicos, generadores de piezoeléctricos, de chispa, tec.
Materiales semiconductores (BaTiO₃, SiC, ZnO–Bi₂O₃, V₂O₅ y otros óxidos de metales de transición)	– Sensores ycompensadores de temperatura – Elementos calefactores, interruptores, compensadores de temperatura, etc. – Elementos sensores de calor – Sensores de infrarojo – Eliminación de ruido – Absorbedores de variaciones de corriente, etc. – CdS sinterizado para celdas solares – SiC como calentador en hornos eléctricos, calentadores miniatura, etc. – Electrolito sólido para baterías de sodio – ZrO₂ cerámico como sensor de oxígeno, medidor de pH
Materiales conductores iónicos (–Al₂O₃, ZrO₂)	
Ferritas blandas	– Cabezas para grabación magnética, sensores de temperatura, etc.
Ferritas duras	– Imanes de ferrita, motores de potencia fraccionada, etc.

FUNCIONES OPTICAS	
Alúmina traslúcida	– Lámparas de vapor de sodio a alta presión
Magnesio traslúcido, mulita, etc.	– Para tubos de iluminación, lámparas especiales, materiales para ventanas en el infrarojo
Cerámicas traslúcidas Y ₂ O ₃ –ThO ₂	– Material láser
Cerámicas PLZT	– Elementos de memoria luminosa, despliegues de video y sistemas de almacenaje, elementos moduladores de luz, válvulas de luz, etc.
FUNCIONES QUIMICAS	
Sensores de gas (ZnO, Fe ₂ O ₃ , SnO ₂)	– Alarmas para fugas de gas, ventiladores automáticos, detectores de flúor o carbón, etc.
Sensores de humedad (MgCr ₂ O ₄ –TiO ₂)	– Elementos de control de conocimiento en hornos de microondas, etc.
Portadores catalíticos	– Portadores catalíticos por control de emisión
Catalizadores orgánicos	– Portadores de enzimas, zeolitas
Electrodos (titanatos, sulfatos y boratos)	– Procesos fotoquímicos, producción de cloro
FUNCIONES TERMICAS	
Cerámicas ZrO ₂ , TiO ₂	– Radiadores infrarrojos

FUNCIONES MECANICAS	
Herramientas de corte (Al_2O_3 , TiC , TiN , otros)	– Herramienta cerámica, herramienta cerment, diamante artificial, herramienta nitrurada
Materiales resistentes al uso (Al_2O_3 , ZiO_2)	– Sensores de presión, selladores mecánicos, tiralíneas cerámicos, cojinetes, guías de tarraja
Materiales resistentes al calor (Al_2O_3 , Si_3N_4 , SiC , otros)	– Motores cerámicos, álabes de turbina, intercambiadores de calor, quemadores para soldadura, crisoles para combustión a alta frecuencia
FUNCIONES BIOLOGICAS	
Implantación de cerámica de alúmina y biovidrio de hidroxiapatita	– Maxilares y raíces de dientes artificiales, huesos artificiales
FUNCIONES NUCLEARES	
Combustibles nucleares (UO_2 , $\text{UO}_2\text{-PuO}_2$)	
Material para revestimiento (C , SiC , B_4C)	
Material para blindaje (SiC , Al_2O_3 , C , B_4C)	

El formado superplástico consiste en producir grandes cambios en la forma del material, generalmente un metal o una aleación, mediante altas temperaturas y bajas presiones. De hecho el material adquiere una consistencia casi pastosa (plástica), lo que permite que se le conforme casi a placer.

La difusión de enlaces o soldadura por estado sólido es un proceso de unión de dos metales realizado a altas temperaturas y presión. La unión se lleva a efecto por la difusión, a través de las superficies que han de unirse, de los átomos de los distintos materiales. Es algo así como utilizar los propios enlaces químicos de los

materiales en juego para hacer la soldadura.

El formado total es una técnica en la que partiendo de un material en forma de polvo se le da su forma final comprimiéndolo contra un contenedor de cerámica, vidrio o acero que tiene ya la forma deseada. Se trata de una especie de rechazado a muy altas presiones teniendo como material a un polvo.

Los nuevos materiales compuestos. Los nuevos materiales compuestos consisten en una matriz, que lo mismo puede ser una resina orgánica o un metal y fibras de alta resistencia que se embeben en la matriz. Como se ha mencionado, la fibra más común es el grafito, pero también las hay de vidrio, boro, carburo de silicio, Kevlar (una fibra orgánica) y metales filamentosos. El papel de la matriz es el de mantener unido el compuesto y permitir que el material se pueda conformar en formas diversas.

Debido a la matriz, es posible diseñar el material para que tenga propiedades tales como resistencia y rigidez. Los materiales compuestos son más resistentes que el acero, más rígidos que el titanio y más ligeros que el aluminio. Además ofrecen otras propiedades importantes como resistencia a la corrosión y a las altas temperaturas. Por estas razones son particularmente efectivos en las estructuras espaciales, las que deben ser tanto resistentes como ligeras. La tecnología relativa a los recubrimientos también está recibiendo especial atención y se han desarrollado recubrimientos de cromo, aluminio y aleaciones de itrio con hierro, cobalto o níquel que ofrecen protección a temperaturas tan altas como 1 700°C.

Una de las aleaciones que ha despertado mayor interés en la actualidad para aplicaciones aeroespaciales es la de aluminio-litio, cuya principal virtud radica en su muy baja densidad. Otras aleaciones de aluminio, tales como aluminio-hierro-molibdeno-zirconio funcionan suficientemente bien a altas temperaturas como para competir con el titanio por encima de 1 000°C.

2. Materiales desarrollados en el espacio

Extraer de la Tierra los materiales que ésta nos suministra, tomar ventaja de las propiedades de cada uno de ellos y ponerlos al servicio del hombre es lo que puede llamarse la primera etapa en la historia de los materiales. Violentar algunas propiedades innatas mediante agentes externos como el golpeteo mecánico o la temperatura fue la segunda gran etapa. La tercera etapa consiste en combinar materiales con propiedades distintas, valiéndose de agentes externos y obteniendo "nuevos materiales" con "nuevas propiedades" en ocasiones superiores a las poseídas por los constituyentes de origen, pero siempre sujetos a las condiciones impuestas por nuestro hábitat natural.

Liberarse de alguna de estas condiciones, disminuyendo, por ejemplo, la presión atmosférica (hacer el vacío), o simular algunas otras como la humedad, la radiación ultravioleta, la infrarroja (intemperismo acelerado), etc., constituye la etapa siguiente, que puede considerarse aún vigente a pesar de los grandes avances descritos en los párrafos inmediatos a éste. Pero estamos en el umbral de una nueva etapa en esta fascinante historia: aquella en la cual, una vez diseñados los materiales que le permiten hacerlo, el hombre abandona su entorno natural y en nuevas condiciones intenta repetir algo de lo ya realizado. Se empeña en seguir aprendiendo, seguir avanzando, continuar tomando ventaja de aquello que le queda o poner al alcance de su mano lo inaccesible para, nuevamente, ponerlo al servicio del hombre mismo.

Materiales fabricados en el espacio. La fabricación de materiales en la superficie terrestre se realiza siempre bajo la influencia de la aceleración gravitacional y la presencia de la atmósfera, que puede introducir contaminación adversa, la cual, sin embargo, puede eliminarse utilizando atmósferas artificiales con gases inertes. Prácticamente estamos imposibilitados para eliminar todos los efectos gravitacionales, y éstos son los responsables de fenómenos como la separación de fases, la segregación por densidad, los sobreenfriamientos y algunos tipos de contaminación. La posibilidad de realizar procesos de fundición, difusión, crecimiento de cristales, etc., en el espacio exterior brinda la oportunidad de eliminar los efectos derivados de la aceleración gravitacional y, consecuentemente, hace que esta posibilidad resulte sumamente atractiva.

En el espacio exterior, en adición a la ventaja de la "pérdida" parcial o incluso total del peso se tiene la ventaja potencial de la energía solar y una situación de vacío más favorable. La producción de cristales ultrapuros, la separación de sustancias, la homogenización de compuestos, la obtención de productos farmacéuticos de alta pureza, vidrios y semiconductores son algunas de las áreas en las cuales es más promisorio utilizar las ventajas del espacio exterior.

La idea de realizar experimentos en ausencia de corrientes convectivas o vibraciones, en un ambiente estéril, en vacío casi perfecto y gravedad prácticamente nula no surgió como resultado instantáneo de los primeros éxitos en los vuelos espaciales, sino que fue una idea acariciada mucho tiempo atrás por los teóricos. De esta manera, al abrirse las posibilidades reales de llevarla a la práctica lo que tuvo que hacerse de inmediato fue investigar la manera de realizar esos experimentos en forma enteramente autónoma.

En la actualidad ya se han realizado varios experimentos con resultados muy exitosos, al grado de que se encuentran en curso los estudios económicos respectivos para ver la conveniencia de lo que podríamos llamar la comercialización del espacio exterior.

Productos para la vida. De éstos, el experimento más avanzado es un experimento sobre electroforesis, que es una técnica para separar sustancias orgánicas en presencia de un campo eléctrico y que es muy utilizada para la producción de medicinas. Este proyecto se inició en 1977 y se llevó a efecto por primera vez en el transbordador espacial. Por lo que toca a la comercialización, las expectativas más optimistas predicen la existencia de un mercado de varios miles de millones de dólares para la década de los noventa, aunque hasta la fecha solamente existe un solo producto "espacial" en el mercado, que son unas pequeñísimas esferas de látex.

Semiconductores. Dado que los procesos de manufactura en el espacio son sumamente caros, resulta evidente que los mejores candidatos para procesarse en el espacio son los productos con el mayor valor por unidad de volumen. Sin duda, unos productos que reúnen esta cualidad son los materiales electrónicos cuya base fundamental son los cristales, que al obtenerse con gran pureza y perfección competirán muy favorablemente en el negocio de las componentes electrónicas. Para los futuros programas se han identificado muy buenos prospectos, entre los que se incluyen materiales para detectores de tipos muy diversos, así como materiales apropiados para chips de computadoras. La extrema limpieza y la ausencia de gravedad existentes en el espacio exterior son condiciones ideales para producir estupendos cristales semiaisladores libres de disoluciones. Los compuestos que se han trabajado son el arsenuro de galio y el fosfuro de indio. Los mejores cristales de arsenuro de galio se han obtenido, hasta la fecha, mediante un procedimiento conocido como crecimiento electroepitaxial, con un rendimiento menor del 17% cuando se obtienen en la Tierra y hasta de 97% cuando se fabrican en el espacio.

El crecimiento electroepitaxial es un procedimiento consistente en hacer pasar una corriente a través de una solución, estimulando por este medio la migración de átomos hacia la interfase de crecimiento del cristal. El proceso emplea menos energía que los otros métodos comúnmente usados debido a que la temperatura que se requiere para la solución es menor que la temperatura de fusión del cristal. Se ha pensado que con este novedoso método se pueden hacer crecer cristales que incluyan combinaciones de elementos de las columnas III y V de la tabla periódica de los elementos y otros más complejos en los que intervengan tres o hasta cuatro elementos distintos.

Una más de las ideas que pueden llevarse a la práctica en las condiciones que brinda el espacio exterior es la denominada "proceso sin paredes" o sin "recipiente".

En ella lo que se pretende es eliminar la contaminación que en el proceso de crecimiento de los cristales en la Tierra proviene del propio contenedor, ya que, en el caso de los dispositivos utilizados en la microelectrónica, la presencia de elementos extraños, aun en cantidades sumamente pequeñas, produce efectos eléctricos indeseables. En la Tierra ha resultado imposible eliminar del proceso al contenedor, pero en el espacio esto es

posible restringiendo el movimiento de la solución mediante levitación acústica, campos magnéticos muy intensos o por tensión superficial entre la solución y una barra del mismo material. He aquí un ejemplo muy claro de cómo el hombre ha aprendido a sacar ventaja de las condiciones que le impone la naturaleza. Primero en su hábitat natural, después en el espacio exterior.

Son dos las fuerzas que determinan principalmente las corrientes de convección, las que a su vez constituyen el mayor obstáculo en el crecimiento de cristales en la Tierra, y una de ellas, la de flotación, se ve eliminada al suprimir la aceleración gravitacional, mientras que la otra, la tensión superficial, permanece, y entonces se la utiliza como ya se mencionó.

zable en el espacio exterior (10–14 torr.) supera en tres o cuatro órdenes de magnitud al más alto alcanzable en la superficie terrestre (10–11 a 10–12 torr.).+*+*+*

La metalurgia. La posibilidad de realizar experimentos en el espacio representa también una enorme oportunidad para aprender sobre los procesos fundamentales de la metalurgia, ya sea la de los metales puros o la de las aleaciones. Resulta una ocasión propicia para comprobar o refutar las viejas teorías y proponer, de ser el caso, algunas nuevas. Seguramente se originarán nuevas aleaciones y se optimarán los procesos de producción de algunas ya conocidas.

Cuadro C. Experimentos propuestos para futuros viajes al espacio exterior		
<i>Area</i>	<i>Sistemas meta/aleación</i>	<i>Objetivos</i>
Control sin contenedor / sobreenframamiento	Aleaciones a base de Nb Y Nb	Determinar límites de sobreenfriamiento y formación de fases metaestables
	Nitronic 40 y 40 W	Determinar las relaciones entre microestructuras y propiedades micromagnéticas
	Aleaciones base Fe y base Ni	Fenómenos de solidificación y recocido
	Succinonitrilo puro	Determinar la influencia de la gravedad y el transporte difusivo y correctivo sobre el crecimiento de dendritas a bajo sobreenframamiento
	Aleación Ni–Al	Obtener al 100% la fase

		peritética NiAl ₃
	Aleaciones base Fe y Ni	Entender los mecanismos físicos de sobreenfriamiento
	Aleación Ni-Sn	Clarificar el proceso de solidificación rápida
Procesado sin contenedor	Aleación Fe-Cr-Y	Determinar cómo el itrio mejora la resistencia a la oxidación a alta temperatura
Medición de propiedades a alta temperatura sin contenedor	Metales de transición de la tercera fila; metales extremadamente refractarios W, Mo	Determinar capacidades caloríficas, calores de fusión e incrementos en la función entalpía. Medir propiedades a alta temperatura por fluorescencia inducida por láser
Sinética de solidificación	Pb-Sn	Determinar origen, espaciamiento y diámetro de los canales de segregación. Estudiar los fenómenos básicos de la solidificación. Desarrollar un modelo simple del crecimiento dendrítico
Solidificación direccional	Succinonitrilo puro con y sin etanol	Estudiar efectos de gravedad y microgravedad en el flujo de fluidos y en la segregación
	Aleación Sn-Bi	Estudiar mecanismos de desestabilización en la interfase de solidificación
	Aleación Bi-Mn y Sm-Co	Estudiar la influencia gravitacional sobre la

		convección
	Aleaciones Bi-Mn y Pb-Bi	Reducir o eliminar la influencia gravitacional en la convección aplicando un campo magnético transversal

OPINION

Nuestra opinión, el mundo de nuestros días está fuertemente influido por esos desarrollos y la humanidad ha resultado muy beneficiada por ellos. Por otra parte, es imposible negar que algunas aplicaciones han sido altamente nocivas. ¿Quién puede negar que la contaminación de la atmósfera o de las aguas es debida en buena medida a tantos y tantos desarrollos tecnológicos? ¿Quién puede ver con buenos ojos el que una de las primeras aplicaciones de la fisión nuclear haya sido la destrucción de seres humanos o que el avión, tan útil para transportar alimentos, pasajeros, elementos de auxilio, etc., también se utilice para transportar destrucción? Considero importante hacer notar que, en términos generales, los avances logrados por el hombre siempre le han reportado un beneficio. El que en ocasiones se haga un uso antihumanitario de estos avances es una cuestión de índole moral o ética, pero que de ninguna manera debe imponer limitaciones al conocimiento humano y a su labor creativa. Hagamos votos para que seamos capaces de usar nuestros propios descubrimientos para beneficio de la humanidad, y aceptemos el reto de que algunos avances científicos y tecnológicos puedan traer consigo consecuencias nocivas.

CONCLUSION

En base a lo investigado llegamos a la conclusión de que la forma en que se combinen los materiales nos puede ayudar a mejorar nuestra capacidad de vida al igual que darnos la oportunidad de conocer mas acerca del universo, ya que podemos usar los nuevos materiales como auxiliares.

Por lo tanto el hombre deberá de empezar a experimentar con todo lo que se encuentre a su alrededor par mejorar su habitad

BIBLIOGRAFIA

www.danishexporters.dk

<http://omega.ilce.edu.mx>

<http://materiales.eia.edu.co>

www.cosmos.com

www.soldaduradepunto.com

www.megamex.com

www.euskalnet.net/ldurbadent

www.utp.edu.co

www.indecopi.gob.pe

www.cordes.com.ar

Proyecto de Química

Tema:

Aleaciones metálicas usadas en el campo de la Aeronáutica