

**INFLUENCIA DE LA CIENCIA DE LOS MATERIALES EN EL
DESARROLLO HISTÓRICO Y SOCIAL DE LA HUMANIDAD.
ANTECEDENTES, DESARROLLO Y PERSPECTIVAS FUTURAS.**

Dr. C. Ing. Eduardo Torres Alpizar.

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Km 3 ½
Carretera a Varadero, Matanzas, Cuba.*

Resumen.

En la historia de la Humanidad ha tenido una importancia definitoria el empleo de herramientas y utensilios. El día que el primer homínido comenzó a hacer uso de las herramientas construidas con los materiales que encontraba en su vida cotidiana, comenzó el largo camino que lo llevaría en su evolución hasta la condición de ser humano moderno (*homo sapiens sapiens*). Este trabajo aborda, desde una perspectiva marxista leninista, la influencia que en el devenir histórico han tenido los diferentes tipos de materiales de construcción empleados por el hombre.

Palabras claves: *Monografías; Ciencia de los Materiales; Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Nuevos Materiales, Metalurgia, Historia.*

Introducción.

Tal importancia han tenido en la historia de la humanidad los materiales que le permitieran al ser humano fabricar o construir sus instrumentos, armas, viviendas, etc., que los historiadores han decidido en muchos casos, denominar períodos completos de la historia del hombre a partir de los materiales predominantes en cada uno de ellos. Cuando nuestro antecesor directo en la línea evolutiva recogió del suelo la primera rama, o la primera piedra, para con ellas romper nueces, o desgarrar la carne de las presas cazadas, cosa que nadie sabe a ciencia cierta, cuando ni como ocurrió, había comenzado la larga carrera que llevaría a los homínidos hasta la era espacial.

Con el desarrollo de la arqueología, y la historiografía, a finales del siglo 19 y principios del 20, se comenzó a subdividir las edades históricas en Paleolítico o Edad de Piedra Antigua, Neolítico o Nueva Edad de Piedra, Edad de Cobre, Edad de Bronce, Edad de Hierro, etc. Sin embargo, si se aplicara esa costumbre en la actualidad, y se tratara de dar una denominación a la etapa histórica que transcurre hoy día, es tanta la cantidad y variedad de materiales de avanzada surgidos en las cuatro últimas décadas, que pudiera denominarse “Edad de los Nuevos Materiales”.

El objetivo de este trabajo consiste en que, a través de un enfoque marxista leninista de la historia de la humanidad, se tratará de demostrar la influencia que el desarrollo y empleo de diversos materiales han tenido en el desarrollo histórico de la humanidad. Partiendo de la hipótesis de que el uso de determinado material o materiales de construcción han tenido una influencia notable en el avance tecnológico y en el desarrollo económico social de diversos grupos humanos, la monografía recoge datos de interés histórico, acerca del empleo de diversos materiales en la antigüedad y la Edad Media.

También se incluyen en este resumen histórico el inicio del desarrollo a finales del siglo XIX de los materiales plásticos, aceros aleados, y aleaciones de diferentes tipos que posibilitaron un salto tecnológico sin precedentes, que constituyó a su vez premisa para todos los que en el campo de la tecnología tienen lugar en la actualidad.

Se realizó por último, un análisis del desarrollo de los materiales de avanzada y como a pesar de su surgimiento, la aplicación y el acceso a la fabricación y empleo de los mismos, es en casi todos los casos patrimonio de las sociedades capitalistas desarrolladas. Enmarcada en esa problemática se analizan las perspectivas del desarrollo de la Ciencia de los Materiales en Cuba a partir del potencial científico que la Revolución ha desarrollado en los últimos 48 años.

Breve recuento del desarrollo de la ciencia de los materiales y de la obtención de los principales tipos de materiales por la humanidad.

Al comenzar su artículo “El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre”, Federico Engels plantea que el trabajo es la fuente de toda riqueza, pero que “lo es en efecto a la par que la naturaleza, proveedora de los materiales que él convierte en riqueza”.

Si analizamos el desarrollo del género humano a través de la larga historia de la humanidad veremos que en su constante evolución hacia el hombre actual la transformación de las diferentes materias primas encontradas en la naturaleza en armas, utensilios, aperos agrícolas, viviendas, etc., condicionó no sólo la solución de sus problemas de supervivencia sino que contribuyó también al desarrollo de él mismo.

Los primeros materiales utilizados por el hombre a partir de la naturaleza para construir sus herramientas y armas fueron la piedra, el hueso, las pieles, la madera y las fibras vegetales. Dentro de ellos el papel preponderante en este período histórico lo ocupó la piedra. Casi la única prueba de la presencia del hombre sobre la tierra durante el período de más de medio millón de años está constituida por innumerables instrumentos de piedra. En dependencia de la región del planeta donde se originaron la mayoría de los instrumentos de piedra están fabricados en basalto, cuarzo, cuarcita, obsidiana y fundamentalmente el sílex.

El sílex es una variedad de cuarzo, duro y amorfo en su estructura, microscópica, de ahí que desarrolle un tipo de fractura llamada concoidal que empleó el hombre primitivo para obtener filos cortantes en estas herramientas. Durante este período histórico que los investigadores llaman edad de piedra se usó el sílex en tan gran escala que fue necesario excavar galerías para su extracción, desarrollándose los gérmenes de la minería.

En 1881, en la localidad holandesa de Rijckholt el arqueólogo belga Marcel de Puydt descubrió una mina de sílex del período neolítico donde las excavaciones permitieron conocer que los mineros de hace mas de 5000 años extraían este mineral a toneladas. Esta demanda la condicionaba el hecho de que el desarrollo de la agricultura neolítica aumentó la necesidad de la utilización de aperos de labranza contruidos de este material.

Posteriormente la utilización del fuego obtenido a partir de combustionar el carbón permitió que al fundir en yuxtaposición menas de cobre, zinc y estaño se obtuviera la primera aleación metálica utilizada por la humanidad; el bronce. A lo largo de unos dos milenios hasta el año 1200 a. aproximadamente las civilizaciones del viejo mundo cubrieron sus necesidades con relación al uso del metal para herramientas, armas y otros útiles duraderos con varios tipos de aleaciones de cobre incluido el bronce. Hacia el fin de esta era conocida comúnmente como la Edad de Bronce disminuyó aceleradamente el uso del bronce y el empleo de aleaciones de hierro, fundamentalmente del acero se incrementó con notable rapidez.

La utilización del hierro y el bronce en cada momento histórico provocaron el desarrollo de nuevos procedimientos metalúrgicos que, aunque artesanales y transmitidos de generación en generación sentaron las bases de la metalurgia física tal y como la conocemos en nuestros días. Sorprende en la actualidad la altísima calidad que lograron los herreros y forjadores africanos de la zona cercana al lago Victoria que desde el siglo VII a.c. obtuvieron aceros de alta resistencia fundiendo hierro en altos hornos contruidos de una cerámica que desarrollaron en esa región y que permitían alcanzar temperaturas de hasta 1400°C. Los aceros obtenidos en las acerías de Damasco para la fabricación de sables y cimitarras así como los aceros que se manufacturaron en el Japón feudal alcanzaron propiedades de dureza y flexibilidad que raramente se encuentran en los aceros industriales en la actualidad.

Otro material utilizado desde la antigüedad por el hombre es la cerámica cuando los hombres descubrieron que la arcilla húmeda podía, ser moldeada y luego endurecida

por cocción. Esto le permitió desarrollar el arte milenario de la alfarería, del cuál se tienen referencias a través de numerosas obras de arte antiguo así como objetos de cerámica descubiertos en excavaciones arqueológicas. Dentro de ellas un papel preponderante lo ocupan los objetos de porcelana fabricados en China desde el segundo milenio antes de Cristo hasta nuestros días.

También los romanos dieron un notable paso de avance al desarrollar el cemento romano a partir de la mezcla en frío de ceniza volcánica, cal y agua. En 1824 Joseph Apsdin mejoró la tecnología calentando la cal con un material como la arcilla que contiene sílice. Después de enfriado se obtienen piedras (clinkers) que al triturarse se convierte en cemento. Cuando este se mezcla con agua fragua un sólido que se vuelve duro y firme como una roca. En lugar de dar forma a una roca por talla o corte se puede moldear cualquier configuración o figura en hormigón (cemento mezclado con arena y grava).

Los metales, cerámica, la piedra y el cemento continuaron dominando la tecnología hasta los primeros años de nuestro siglo. Mas tarde llegó la edad de los plásticos cuando Leo H. Backeland obtuvo la primera resina sintética: la baquelita. Con anterioridad ya se habían modificado algunos polímeros naturales consiguiéndose materiales con nuevas propiedades útiles. En 1839 Charles Goodyear logró el procedimiento de vulcanización del caucho por adición de azufre. En 1845 Christian Friedich Schobein desarrolló el celuloide que posteriormente complementado en 1864 por Alexander Parker permitió fabricar la primera película cinematográfica.

El caucho sintético apareció en 1910, el poliestireno en 1925, el nylon, el polietileno y los poliésteres en los años 30. La primera industria de polímeros sintéticos se estableció en 1940. Por otra parte en 1882 Sir Robert Hadfield obtuvo el primer acero aleado (el acero Hadfield) lo constituyó un notable paso de avance en el desarrollo de la metalurgia. A partir de ese momento surgieron numerosos nuevos productos a partir de lograr aleaciones del Fe con otros elementos de aleación como el níquel, el cromo, el

manganeso, etc. De esta forma se desarrollaron aceros para herramientas, resistentes al desgaste, a la corrosión, a las elevadas temperaturas, etc.

Otro de los materiales al cuál no hemos hecho hasta ahora mención es el vidrio. Este es uno de los productos de consumo más difundido desde la antigüedad. Su producción se remonta según investigaciones a nueve milenios atrás. A pesar del desarrollo de nuevos polímeros que lo sustituyen en mucha de sus aplicaciones todavía hoy sólo en los Estados Unidos de Norte América existe una industria del vidrio que mueve más de 20000 millones de dólares.

En los últimos años, gracias a los avances en la comprensión teórica de la estructura física y biológica de la materia, así como los progresos en las técnicas experimentales e industriales, han permitido a la humanidad desarrollar nuevos materiales cuya existencia y utilización hace 30 años hubiera servido únicamente como tema de novelas de ciencia-ficción.

La demanda en el desarrollo de nuevas supercomputadoras mueve al desarrollo de vidrios de extremada pureza y otros materiales para generar y transmitir haces de luz. De esta manera el impulso eléctrico para la transmisión de información se sustituye por ondas luminosas. Se han desarrollado además nuevos materiales semiconductores que han permitido construir pastillas electrónicas (microchips) con 100 millones de elementos de trabajo en cada una.

En la construcción de aviones y cohetes se han desarrollado aleaciones cerámicas ultraligeras que resisten temperaturas de hasta 1880°C lo que permitirá diseñar en un futuro no lejano aeronaves que superen ocho veces la velocidad del sonido.

En la industria del automóvil el ahorro de combustible obliga a recurrir a plásticos de alta resistencia en la construcción de carrocerías y los componentes cerámicos para los motores. Casi todos los equipos militares se fabrican con aleaciones (de hierro u otros metales), cerámicas, plásticos y materiales híbridos. Es mas, industrias vitales para cualquier país como las del transporte, maquinaria pesada, maquinaria agrícola y de la

construcción conceden especial importancia al aprovechamiento de las propiedades de nuevos materiales que multipliquen el rendimiento y las posibilidades de los equipos.

La ciencia de los materiales constituye un elemento crucial en la resolución de problemas económicos fundamentales, entendiendo por tales la limitación de recursos, la escasez de materiales estratégicos y el sostenimiento del crecimiento económico. El cobre es un ejemplo de la disminución de las reservas de materias primas que fueron abundantes en tiempos no muy remotos.

La continua demanda de este metal básico ha motivado la explotación de yacimientos de muy baja riqueza cuyo suministro hay que completar con la recuperación y el reciclaje. La primacía del cobre como conductor está descendiendo ante otros metales como el aluminio. También se están desarrollando polímeros eléctricamente activos. En las comunicaciones, el empleo del cobre ha pasado a la historia, los cables de fibra óptica han ocupado su lugar.

El ahorro de energía se incrementará notablemente en la misma medida en que las investigaciones acerca de aleaciones superconductoras se desarrollen. El desarrollo además de nuevos procesos de obtención de piezas como la pulvimetalurgia permitirá disminuir notablemente las pérdidas de materias primas.

La disminución de elementos estratégicos como el níquel, el cromo, el cobalto, el manganeso y otros cuya producción en estos momentos está casi toda en manos de las transnacionales que explotan las reservas mundiales de estos metales (casi en su totalidad en países del llamado tercer mundo); ha llevado a que científicos occidentales estén desarrollando nuevas aleaciones metálicas y métodos de fabricación así como cerámicas, polímeros y materiales híbridos o compuestos con poca o nula dependencia de materiales importados y que permiten obtener productos mas eficaces o rentables.

En 1960 Paul Dunrez, Ronald H Willenz y sus colaboradores lograron en el Instituto tecnológico de California los primeros metales amorfos o vidrios metálicos. Su técnica para la producción de estas aleaciones estaba basada en un principio que todavía se utiliza en la actualidad denominado laminación por rotación. Un chorro de metal

fundido se dirige sobre la superficie de un disco o cilindro metálico en rotación mantenido a una temperatura inferior a la temperatura ambiente. De esta forma el metal se enfría a velocidades superiores a un millón de grados Celsius por segundo. El material obtenido se distinguirá del metal común por la ordenación de sus átomos sin responder a una red cristalina determinada.

Estos materiales en estudio hoy día presentan isotropía a diferencia de los metales cristalinos que generalmente son anisótropos. Es decir que las propiedades mecánicas de los mismos son las mismas independientemente de la dirección de la pieza metálica en que se analicen estas propiedades, mientras que en el segundo caso las propiedades mecánicas varían. La resistencia específica de estos metales es mucho mayor y no poseen un eje de magnetización preferente, lo que permite aplicarlo en gran escala en la fabricación de transformadores, cabezales de lectura, electroimanes.

Se hace realmente difícil dar una explicación total y completa de la historia de la Ciencia de los Materiales de forma tal que en pocas cuartillas esta aparezca resumida de manera detallada. Esta tarea se complicaría enormemente si además, el desarrollo actual de la ciencia y la técnica provocan que cada día a la larga lista de materiales de construcción que la humanidad emplea a diario se agregue uno nuevo.

Sin embargo podemos afirmar que tal avalancha de nuevos materiales y aleaciones metálicas no hubiera tenido lugar de no haber existido sobre todo a mediados del siglo XIX un boom de las ciencias exactas y aplicadas, donde jugaron un papel destacado un grupo de personalidades y científicos que contribuyeron con su labor al impulso de estas ramas del saber. En este período en el campo de la química orgánica e inorgánica, la metalurgia física, la física y otras esferas vinculadas al desarrollo de la Ciencia de los Materiales la humanidad concretó los avances que hasta ese momento se habían alcanzado y logró nuevos descubrimientos que coadyugaron a abrir el camino a los nuevos materiales que revolucionarían la producción y el desarrollo tecnológico. Entre las personalidades mas destacadas vinculadas al desarrollo de la química y la

ciencia de los materiales se encuentran: Dimitri Mendeleiev, Pavel Chernov, Alfredo Nobel, Paul Sorby, Friedrich Widmanstaëten y otros que harían esta lista interminable.

Ahora bien si hasta ahora el trabajo se ha dedicado a enunciar los aspectos cronológicos de la aparición de alguno de los materiales utilizados por el hombre, esta exposición hasta ahora no ha sido en forma alguna vinculada al desarrollo histórico de la humanidad desde el punto de vista de la necesidad de que un material diera en concreto respuesta a un aspecto importante dentro del desarrollo de las fuerzas productivas. A partir de este punto el presente trabajo abordará la influencia que desde el punto de vista histórico tuvieron los diferentes materiales para el desarrollo de la humanidad.

Papel jugado por el desarrollo de los diferentes materiales en el desarrollo histórico de la humanidad.

En su obra “El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre” Engels señaló que “el trabajo es la fuerza motriz, la base de la transformación del hombre”. Cuando nuestros antepasados comenzaron a valerse de los objetos de los objetos mas sencillos que encontraron en la naturaleza como piedras, palos, huesos, etc para defenderse de las fieras o dedicarse a la caza el mono o australopiteco había comenzado el largo camino que lo llevaría al Homo Sapiens. Una vez que los hombres primitivos para hacer más eficaces las funciones de los objetos que recolectaban en la naturaleza, pasaron gradualmente de su aprovechamiento tal y como eran a la preparación de instrumentos de trabajo, estaba de esa manera surgiendo el trabajo humano propiamente dicho.

Esta actividad laboral provocó que el organismo de los antepasados del hombre evolucionara para acondicionarse al trabajo. También estimuló el surgimiento y desarrollo de la palabra articulada, el lenguaje como medio de comunicación, de acumulación y transmisión de experiencia laboral. Cuando se inicia esta etapa de preparación de instrumentos de trabajo se considera que el hombre ha surgido. Según datos de la arqueología moderna, los más antiguos utensilios de piedra han sido hallados

en los sedimentos del período cuaternario. A ese mismo período (casi un millón de años atrás) pertenecen también los más remotos antepasados del hombre (pitecántropos). Esto confirma el nexo entre el desarrollo del trabajo y la formación del hombre.

Durante un largo período de tiempo no determinado con exactitud el Homo Erectus fue evolucionando biológico, intelectual, productivo y socialmente hacia el Homo Sapiens. A este período corresponden también grandes cambios en la producción, que se caracterizan por la creación de diversos instrumentos de caza, pesca y trabajo (fundamentalmente de piedra, hueso y cuerno). Las etapas de la formación y perfeccionamiento del hombre y sus instrumentos fueron a su vez, etapas de la formación de la formación de la propia sociedad humana en su forma inicial; es decir: la comunidad primitiva.

Los investigadores llaman a esta etapa inicial del desarrollo de la sociedad Paleolítico debido a que el material que predominó en este período histórico; la piedra. En la parte inicial del trabajo se demostró como en esa etapa debido a sus propiedades el mineral denominado sílex era el que predominaba en la elaboración de utensilios, herramientas y armas. Al Homo Erectus le corresponden instrumentos de piedra labrada de forma tosca y sin pulimentar. Dentro de la etapa paleolítica este primer estadio ha recibido el nombre de Paleolítico Inferior mientras que el correspondiente a la aparición del Homo Sapiens, donde los instrumentos de piedra son pulimentados e inclusive ya muestran rasgos del naciente arte del hombre primitivo se le ha denominado Paleolítico Superior.

Se puede concluir que la transformación de los materiales que encontraba en la naturaleza fue una de las causas fundamentales del surgimiento del trabajo como factor de primer orden en la transformación del mono antropomorfo en el hombre moderno. Al arribar la humanidad al período que los historiadores denominan Neolítico el género humano pasó de la vida nómada, cuyas actividades características desde el punto de vista laboral eran la caza y la recolección, al desarrollo de la agricultura. Este cambio constituyó un avance notable en la historia; el incremento de las fuerzas productivas

(entre ellas los medios e instrumentos de trabajo) condicionó un desarrollo de nuevas relaciones de producción.

Comenzó entonces un aumento sostenido de los volúmenes de la producción agrícola y ganadera, lo que trajo como consecuencia que de que aparecieran los primeros excedentes que pasaban a manos de las familias o clanes dirigentes de las poblaciones. Al producirse de esta manera una acumulación inicial de riquezas en poder de algunas familias o individuos, el régimen comunitario iría desapareciendo para dar paso al surgimiento de las clases sociales y comenzaría un período de transición que produjo el surgimiento de la sociedad esclavista.

Según plantea Carlos Marx en “El Capital”: “Lo que distingue a las épocas económicas unas de otras no es lo que se hace sino como se hace, con que instrumentos de trabajo se hace”. Para cada nueva generación, los medios de trabajo que hereda de las generaciones precedentes constituyen el punto de partida del desarrollo ulterior sobre la base de mantener una continuidad histórica.

Si bien durante el período neolítico se desarrollaron nuevos aperos de labranza, como el azadón y el arado, estos aún se construían de piedras. Ya se ha citado el caso como el hombre neolítico llegó a desarrollar la minería del sílex. Alcanzar un nivel superior en el desarrollo de las fuerzas productivas estuvo vinculado al uso de los metales (cobre y bronce en la primera etapa y el hierro con posterioridad) como materiales de construcción. Con herramientas metálicas se alcanzaron superiores niveles de producción en la agricultura, la edificación de viviendas, el arte y otras esferas de la vida del hombre. Surgieron entonces las bases para la división del trabajo social entre la ganadería y la agricultura, entre la producción artesana y agrícola y más tarde entre el trabajo intelectual y el manual. Todo esto tuvo sus consecuencias sociales y preparó el paso de la comunidad primitiva a la sociedad dividida en clases, cuando los hombres empezaron a producir más y los excedentes productivos permitieron que algunos individuos y familias acumularan riquezas.

No se podría desligar también la influencia que en la historia tuvieron, al surgir las primeras formas de esclavistas de Estado, las guerras que se desarrollaban con el objetivo de acumular territorios, capturar esclavos, elevar el número de riquezas, etc. En muchos casos el tipo de material con que estuvieran fabricadas sus armas implicaba la derrota y el consiguiente dominio de una tribu o grupo humano sobre otro.

Por ejemplo en el siglo XIII a.n.e. las tribus eolias o aqueas que poblaban el sur de la península griega son derrotadas y desplazadas por las tribus dóricas provenientes del norte. De esa forma en la historia de Grecia termina el período conocido por civilización creto-micénica y comienza el florecimiento de las grandes ciudades estados como Atenas, Esparta, Tebas, Corinto y otras. La causa fundamental del cese de la hegemonía aquea fue que, a pesar de poseer menos conocimientos intelectuales que los aqueos los dorios habían logrado gran habilidad en la metalurgia, fundición y forja del hierro con el cual construían sus armas. A estas armas de hierro dóricas los aqueos opusieron sus armas de bronce y la balanza se inclinó a favor de los primeros.

Durante el surgimiento y desarrollo de la sociedad feudal el logro de nuevos materiales no muestra un avance significativo. La producción se desarrolla sobre la base de instrumentos artesanos contruidos en su mayoría de hierro y acero. Sin embargo además de la fuerza muscular de los animales, los hombres empiezan a aprovechar la energía del aire y el agua de las corrientes fluviales principalmente en molinos para la trituración de cereales. La humanidad se enriquece con importantes inventos, el reloj mecánico, la pólvora, el papel, la imprenta, la brújula, etc. La humanidad en ese momento se encuentra preparada para dar un nuevo salto cualitativo y cuantitativo en el desarrollo de las fuerzas productivas: El surgimiento y desarrollo de la producción mecanizada.

Al pasar la humanidad a la producción mecanizada a la par con la experiencia empírica y el conjunto de procedimientos asimilados para utilizar los instrumentos de trabajo, adquieren importancia creciente la instrucción, la cultura y los conocimientos científicos, imprescindibles para trabajar con las máquinas e ir las modificando en la medida que las necesidades de la producción lo requirían. Es decir el hombre no sólo

utilizó los medios de trabajo existentes sino que desarrolló otros nuevos. La experiencia, los conocimientos científicos y los hábitos de los hombres son indispensables para perfeccionar la técnica, la tecnología de la producción, la labor de los inventores y la racionalización. De hecho la necesidad de fabricar máquinas que cumplieran los requerimientos acordes a los nuevos tiempos creó una demanda de materiales novedosos como nunca antes en la historia humana.

Esta demanda indujo investigaciones que permitieron desarrollar aceros y fundiciones mucho mas resistentes. Las tecnologías de fundición, forja y tratamiento térmico de los metales se enriqueció en la misma medida que la humanidad fue aumentando sus niveles de producción. El surgimiento de la industria mecánica se remonta al siglo XVIII cuando en Inglaterra tuvo lugar la primera revolución industrial. Marx habla de la aparición del telar de lanzadera, de la máquina de hilar, las máquinas de vapor de Newcomen y James Watt, la locomotora y el ferrocarril de Georges Stephenson, el barco de vapor en los EE.UU. por Robert Fulton y otros que harían la lista muy larga. Aparecen además las máquinas herramientas; ya era posible la existencia de máquinas que facilitarían la fabricación de otras máquinas. Surgen las tecnologías de unión por remaches que permitieron empezar a unir piezas y elementos de estructuras metálicas. En 1860 en Inglaterra, se botó el HMS Warrior, primer buque con casco de hierro del mundo.

Ninguno de estos éxitos hubiera sido posible sin la existencia de una industria metalúrgica poderosa y de un desarrollo científico técnico que ya mostraba en aquel período un crecimiento acelerado. No obstante ya el acero común al carbono (que no incluye elementos de aleación) conocido desde la antigüedad, comenzaba a mostrar algunas limitaciones ante las nuevas exigencias que el desarrollo imponía. De esta manera el inicio y desarrollo de la revolución industrial constituyó un paso más en el desarrollo de las fuerzas productivas, que inicia una nueva época en el desenvolvimiento de la producción. La industria mecánica se convertiría en la base técnica y material del capitalismo.

El progreso de las ciencias naturales y de la técnica en la primera mitad del siglo XX creó las premisas necesarias para un nuevo y grandioso salto en las fuerzas productivas: La revolución científico técnica actual. Dentro de ellas la Ciencia de los Materiales ocupa un lugar de primer orden puesto que el surgimiento y desarrollo de nuevos materiales permitió desarrollar ramas enteras de la ciencia dentro de las que se encuentran:

- Desarrollo de aceros aleados y aleaciones no ferrosas que permitieron construir nuevos equipos, automóviles, aviones, armamentos, buques, máquinas herramientas, etc.
- Desarrollo de semiconductores y materiales electrotécnicos novedosos que permitieron el desarrollo acelerado de la electrónica, la informática, la robotización y la automatización.
- Desarrollo de las fibras ópticas que aceleraron la velocidad en la transmisión de datos, información y señales de comunicación.
- Desarrollo de la industria del plástico y sus derivados.
- Desarrollo del enriquecimiento de minerales radiactivos que permitieron el desarrollo de la energía atómica.
- Desarrollo de aleaciones cerámicas, ultraligeras y termorresistentes que permitieron avanzar en la construcción de nuevas aeronaves y naves espaciales.

El desarrollo de la Ciencia de los Materiales fue, es y será uno de los pilares en el aumento del desarrollo de las fuerzas productivas. Como ciencia al fin ha pasado, en este período de la historia, a ser una fuerza productiva más. Una de las características actuales de la producción moderna es la producción automatizada. En ella desempeñan un papel fundamental la aplicación técnica de la cibernética y la radioelectrónica. Con las computadoras electrónicas y robots industriales, el proceso directo de la producción material puede efectuarse sin el hombre. Esto en gran medida ha sido facilitado por el desarrollo de nuevos materiales para la industria electrónica.

A su vez el incremento de las fuerzas productivas actúa como estímulo constante a la demanda de materiales que satisfagan nuevos requerimientos productivos.

Perspectivas futuras del papel de la ciencia de los materiales en la sociedad.

A lo largo del presente trabajo se ha visto que la ciencia de materiales como parte de la Revolución Científico Técnica actual y por ende la Ciencia de los Materiales, como un componente de la misma, deberían en todo momento contribuir al desarrollo humano, desde la hora en punto que se convierten en la actual coyuntura histórica en fuerzas productivas decisivas; sin embargo no siempre el desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de materiales novedosos ha estado basado en un aprovechamiento racional de los recursos.

Todo el proceso de desarrollo de las fuerzas productivas que se explicó en le epígrafe precedente tuvo lugar en países fundamentalmente de la Europa Occidental, Estados Unidos, Japón y en menor medida en los antiguos países socialistas desarrollados como la Unión Soviética y la RDA. Los países que conforman el llamado tercer mundo entre los que se encuentra Cuba quedaron limitados en la distribución del trabajo dentro del sistema capitalista a ser fuente segura de suministro de materias primas.

Las mayores reservas de minerales, recursos energéticos, hidrocarburos, reservas boscosas y biológicas se encuentran territorialmente en los países del sur pobre y explotado pero a su vez se encuentran en poder de las transnacionales de países desarrollados. Estos últimos son los verdaderos beneficiados de la explotación de los recursos de los pobres de este mundo.

Estos países consumen el 65% de la producción mundial de acero, el 80% de toda la producción de petróleo y gas, el 70% de la madera, etc. En el campo de la Ciencia de los Materiales, como en casi todas las ramas de la economía, el déficit de recursos y el poco acceso a tecnologías de avanzada hacen que en este campo la diferencia entre países pobres y ricos se acentúe cada vez más.

Por ejemplo si en nuestro país se sustituyeran los núcleos de los transformadores de metal clásico por los de metal amorfo que ya comienzan a utilizarse en países desarrollados se ahorrarían miles de Kw/h al año. Si este trabajo se desarrollara en los EE.UU. el ahorro sería de 40000 millones de dólares al año y en todo el mundo esa cifra se elevaría a 100000 millones al año.

A su vez los países capitalistas transfieren a nuestros países industrias altamente contaminantes que ocasionan en ocasiones desastres ecológicos y humanos como el ocurrido en Bophal (India) donde una fábrica de productos químicos de la transnacional norteamericana Union Carbide provocó un escape de gas letal que causó la muerte a más de 3000 personas.

El uso indiscriminado de los gases del tipo Freón (Fluoroclorocarbonos) utilizados en los equipos de refrigeración ha provocado la aparición de un hueco en la capa de ozono que protege a nuestro planeta de las radiaciones ultravioletas. Las fábricas de los países desarrollados al verter miles de toneladas de CO₂ a la atmósfera provocando el llamado efecto invernadero que eleva la temperatura media del planeta provocando cambios climáticos difíciles de pronosticar.

Sólo una política de desarrollo sustentable basada en aprovechamiento óptimo de los recursos materiales unida a una política encaminada a la introducción de la ciencia y la técnica, la eliminación del intercambio desigual entre los países y el establecimiento de un nuevo orden económico internacional que garantice el desarrollo sostenible de nuestros países, permitirá a nuestras naciones disfrutar del empleo de nuevos materiales y contribuir al desarrollo de esta rama del saber humano.

El autor de este trabajo es de la opinión que los problemas que se plantean en el desarrollo de la producción de materiales como en otras esferas de la vida del hombre solo pueden ser resueltos con el establecimiento de relaciones de producción y distribución socialistas. Solo en una sociedad socialista se podrá desarrollar una explotación y desarrollo de nuevos materiales conservando el medio ambiente y las reservas ecológicas de la tierra.

En la práctica histórica del socialismo estas premisas no fueron siempre cumplidas. Durante la existencia del socialismo en la U.R.S.S. el enorme potencial científico permitió a esa gran nación obtener materiales novedosos que garantizaran entre otras cosas la conquista del cosmos, sin embargo en ocasiones una política burocrática impidieron que en muchos de esos materiales se introdujeran en la producción.

Como un ejemplo de esta situación está el caso del cristal líquido. En los años 60 se desarrolló en el Instituto de Materiales de la ciudad de Jarkov el cristal líquido sin que en ese país se le diera una aplicación práctica al nuevo descubrimiento. La transnacional japonesa Mitsubishi adquirió la patente de este material novedoso. Años después el gobierno soviético se vio precisado a adquirir la patente de los relojes digitales, celdas fotoeléctricas y otros elementos fabricados de cristal líquido.

En este fin de siglo la existencia de un mundo unipolar y la distribución desigual de las riquezas del mundo abarca también el campo de la producción y desarrollo de los nuevos materiales. A pesar de la tan cacareada globalización neoliberal la creación de materiales ultramodernos está vedada a los países subdesarrollados. Inclusive, un país de gran desarrollo productivo como lo fue la Unión Soviética no pudo desarrollar el programa de construcción de naves cósmicas recuperables debido a su atraso tecnológico en el campo de la Ciencia de los Materiales con respecto a los países capitalistas. En los finales de los años 70 ya los norteamericanos contaban con una cerámica termorresistente destinada a constituir el fuselaje de los transbordadores espaciales del tipo Shuttle.

Cuando se realizó el primer vuelo del Columbia los soviéticos aunque tenían desde el punto de vista de diseño proyectado su transbordador la no existencia en la URSS de la cerámica refractaria necesaria para recubrir la nave cósmica frenó el programa de la lanzadera espacial soviética. Sólo en el año 1989, casi diez años después del primer vuelo de una nave recuperable norteamericana el transbordador soviético Buran realizó su primer y único viaje. Ya en ese momento los soviéticos habían desarrollado un recubrimiento cerámico similar al creado por la NASA. El derrumbe del socialismo en la URSS dio al traste con la continuidad de este desarrollo.

Si un país en ese momento desarrollado con enormes recursos materiales como la URSS, que contaba además con un elevado nivel de desarrollo en la Ciencia de los Materiales, tardó en alcanzar a los científicos capitalistas en el desarrollo de un material como el empleado en el fuselaje de los transbordadores espaciales, ¿Qué posibilidades tendría un país de África o América Latina en desarrollar un material como este? A ello debemos sumar que para desarrollarse en un campo como el que aborda este trabajo se debe contar con un notable avance educacional y científico. En estos momentos los países del sur, empeñados en sobrevivir a duras penas en un mundo donde la globalización neoliberal cobra cada día nuevas víctimas del hambre, la miseria, el desempleo y otras calamidades, algo tan importante como la alfabetización de la población no pasa de ser una quimera.

Cuba a pesar de encontrarse en ese Sur explotado y subdesarrollado, bloqueado por la mayor potencia imperialista de la historia, presenta una situación que, si bien no es la de un país desarrollado, si muestra por otro lado aportes al desarrollo mundial de la Ciencia de los Materiales. En nuestro país aunque de forma modesta se han logrado determinados avances con vistas a desarrollar una producción de materiales, que aunque por sus niveles cuantitativos no se acerca por ahora a la de países desarrollados, desde el punto de vista cualitativo esté en condiciones de competir a nivel mundial con los requerimientos que la competitividad exige.

Por ejemplo ya nuestro país cuenta con las instalaciones necesarias para acometer la producción de aceros al carbono y aleados de elevada calidad. En estas empresas siderúrgicas se ha realizado un proceso inversionista a pesar del período especial que permitió en algunas de estas empresas tecnología de fabricación de acero de primer nivel en el mundo. Contamos además con un nivel aceptable en el empleo y fabricación de plásticos, resinas sintéticas y fenólicas, madera a partir del bagazo de la caña de azúcar, industria niquelífera, instalación para la producción de materiales de construcción civil, etc.

Muchas de esas instalaciones funcionan a partir de materias primas nacionales y otras muchas de ellas se encuentran inactivas debido a la situación de bloqueo en la que se encuentra nuestra economía. En la misma medida en que vayamos saliendo del período especial la ciencia de los materiales cubanos contribuirá en mayor medida al desarrollo económico de nuestro país.

De nuestros científicos, profesionales, ingenieros y obreros dependerá que un futuro próximo nuestra industria de materiales se encuentre entre los renglones de la economía que mas aporten al desarrollo de la economía del país, para el bien de Cuba y de toda la humanidad progresista del mundo.

Conclusiones.

La transformación de las diferentes materias primas encontradas en la naturaleza en armas, utensilios, aperos agrícolas, viviendas, etc., condicionó no sólo la solución de los problemas de supervivencia del hombre sino que contribuyó también al desarrollo de él mismo. La transformación de los materiales que encontraba en la naturaleza fue una de las causas fundamentales del surgimiento del trabajo como factor de primer orden en la transformación del mono antropomorfo en el hombre moderno.

La obtención de nuevos materiales por el hombre contribuyó asimismo, a través del incremento de las fuerzas productivas, al surgimiento y desarrollo de las sociedades divididas en clases y ha influido notablemente en el desarrollo histórico de la humanidad. En muchos casos el tipo de material con que estuvieran fabricadas sus armas implicaba la derrota y el consiguiente dominio de una tribu o grupo humano sobre otro.

La Ciencia de los Materiales, como ciencia al fin ha pasado, en este período de la historia, a ser una fuerza productiva más. A su vez el incremento de las fuerzas productivas actúa como estímulo constante a la demanda de materiales que satisfagan nuevos requerimientos productivos.

El actual desarrollo de la Ciencia de los Materiales no hubiera tenido lugar de no haber existido sobre todo a mediados del siglo XIX un desarrollo considerable de las ciencias exactas y aplicadas como la química orgánica e inorgánica, la metalurgia física, la física y otras esferas. La ciencia de los materiales, hoy día, constituye un elemento crucial en la resolución de problemas económicos fundamentales, entendiendo por tales la limitación de recursos, la escasez de materiales estratégicos y el sostenimiento del crecimiento económico. En este campo del conocimiento, como en casi todas las ramas de la economía, el déficit de recursos y el poco acceso a tecnologías de avanzada hacen que en este campo la diferencia entre países pobres y ricos se acentúe cada vez más.

Sólo una política de desarrollo sustentable basada en aprovechamiento óptimo de los recursos materiales unida a una política encaminada a la introducción de la ciencia y la técnica, la eliminación del intercambio desigual entre los países y el establecimiento de un nuevo orden económico internacional que garantice el desarrollo sostenible de nuestros países, permitirá a los países del tercer mundo disfrutar del empleo de nuevos materiales y contribuir al desarrollo de esta rama del saber humano.

Bibliografía.

- Bernal, Jhon Desmond. 1986. Historia Social de la Ciencia. En dos tomos Editorial Ciencias Sociales. La Habana.
- Birchall, J D; Kelly Anthony. 1983. Nuevos materiales inorgánicos. Revista "Investigación y Ciencia". N°82. Julio. ISSN 0210 – 136X
- Blanco Freijeiro, Antonio. 1984. Mineros y metalúrgicos antiguos en Huelva. Revista "Investigación y Ciencia". N°90. Marzo. ISSN 0210 – 136X
- Bosch, Peter W. 1972. Una mina de Sílex neolítica. Revista "Investigación y Ciencia". N°35. Agosto ISSN 0210 – 136X
- Chaudhari, Preven; Turnbull, David; Giessen Bill C. Vidrios metálicos. Revista "Investigación y Ciencia". N°45. Junio. 1980. ISSN 0210 – 136X
- Engels, Federico. El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre. Obras Escogidas de Carlos Marx y Federico Engels. Editorial Progreso. Moscú. 1976.
- Revista "Investigación y Ciencia". N°123. Diciembre 1986. ISSN 0210 – 136X
- Keely, Lawrence H. Los usos de los instrumentos de sílex del paleolítico. Revista Investigación y Ciencia". N°16. Enero. 1978. ISSN 0210 – 136X
- Konstantinov, F. Fundamentos de la Filosofía Marxista Leninista. Editorial Ciencias Sociales. La Habana. 1978.
- Manfred, A Z. Historia Universal. En dos tomos. Editorial Progreso. Moscú. 1976.
- Molera, Pedro. La farga Catalana. Revista Investigación y Ciencia". N°73. Octubre 1982. ISSN 0210 – 136X
- Núñez, Jorge y otros. Problemas sociales de la ciencia y la tecnología. GESOCYT. Editorial Félix Varela. La Habana. 1994.

Perroy Edward. Historia general de las civilizaciones. Ediciones Revolucionarias.
Instituto Cubano del Libro. La Habana. 1961.

Sherby, Oleg; Wadsworth. Aceros de Damasco. Revista "Investigación y Ciencia".
Nº103. Abril 1985.

Van Noten, Francis; Raymaekers. Metalurgia temprana del hierro en Africa Central.
Revista "Investigación y Ciencia". Nº143. Agosto 1988.