

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
SISTEMAS ORGANIZACIONALES Y GERENCIALES 1

NANOTECNOLOGÍA

GUATEMALA 21 DE ABRIL DE 2016

Integrantes

Federico Alberto Alvarez Véliz	2011 - 14612
Jorge Antonio Rompiche Herrera	2011 - 14124
Ckevyn Omar Ovalle Sequén	2011 - 13945
Hámlton Hanns Oscár Rolando Guzmán Zárate	20111 - 4004

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene una investigación acerca de la nanotecnología, abarcando la historia de la misma, así como el desarrollo a través de los años, desde que se comenzó a escuchar el término en los años 70's, pasando por una considerable evolución a lo que es hoy en día, una ciencia y una técnica. Se presenta también una descripción de sus conceptos fundamentales, sus avances en investigación y sus futuras aplicaciones. Además se presentan una ejemplo nacional e internacional de aplicación de tecnología.

Historia

El físico norteamericano Richard Feynman, ganador del premio Nobel de física en 1965, es considerado el padre de la Nanotecnología, pues fue el primero en hacer referencia a la nanociencia y nanotecnología en un discurso ofrecido en el Instituto Tecnológico de California, el 29 de diciembre del año de 1959, durante un congreso de la Sociedad Americana de Física. El discurso titulado **Hay espacio de sobra en el fondo** (*There's Plenty of Room at the Bottom*), describe la posibilidad de síntesis por medio de la manipulación directa de los átomos. En otros términos, Feynman lo que proponía en su discurso era fabricar productos con base en un reordenamiento de átomos y moléculas.

En su discurso Feynman describe un proceso por medio del cual se podría desarrollar habilidades para la manipulación de átomos y moléculas de forma individual. Para ello se debería emplear herramientas de precisión para poder construir y operar otro conjunto de herramientas de menores proporciones, y así sucesivamente hasta llegar a proporciones nanométricas.

Durante este proceso Feynman descubrió algunos problemas relacionados al escalamiento de las fuerzas físicas, por ejemplo la gravedad se hacía menos significativa e importante en la nanoescala, mientras que otras fuerzas como las de tensión superficial, adquirirían mayor importancia.

Años después, durante una conferencia en 1974, el científico japonés Norio Taniguchi utilizó por primera vez el término Nanotecnología. Taniguchi utilizó el término para describir los procesos de producción de depósitos de capa delgada con un control dimensional en el orden de los nanómetros. La definición que dió el japonés fue “La nanotecnología consiste principalmente en el procesado, separación, consolidación y deformación de materiales átomo por átomo y molécula por molécula”.

En el año de 1980, el ingeniero estadounidense K. Eric Drexler preparaba su artículo científico con el tema “Molecular Engineering: An approach to the development of general capabilities for molecular manipulation” cuando escuchó sobre el discurso de Feynman. El artículo fue publicado en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* en 1981.

Drexler utilizó el término nanotecnología en su libro *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, en 1981. En su libro proponía la idea de un ensamblador en nanoescala que sería capaz de construir una copia de sí mismo, así como otros objetos de diversa complejidad.

Desarrollo

A pesar de la innovadora idea de Feynman de la manipulación directa de la materia a escala nanométrica en 1959, la idea de la investigación en este campo fue muy limitada durante los siguientes 20 años a su publicación, según fuentes basadas en personas involucradas en el naciente campo de la nanociencia y nanotecnología durante las décadas de 1980 y 1990.

El antropólogo de la Universidad de Carolina del Sur, Chris Toumey realizó un trabajo sobre la influencia de la versión impresa de la conferencia de Feynman tuvo muy poca influencia durante los siguientes años a su publicación. Las conclusiones de Toumey se basaron en el número de citas en la literatura científica. Sin embargo pudo notarse que el interés en la conferencia *Hay espacio de sobra en el fondo* incrementó considerablemente a partir de la década de 1990. Se cree que este interés surgió como consecuencia de la popularización del término nanotecnología utilizado en el libro de Eric Drexler, *Engines of Creation*. Debido a éstos y otros trabajos sobre el campo de la nanotecnología, se propició un redescubrimiento histórico del discurso de Feynman en 1959, creando un vínculo intelectual con el pasado.

Evolución

La evolución de la nanotecnología tuvo un notable aumento a partir de la década de 1980. Dos importantes desarrollos marcaron este hecho: El inicio de la ciencia de cúmulos o clusters y la invención del microscopio de efecto túnel. A estos desarrollos siguieron el descubrimiento de fullerenos en 1985 y la identificación y caracterización de nanotubos de carbono en 1991.

El microscopio de efecto túnel es un instrumento utilizado para visualizar superficies a nivel atómico. Éste fue desarrollado por Gerd Binnig y Heinrich Rohrer en 1981 en el laboratorio de investigación de IBM Zurich. Por su trabajo fueron reconocidos con el premio Nobel de Física en 1986. Luego de la invención del microscopio de efecto túnel, en 1986 Gerd Binnig, Calvin Quate y Christoph Gerber crearon el primer microscopio de fuerza atómica. Este microscopio es un instrumento mecánico óptico capaz de detectar fuerzas del orden de nanonewtons.

El investigador de IBM, Don Eigler fue el primero en manipular átomos usando un microscopio de efecto túnel en 1989. Empleando 35 átomos de Xenon escribió las letras del logotipo de IBM.

El descubrimiento de los nanotubos de carbono se atribuye tradicionalmente a Sumio Iijima quien trabajaba en la compañía japonesa NEC en 1991, aunque los nanobutos de carbono ya habían sido producidos y su observación reportada bajo distintas condiciones antes de 1991. Los nanotubos de carbono son probablemente el producto más importante derivado de la

investigación de fullerenes o fulerenos, que son moléculas compuestas por carbono que pueden adoptar formas geométricas específicas.

Los nanotubos se componen de una o varias láminas de grafito u otro material enrolladas sobre sí mismas. Algunos nanotubos están cerrados por media esfera de fullerene, y otros no están cerrados. Existen nanotubos monocapa (un sólo tubo) y multicapa (varios tubos metidos uno dentro de otro, al estilo de las famosas muñecas rusas). Los nanotubos de una sola capa se llaman single wall nanotubes (SWNTS) y los de varias capas, multiple wall nanotubes (MWNT). Los nanotubos tienen un diámetro de unos nanómetros y, sin embargo, su longitud puede ser de hasta un milímetro, por lo que dispone de una relación longitud:anchura tremendamente alta y hasta ahora sin precedentes.

NANOTECNOLOGÍA

Se enfoca en la caracterización, fabricación y manipulación de estructuras biológicas y no biológicas más pequeñas que 100nm. las estructuras en esta escala han mostrado tener propiedades funcionales novedosas. El interés y actividades en esta área de investigación, se ha incrementado enormemente en comparación con años anteriores. de acuerdo con National Technology Initiative.

Otro concepto que podemos mencionar es el siguiente "Nanotecnología es el entendimiento y control de la materia en dimensiones de aproximadamente 1 a 100 nanómetros, donde aplicaciones nuevas de fenómenos únicos se hacen posibles. Abarcando ciencia a nanoescala, ingeniería y tecnología, la nanotecnología implica imaginación, medición, modelamiento y manipulación de la materia en esta escala de longitud.

Objetivo general de la nanotecnología

El objetivo actual de los científicos que investigan los nanomateriales, es controlar la morfología, estructura, composición y las características de tamaño que definen las propiedades físicas de los materiales resultantes.

El creciente interés en los nanomateriales, es la consecuencia natural de los avances y refinamientos del conocimiento acerca de la manipulación creativa de la materia. Y más precisamente, las propiedades de los nanomateriales son magnificadas, emergiendo las características más inusuales e inesperadas.

Sin embargo, mientras la habilidad científica para realizar cambios artificiales en las características de la naturaleza, se ha incrementado con el paso del tiempo, y los científicos se han capacitado para producir nanoestructuras extraordinariamente complejas, es de recordar, que las nanopartículas han estado presentes desde el inicio de la vida planetaria y aparece más recientemente en la destreza de la humanidad de producir arte, herramientas y maquinaria.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que las nanotecnologías se enfocan en el diseño, caracterización, producción y aplicación de sistemas y componentes a nanoescala. Los límites entre las regiones físicas de lo macroscópico, microscópico y nanoscópico no están bien definidas y ellos dependen de los efectos a ser considerados. No obstante la reducción del tamaño del grano de un material por debajo de ciertos límites, resulta en la aparición de cualquier novedad o cambio en el material.

Nanociencia vrs. Nanotecnología

Para lograr una definición clara de nanociencia y nanotecnología, primero vamos a establecer cuáles son las principales diferencias entre ciencia y tecnología. Para ello tendremos que responder a una serie de preguntas: ¿de qué se encarga cada una?, ¿cuál es el producto final que originan?, ¿en qué tipo de instituciones se desarrollan? De una manera general, podemos decir que ciencia es el trabajo realizado en un laboratorio de investigación, en el que se busca o prueba una capacidad o una ley de la naturaleza. La ciencia es necesidad de saber, un reflejo de la curiosidad del ser humano, planteada de forma objetiva y utilizando el método científico.

La tecnología, sin embargo, parte de los conocimientos básicos establecidos por la ciencia para construir un dispositivo o aparato que tenga una utilidad determinada. El conocimiento necesario para generar este dispositivo o aparato se traduce habitualmente en una patente, una forma de proteger esa invención y que da ciertos derechos a los inventores.

o. Así, primero es la ciencia y algunos años después (o a veces nunca) la tecnología derivada de esa ciencia. Curiosamente, la creación de tecnología proporciona herramientas nuevas a los científicos con las que estudiar nuevos conceptos y avanzar en la ciencia, que a su vez generará nueva tecnología. De esta manera ciencia y tecnología son las dos caras de una misma moneda, y se convierten en una rueda imparable que hace avanzar a la humanidad. A esto también se le llama “círculo virtuoso”.

La tecnología actual frente a la del futuro: Top-down frente a Bottom-up

Buscando una comparación sencilla, el fundamento de la tecnología actual se asemeja al trabajo realizado por un escultor, el cual a partir de un bloque de material, y a base de cincelar, pulir y modelar, acaba obteniendo un objeto más pequeño con la forma deseada. Puesto que cada vez son necesarias tecnologías de fabricación más precisas, es importante disponer de tamaños de cincel progresivamente más pequeños. Este planteamiento es conocido como tecnología de fabricación descendente o “top-down” (de arriba hacia abajo), y es la base de la tecnología actual. La ley de Moore, nos habla de este proceso. La aproximación “nano” es, por tanto, muy diferente de la “top-down”, pues el planteamiento está basado exactamente en lo contrario: ir de lo pequeño a lo grande, construyendo dispositivos a partir de sus componentes últimos. En este caso, se trata de trabajar no como un escultor, sino como un albañil, que construye una pared partiendo de una serie de elementos básicos, los ladrillos. Esta aproximación, que se conoce como “bottom-up” (de abajo hacia arriba), utiliza para construir los diferentes dispositivos, componentes básicos muy variados tales como átomos, ácidos nucleicos, proteínas, nanopartículas y nanotubos. Otra actividad de tipo “bottom-up” que nos ha mantenido entretenidos largas horas en la infancia son los juegos de construcción con cientos de piezas de diferentes tamaños y colores con las que construimos casas, aviones, robots, o monstruos. Cambiemos un poco de filosofía e imaginemos que las fichas rojas son oxígeno, las azules son átomos de hidrógeno, las negras carbono, etcétera. Y ahora comencemos a ensamblar una molécula de agua, otra de amoníaco, otra de glucosa. ¿Podríamos hacer algo igual pero en el “nanomundo”?

Diferentes campo de la Nanotecnología

Nano-herramientas

Microscopios de campo cercano

Aún así, y a pesar de la mejora en la resolución conseguida con los microscopios electrónicos, no fue hasta principios de la década de 1980 cuando, con la aparición de los llamados microscopios de campo cercano (del inglés Scanning Probe Microscopy, SPM), se demostró que el sueño de Feynman (ver capítulo 1) era posible. Se acababa de inventar justo lo que la nanotecnología necesitaba para despegar: una nueva herramienta capaz no sólo de ‘ver’ la materia a escala nanométrica, sino también de interaccionar con ella. Dicho con otras palabras, la invención de este nuevo tipo de microscopios acababa de dotar a la nanotecnología no sólo de “ojos”, sino también de unas hábiles “manos”. Los microscopios de campo cercano constituyen una familia de instrumentos que permiten estudiar las propiedades de la superficie de diversos materiales en una escala comprendida entre la micra (1000 nm) y las distancias

atómicas (0.1 nm). A pesar de su elevado poder resolutivo, estos microscopios son extremadamente pequeños.

Sistemas nanoelectromecánicos (NEMS)

Los sistemas “nanoelectromecánicos” (NEMS, del término inglés “nanoelectromechanical systems”) suponen un paso previo a los motores moleculares. Realmente podemos definirlos como piezas o engranajes cuyo tamaño mínimo es de aproximadamente 100 nm. Estos dispositivos suelen fabricarse mediante técnicas de ataque químico, eléctrico o fotónico sobre un apilamiento de diferentes materiales, como polímeros o silicio. De especial relevancia son los llamados dispositivos micromecánicos, ya que pueden ser integrados con las tecnologías actuales basadas en silicio. A la hora de diseñar estos dispositivos, el “nano-ingenero” tiene que tener en cuenta que para ciertos tamaños los efectos llamados “de superficie” empiezan a ser importantes (ver EEE 1.4). Así, por ejemplo, la presión, la inercia térmica o el potencial electrostático local son algunas de las magnitudes que no es posible escalar directamente respecto a una pieza del mismo material con la misma forma pero con dimensiones cercanas al centímetro. Las imágenes que se muestran a continuación han sido obtenidas con un microscopio electrónico de barrido (SEM). A la izquierda vemos un ácaro sobre un conjunto de engranajes creados sobre silicio mediante la técnica descrita. A la derecha se muestra un detalle de estos engranajes.

Nano-materiales

Nanotubos de carbono

Imaginemos que disponemos de un material que es 10 veces más ligero que el acero, 100 veces más resistente, y a la vez 10.000 veces más fino que un cabello. A estas interesantes propiedades mecánicas se le añaden unas relevantes propiedades eléctricas, puesto que pueden ser tanto conductores como aislantes. Así, por ejemplo, podremos disponer de un cable para fabricar circuitos electrónicos con diámetros, no de 0.1 micras, como en los circuitos integrados actuales, sino inferiores a 10 nanómetros, es decir, entre 10 y 100 veces más pequeños.

Los nanotubos de carbono fueron descubiertos de manera accidental en 1991 por S. Iijima, cuando este investigador estudiaba el depósito de carbono que se obtiene en una descarga eléctrica de grafito. Al realizar el análisis encontró unos filamentos de unos pocos nanómetros de diámetro y algunas micras de largo. Estos filamentos resultaron ser mucho más interesantes de lo que en principio parecían, es decir un simple desecho pulverizado de carbono.

Zeolitas

Bajo esta denominación (del griego “zein” = hervir y “lithos” = piedra, es decir, piedras que hierven) se engloban unos fascinantes minerales que se estudian en muchos campos debido a la gran cantidad de aplicaciones que presentan, fundamentalmente en el campo

medioambiental. Podemos definirlos como minerales de aluminio, silicio y oxígeno que presentan una estructura ordenada de micro o nano-poros, que permiten (o no) el paso de algunas moléculas. Las zeolitas naturales son de origen volcánico (de ahí su nombre). Sin embargo, actualmente en muchos laboratorios se sintetizan zeolitas artificiales, pues dependiendo de la aplicación industrial a la que se quieran destinar pueden ser diseñadas a medida. Por ejemplo, pueden usarse como catalizadores en la industria petroquímica o como tamices moleculares en la purificación de gases y líquidos.

Nanoelectrónica

Se refiere al uso de la nanotecnología en componentes electrónicos, especialmente en transistores. Aunque el término *nanotecnología* se usa normalmente para definir la *tecnología de menos de 100 nm de tamaño*, la nanoelectrónica se refiere, a menudo, a transistores de tamaño tan reducido que se necesita un estudio más exhaustivo de las interacciones interatómicas y de las propiedades mecánico-cuánticas. A los dispositivos nanoelectrónicos se les considera una tecnología disruptiva (tecnologías o innovaciones que conducen a la desaparición de productos, servicios que utilizan preferiblemente una estrategia disruptiva frente a una estrategia sostenible, a fin de competir contra una tecnología dominante buscando una progresiva consolidación en un mercado) ya que los ejemplos actuales son sustancialmente diferentes que los transistores tradicionales. Entre ellos, cabe destacar la electrónica de semiconductores de moléculas híbridas, nanotubos / nanohilos de una dimensión o la electrónica molecular avanzada.

Una de las ideas de los investigadores de la nano electrónica es la posibilidad de reducir aún más el tamaño de ciertos dispositivos como las memorias de semiconductor que actualmente se utilizan en los ordenadores, por memorias moleculares. El mundo de la computación se basa en la lógica booleana, es decir en sistemas de numeración binarios que se utilizan debido a la facilidad para la manipulación de datos cuando se diseñan sistemas con dos símbolos (ceros y unos) en lugar del decimal (10 símbolos) para representar datos mediante señales eléctricas (es más fácil manipular dos señales eléctricas en lugar de diez), de manera que mediante arreglos binarios podemos representar cualquier variable física, procesarla y dar una respuesta. Las memorias convencionales están fabricadas de materiales semiconductores que almacenan cargas eléctricas (un uno lógico equivale a la presencia de carga eléctrica y un cero a su ausencia), con los sistemas moleculares se pretende reemplazar los dispositivos microelectrónicos que sirven para cumplir dichas tareas por uniones moleculares sencillas en las que un átomo de hidrógeno representa un uno lógico y un átomo de flúor un cero, consiguiendo almacenar mayor cantidad de información en espacios más reducidos.

Los ordenadores cuánticos y la nanotecnología

En los computadores actuales la información (números, textos, imágenes, canciones, programas, etcétera) se representa mediante secuencias de bits (unidades básicas de información). Dichas secuencias son introducidas en procesadores para realizar ciertas operaciones con ellas (sumar y restar, mostrar imágenes en una pantalla, reproducir música,

buscar una dirección en una agenda, etc.). La computación clásica se dice que es binaria y secuencial: es binaria porque el procesador usa bits que pueden tomar dos valores (0 y 1); y es secuencial porque las operaciones que realiza el procesador se ejecutan una tras otra. Dichas operaciones se llevan a cabo por “puertas lógicas-aritméticas” que se componen de elementos como transistores, condensadores, conectores, etc. Estas puertas realizan diversas operaciones con los bits, siguiendo las leyes del álgebra de Boole, establecida por el matemático G. Boole en el siglo XIX.

Podemos aventurarnos a afirmar que los procesadores, el corazón de los equipos informáticos, dejarán de fabricarse con silicio y se basarán en el carbono o en moléculas orgánicas. Desde el punto de vista de las memorias y del almacenamiento, se producirán avances notables y puede que se llegue a utilizar átomos individuales como bits. En esta dirección, investigadores de IBM ya han demostrado la capacidad de grabar y leer información en átomos aislados de hierro, controlando su momento magnético. Antes de llegar a este extremo, se usarán otras formas de almacenar datos, que sean evolución de las ahora existentes. Por ejemplo, en 2003 investigadores de la Academia China de Ciencias demostraron que se podía hacer de forma controlada marcas rectangulares de un tamaño 1,5 nm x 1,1 nm sobre una superficie recubierta de polímero. Además las marcas se podían separar 1,5 nm. Si interpretamos la presencia o ausencia de marca como el valor 1 ó 0 de un bit, se lograría un aumento importantísimo de la densidad de almacenamiento, haciendo que un disco de tamaño similar a los actuales DVD pudiera almacenar 1 TB. Esta cantidad de datos es equivalente a la información contenida en 266 DVD actuales.

Nano Aplicaciones

La nanotecnología, aliada con la medicina, tiene también otras muchas posibilidades. Por ejemplo, existen sistemas de esterilización de agua y aire basados en nanofibras que repelen las bacterias y los virus con muchísima mayor eficiencia que las membranas tradicionales. Otras interesantes aplicaciones de la nanomedicina se encuentran en fase de investigación y desarrollo en laboratorios de todo el mundo. Por ejemplo, grupos de investigadores del CSIC ya sintetizan nanomateriales para obtener prótesis más resistentes y biocompatibles, y fabrican nanomateriales biodegradables y bactericidas que sirven de soporte, de andamio, para el crecimiento de huesos y cartílagos. Recientemente, investigadores del MIT en EE.UU. y de la Universidad de Hong Kong en China han sintetizado un gel de péptidos nanoestructurados que permite detener hemorragias en pocos segundos, lo que es muy interesante en intervenciones quirúrgicas. Una combinación de polímeros y nanopartículas ha sido usada por investigadores del MIT en EE.UU. para regenerar nervios previamente seccionados en ratones, abriendo la puerta a la reparación de tejido nervioso y a la posible recuperación de parapléjicos y tetrapléjicos. Sin embargo, queda mucho tiempo antes de saber si estas investigaciones van a tener las consecuencias que los científicos desean y la sociedad demanda. Otro de los campos

a los que ya ha llegado la nanotecnología es el de la alimentación, también relacionada con la salud de los seres humanos. La implicación de lo “nano” en la producción de alimentos abarca diferentes fases de la larga cadena que siguen los productos que comemos o bebemos desde su origen hasta nuestra cocina. La primera de dichas etapas es la producción del alimento, y en este sentido se están desarrollando nanosensores para controlar las condiciones del suelo agrícola y del agua de ríos y mares, y también para seguir el crecimiento y grado de maduración de las cosechas. En cuanto al procesado de los alimentos, se trabaja sobre potenciadores del sabor, y en el uso de nanopartículas para controlar la textura de los preparados alimenticios. El envasado es otro aspecto importante, y la nanotecnología está ayudando mucho en el desarrollo de envases más ligeros, aislantes y protectores (de la corrosión y de la contaminación por bacterias u hongos). También se trabaja en el uso de nanopartículas fluorescentes unidas a anticuerpos, que pueden detectar la presencia de aditivos químicos indeseados o la aparición de procesos de descomposición durante el almacenamiento. Además, el uso de nanosensores biodegradables dentro del envase que contiene el alimento permitirá controlar su temperatura y grado de humedad que han tenido en todo momento.

A juicio de multitud de expertos, tanto del ámbito académico como del mundo empresarial, la nanotecnología se va a desarrollar en tres etapas. En una primera etapa las industrias producirán objetos y dispositivos más y más pequeños, siguiendo los esquemas convencionales (“top-down”) de fabricación. Esta etapa es la que estamos viviendo y cubre el periodo 2000-2020. En una segunda etapa, entre los años 2010 y 2030, los procedimientos de tipo “bottom-up” empezarán a utilizarse de manera más frecuente. Finalmente, los procesos de tipo “bottom-up” serán los que lideren la nueva forma de fabricar en el resto del siglo XXI. Esto no significa que los métodos convencionales dejen de existir, en realidad habrá una amalgama de sistemas de producción tanto de tipo “bottom-up” como “topdown” que serán utilizados en función del tipo de producto que se desee fabricar y, sobre todo, de los costes de fabricación.

EJEMPLOS

La nanotecnología es un área de la ciencia que aún en países de primer mundo se encuentra baja una intensa investigación, invirtiendo enormes cantidades de dinero para poder financiar dichos estudios y experimentos. La nanotecnología a pesar de tener ya algunas décadas de existir en el ámbito científico y haber presentado grandes avances como materia de investigación en distintas áreas como la ingeniería, medicina, farmacología, etc. , podría considerarse aún como una ciencia joven.

NANOTECNOLOGÍA EN GUATEMALA

La nanotecnología implica grandes gastos para su desarrollo y a pesar de que es considerada como una manera de impulsar el desarrollo en países de tercer mundo, esta no es sencilla ya que implica capacitación y grandes inversiones. Actualmente en Guatemala en el área académica, diversas universidades como la Universidad De San Carlos De Guatemala, Universidad Rafael Landívar y Universidad Del Valle De Guatemala presentan algunas maestrías que pueden estudiarse para entender las bases de esta ciencia, aunque muchas de las áreas prácticas son llevadas a través de simulación ya que el país carece de las correctas instalaciones para su debida práctica, así que las personas que de verdad han optado por especializarse en esta área deben optar por estudiar en el extranjero, en países donde esta ciencia está más desarrollada. La idea de dar estas bases de la nanotecnología en forma de maestrías es crear agentes multiplicadores para esparcer su conocimiento. Existe iniciativas por parte de algunas universidades como lo es la Universidad Galileo con su plataforma Web Telescopio Galileo que promueven la educación de manera virtual, ya sean cursos impartidos y creados por el mismo personal de dicha universidad o simplemente facilitando el acceso y la información de cursos virtuales y gratis de otras universidades de prestigio tales como Cambridge, Harvard, etc.

También se han llevado a cabo diversos congresos en Guatemala con participación a nivel latinoamericano donde el tema principal ha sido la nanotecnología.

Existen empresas en Guatemala que se dedican a la distribución de productos nanotecnológicos como la empresa alemana BAYER que se encarga de la distribución de algunos farmacos o la empresa Nanophos que distribuye diversos nanomateriales o materiales de construcción. Pero no existen laboratorios o centros de investigación en Guatemala dedicados al desarrollo de esta tecnología.

NANOTECNOLOGÍA EN EL MUNDO

Recientemente Stephen Hawking en colaboración con el billonario Yuri Milner y Mark Zuckerberg han anunciado su propósito de una misión espacial patrocinada con el capital de Yuri Milner e impulsada intelectualmente por Stephen Hawking y Pete Worden el actual presidente de la división de investigación de la NASA. Dicha misión consiste en alcanzar nuestro sistema estelar vecino más cercano, Alpha Centauri, el cual se encuentra aproximadamente a una distancia de 4 años luz, dicha misión ha recibido el nombre de 'Starshot'. Con la tecnología actual poder llegar a Alpha Centauri nos tomaría aproximadamente unos 30,000 años. El proyecto consiste en crear las naves más pequeñas jamás hechas, pesando incluso menos de un gramo, estas nanonaves a pesar de ser pequeñas estarán muy bien equipadas con cámaras, receptores y emisores de señales de radio para la comunicación, etc, las naves serán impulsadas a través de lasers con una energía de 100 gigawatt acelerándolas a un 20% de la velocidad de la luz permitiéndonos alcanzar el sistema estelar de Alpha Centauri en tan sólo 20 años, un gran avance.

El proyecto está enfocado básicamente en la exploración espacial y el estudio de los diversos exoplanetas localizados al rededor de Alpha Centauri, se planea lanzar una gran cantidad de nanonaves. Esta misión es tanto una revolución en la exploración espacial como en la tecnología ya que en el pasado debido a limitaciones tecnológicas era imposible, ahora se busca desligar de los combustibles fósiles y utilizar los últimos avances en la nanotecnología para poder realizarlo.

“Yo creo que lo que hace tan únicos a los humanos es que buscamos trascender nuestros límites. La gravedad nos sujeta al suelo pero yo acabo de volar hasta América. Perdí mi voz pero aún puedo hablar. ¿Cómo trascenderemos nuestros límites? Con nuestras mentes y nuestras máquinas” - Stephen Hawking

CONCLUSIONES

- La nanotecnología ofrece enormes posibilidades para mejorar la vida humana, pero también si no se sabe manejar puede tener repercusiones en el medio ambiente y en la salud humana.
- Para comprender la nanotecnología es necesario sumergirse en la inmensidad de lo extraordinariamente pequeño. En un universo a escala atómica, que se expresa en nanómetros y se compone de elementos tan minúsculos que resulta difícil asimilar su tamaño si nos acercamos a ellos desde la comparación con el mundo que conocemos
- El desarrollo y evolución de la nanotecnología se encuentran en función de la evolución de la tecnología para la manipulación y estudio de la materia a escala nanométrica.

- La nanotecnología es un campo multidisciplinario cohesionado exclusivamente por la escala de la materia con la que se trabaja.
- La nanotecnología puede ser un gran impulso económicosocial en países en desarrollo dada su naturaleza multidisciplinaria pero para poder desarrollar estas ciencias en países como Guatemala debe existir un compromiso académico impulsado por una buena inversión de parte del estado, universidades y la iniciativa privada ya que dichas ciencias requieren de entornos y herramientas específicas, primero para su correcto aprendizaje el cuál es necesario perfeccionar mucho antes de siquiera pensar en el desarrollo y producción de dicha tecnología

BIBLIOGRAFÍA

- "Nanotecnología: el motor de la próxima revolución tecnológica". P.A. Serena y A. Correia Apuntes de Ciencia y Tecnología, 9, 32-42 (2009).
- "Introducción a la nanotecnología". C. P. Poole y F. J. Owens Editorial Reverté (2011).
- "Nanotubos de carbono". Mauricio Terrones y Humberto Terrones Revista Investigación y Ciencia nº 333 - 2013
- "Nanociencia y Nanotecnología, entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro". Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2009).
- "NANOTECNOCENCIA EN EL SECTOR INDUSTRIAL, ACADÉMICO Y ESTATAL DE GUATEMALA". Analí Anleu Zeissig

- “PROYECTO FINAL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN NANOTECNOLOGÍA”. F. Salazar; A. Rodas; M. Rodas; R. Escobedo
- “Facultad De Ingeniería. Revista Electrónica” Universidad Rafael Landívar
- <http://elperiodico.com.gt/2015/11/19/economia/guatemala-acogera-aspirina-fabricada-con-nanotecnologia/>
- <http://nanophos.com.gt/nanotecnologia/>
- <http://e-drexler.com/p/idx04/00/0404drexlerBioCV.html>
- https://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia_que_es.htm
- <http://www.portalciencia.net/nanotecnologia/>
- <http://www.telegraph.co.uk/science/2016/04/12/professor-stephen-hawking-to-announce-mystery-space-mission/>
- <http://www.forbes.com/sites/alexknapp/2016/04/12/billionaire-yuri-milner-and-stephen-hawking-team-up-to-send-nanospace-ships-to-alpha-centauri/#5d0b9ac32c79>