



Introducción a las nanoestructuras a nivel bachillerato: Nanotubos de carbono

Tesis que como Requisito para obtener la Maestría en Educación Científica presenta:

Carlos Valentín Márquez González

Directores de Tesis:

Dr. Francisco Espinosa Magaña

Mtra. Sara Torres Hernández

Chihuahua, Chih. Enero 2010

AGRADECIMIENTOS

Le doy las gracias a Dios antes que todo, sin el nada es posible, por la vida que me ha dado y todo lo sustenta, ha el sea la gloria y la honra por siempre.

También agradezco a mis padres, al señor Carlos Márquez Soto (q.e.p.d) y mi madre la señora Delfina González Chávez por su apoyo y cariño que he recibido por tantos años y reconozco que nada me ha faltado.

Agradezco a todos mis destacados asesores de la maestría tanto del CIMAV como del CCHEP, especialmente al Dr. Francisco Espinosa Magaña y a la Mtra. Sara Torres Hernández por brindarme tanto de su tiempo, paciencia y conocimientos. También debo mencionar a mis profesores que siendo algunos me gustaría nombrar al Dr. Antonino Pérez Hernández, Dr. Luis Edmundo Fuentes Cobas, M.C. Amaro Aguilar Martínez, M.C. Romelia Hinojosa Lujan, Dr. Martín Herrera, Dr. Roberto Martínez Sánchez, Dra. María Elena Montero Cabrera, Dr. Ernesto Armando Zaragoza Contreras, Dr. Erasmo Orrantia Borunda, Ing. Iván Levi Templeton Olivares, Dr. Mario Miki Yoshida y al director de la institución Dr. Mario Jesús Franco García.

Además Agradecimientos para la Comisión Estatal para la Planeación y Programación de la Educación Media Superior, con sus distinguidos dirigentes el Prof. Salomón Maloof Arzola y el Ing. Víctor Hugo López de Lara.

Agradezco a mis alumnos por la participación y apoyo en la realización de este proyecto que a sido una colaboración de tantas personas distinguidas y con futuro prospero.

ÍNDICE

RESUMEN	1
PRESENTACIÓN	2
Objetivo General	3
Objetivos Particulares	3
Justificación de la propuesta	4
CAPÍTULO I.	8
Enseñanza de la ciencia en México	8
1.1 Reforma de la Educación Media Superior	10
CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS O CONCEPTUALES	15
2.1 Fundamentos pedagógicos de la propuesta	15
2.1.1 Enfoques de Enseñanza	19
2.1.2 Aprendizajes en diversos contenidos curriculares	20
2.1.3 Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo	22
2.1.4 Estrategias docentes para un aprendizaje significativo	23
2.1.5 Estrategias de enseñanza	24
2.1.6 Educación basada en competencias	25
2.1.7 Teoría Práctica	26
2.1.8 El profesor como facilitador de aprendizaje	27
2.1.9 Características de los adolescentes, desarrollo cognoscitivo y lenguaje	28
2.1.10 Motivación escolar y sus efectos en el aprendizaje	30
2.2 Fundamentos conceptuales del tema científico abordado	32
2.2.1 Historia de los nanotubos de carbono	32
2.2.2 Tipos de nanotubos de carbono	34
2.2.3 Aplicaciones de los nanotubos de carbono	37
CAPÍTULO III. DESARROLLO O CUERPO DEL PRODUCTO PRINCIPAL	38
3.1 Estructura del nanotubo de capa simple	40
3.2 Tipos de nanotubos de carbono	44
3.3 Síntesis u obtención de nanotubos de carbón.	48
3.4 Aplicaciones de los nanotubos de carbono	51
3.5 Realización de las Herramientas de Aprendizaje	54
CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN	61
4.1 Sugerencias de implementación	61
4.2 Aplicación de la práctica de aprendizaje.	64
CONCLUSIONES	67
Referencias bibliográfica	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Nanotubo armchair.....	35
Ilustración 2. Nanotubo zigzag	35
Ilustración 3. Nanotubo con quiralidad vista isométrica.....	36
Ilustración 4. Nanotubo con quiralidad vista lateral	36
Ilustración 5. Nanotubo SWNT vista isométrica	36
Ilustración 6. Nanotubo SWNT vista frontal	36
Ilustración 7. MWNT vista frontal.....	37
Ilustración 8. MWNT vista isométrica	37
Ilustración 9. Logotipo Materials Studio 4.0.....	39
Ilustración 10. Interface de trabajo con Materials Studio 4.0	40
Ilustración 11. Lineas paralelas	41
Ilustración 12. Trazo de linea armchair	42
Ilustración 13. Vector quiral.....	42
Ilustración 14. Vectores n_1 y m_2	43
Ilustración 15. Configuración n y m	44
Ilustración 16. Nanotubo armchair.....	45
Ilustración 17. Nanotubo Zigzag.....	46
Ilustración 18. Nanotubo con quiralidad vista lateral.....	46
Ilustración 19. Nanotubo con quiralidad vista isométrica.....	46
Ilustración 20. Clasificación de nanotubos	47
Ilustración 21. SWNT vista isométrica	47
Ilustración 22. SWNT vista frontal	47
Ilustración 23. MWNT vista frontal.....	48
Ilustración 24. MWNT vista isométrica	48
Ilustración 25. Síntesis por descarga por arco.....	49
Ilustración 26. Macromedia flash 8.0.....	55
Ilustración 27. Realización de nanotubos en flash.....	56
Ilustración 28. Armchair con giro en el eje	56
Ilustración 29. Armchair con giro transversal al eje	56
Ilustración 30. Zigzag con giro en el eje	57
Ilustración 31. Zigzag con giro transversal al eje.....	57
Ilustración 32. Nanotubo con quiralidad	57
Ilustración 33. Nanotubo MWNT	57
Ilustración 34. Captura de imágenes con Notebook10.....	59
Ilustración 35. Enrollado de malla de carbonos.....	59

RESUMEN

En la presente propuesta se ofrece una moderna alternativa de trabajo escolar, donde se presenta un nuevo conocimiento a nivel de educación media superior en México, con técnicas no convencionales pero eficientes que permiten el aprendizaje significativo en los jóvenes estudiantes.

En el presente trabajo de tesis se hace alusión a la importancia de inducir a nuestra juventud a las ciencias en general para el progreso de México, y específicamente a que conozcan de materiales nanoestructurados y nanotecnología. Los nanotubos de carbono son el elemento base para el trabajo de esta tesis, y de manera global se hace énfasis en su importancia y la pertinencia del uso óptimo del tiempo e iniciar el aprendizajes, con el apoyo de las herramientas interactivas que introducen a los alumnos y a los docentes en el mundo de los materiales nanoestructurados.

Se ha realizado un trabajo de campo, y la propuesta ha sido bien recibida por los estudiantes involucrados, generando aprendizajes y dudas que han sido enriquecedoras para mejorar el proyecto.

La ciencia está en constante renovación, nada estática y los involucrados deben estar siempre en actualización, la labor docente no es ajena a esta invitación y se realiza una invitación para que los maestros y autoridades educativas se involucren con la necesidad de actualizaciones constantes respecto a las más efectivas técnicas didácticas y los conocimientos con mayor relevancia en la vida de los egresados de la educación media superior.

PRESENTACIÓN

El siguiente escrito muestra el trabajo de tesis realizado por Ing. Carlos Valentín Márquez González con la ayuda de los asesores Dr. Francisco Espinosa Magaña y la Mtra. Sara Torres Hernández que gracias a ellos se pudo entablar la forma de trabajo y mejoramiento de la redacción y contenido de la presente investigación.

En el primer capítulo se muestra el punto de partida o bases con las cuales se realiza este trabajo de tesis; situación de la ciencia y educación científica en México, reformas que pretenden mejorar la situación actual y una descripción del porque de este proyecto, una justificación con base a las necesidades globales y actuales para que la educación sea competitiva.

El segundo capítulo consiste en una serie de fundamentos científicos y pedagógicos que sustentan este proyecto, todos ellos no contradictorios y enfocados a generar una práctica de calidad con cimientos sólidos.

Para el tercer capítulo se tiene el desarrollo de actividades en la realización de este proyecto de tesis, en el que se han sumado características disciplinares y pedagógicas para generar el producto final. También como su descripción, características y resultados de su implementación.

En el último capítulo se muestran las sugerencias de implementación y también de forma detallada la puesta en marcha del proyecto por primera vez y después de algunas correcciones por retroalimentación, su segunda aplicación con las mejoras necesarias para mejores resultados.

Y para concluir se proponen algunas características de implementación y se considera de manera muy general el valor del producto final aplicado de acuerdo a las recomendaciones establecidas.

OBJETIVO GENERAL

Se pretende llevar al alumno a generar aprendizajes que le sean significativos concernientes a las ciencia e investigación y con ello que cada estudiante tenga un fundamento robusto para decidir su futuro académico a nivel profesional de manera responsable y con inclinación a las carreras técnicas. Dispuestos a colaborar en su labor cotidiana en el desarrollo económico y social de México.

OBJETIVOS PARTICULARES

Integrar contenidos de aprendizaje de física, matemáticas y química acorde al modelo planteado en los Módulos del Mundo de los Materiales (MWM Materials World Moduls por su significado en inglés) y obtener aprendizajes apegados a la realidad.

Además de mejorar o adecuar las técnicas de enseñanza – aprendizaje, también se pretende actualizar los contenidos de acuerdo a la necesidad actual y regional, relacionados a nanotecnología, como se propone introducir en el Sistema de Educación Media Superior los conceptos básicos de los materiales nanoestructurados llamados nanotubos de carbono.

Implementar nuevas técnicas de enseñanza – aprendizaje que incorporen herramientas modernas como una pizarra interactiva, con aplicaciones adecuadas y que generen un ambiente de aprendizaje motivante para el alumno y el profesor.

Promover que más contenidos puedan seguir un camino similar de implementación.

Justificación de la propuesta

La experiencia de docencia puede ser estática y sin cambios, a menos que aparezcan las ganas de innovación, o el impulso externo que permita emprender la búsqueda de nuevas experiencias; así aparece el programa de los módulos del mundo de los materiales (MWM), como una oportunidad de brindar a los estudiantes conocimientos y experiencias frescas, más significativas e innovadoras. De hecho el integrar las diferentes materias de las ciencias como lo son matemáticas, física, química y biología, por decir las más notables, es uno de los principales pilares de los módulos del mundo de los materiales y para esta tesis también lo es, ya que la integración de conocimientos es uno de los motivos principales para el presente trabajo.

Los módulos a la vez, son oportunidad para abrir una nueva puerta a la ciencia, a curiosear, tomar gusto y perder el miedo de las áreas del conocimiento más objetivas, de hecho es uno de los objetivos principales, impulsar a los alumnos a seguir su carrera profesional por estas áreas, las cuales requieren promoción y limpiarlas de su mala fama de materias incomprensibles, aptas sólo para los 'inteligentes'.

Las experiencias que los mismos alumnos desarrollan, los lleva a nuevos estados de apreciación de las ciencias, de hecho notan una integración de sus materias aisladas de física, química, matemáticas o biología, además de que ellas trabajan en equipo, los alumnos junto con el instructor trabajan también colaborativamente.

Dentro de los módulos que se manejan, hay uno que se denomina módulo de nanotecnología, en él se plantean las bases, desarrollos, aplicaciones y posibles alcances de esta nueva rama de la ciencia. Se aprecia que el módulo no hace honor a su nombre, en cuanto a la experiencia deseada en los alumnos, ya que sólo se experimenta con el objetivo de entender las dimensiones de la nano escala, pero no se desarrolla nada significativo, ni se entienden las posibilidades

de este arte que crece y del cual se tienen muchísimas expectativas a nivel mundial.

Los nanotubos son parte de esta ciencia, y son muy importantes, son la base de la nanotecnología, y en el módulo no se estudian, por lo que motiva a emprender un estudio de dichos nanotubos de carbono, con el objetivo de comprenderlos y crear un eslabón entre esta ciencia y los alumnos de nivel medio superior, llevárselos a sus experiencias de aprendizaje escolar, que comprendan sus características más importantes y que vean sus muchísimas posibilidades, que les interesen y se vean atraídos a incursionar en el mundo de las ciencias y específicamente en el desarrollo de la nanotecnología.

En el colegio de bachilleres, específicamente en el plantel cuatro se adquirió un equipo denominado pizarrón inteligente, es un software que se conecta a una pizarra 'touch screen', la cual es un excelente medio de interacción entre los alumnos y el conocimiento mismo. Esta herramienta sirve para muchas aplicaciones muy diversas ya que es muy versátil, puede trabajar con videos, fotografías, presentaciones y animaciones flash, estas últimas son lo más destacado del pizarrón, y es donde se han desarrollado aplicaciones para el área de las ciencias que básicamente están precargadas en el software del equipo.

El trabajo que se ofrece se refiere a aplicaciones animadas e interactivas para esta pizarra, ya que es la manera más viable de llevar el conocimiento de los nanotubos de carbono a la educación en el nivel medio superior. Con experiencia visual se podrán comprender estructuras en tres dimensiones de nanotubos de carbono, con sus diferentes características que definen a cada configuración de enlaces de carbono y el alumno comprenderá fácil y rápidamente lo que define a cada estructura.

Los nanotubos de carbono son elementos que están en estudio, ya tienen muchas aplicaciones, pero aun se les puede explotar mucho más y en los laboratorios de alto prestigio nacional e internacional siguen realizándose investigaciones con grandes expectativas, se ha invertido muchísimo tiempo y

dinero a estos estudios, para los cuales se requieren de conocimientos y técnicas de alto nivel. Para el manejo de los nanotubos, se usa equipo mucho muy costoso y sofisticado, por lo cual, el pretender llevar físicamente los nanotubos a las instituciones educativas no para investigación, sino para educación, se considera económicamente no viable, se requiere de una gran inversión que en el nivel medio superior no aplicaría.

Por tales motivos, el llevar los conocimientos de los nanotubos de carbono a las instituciones educativas de nivel medio superior requiere de adaptaciones, otros medios para lograr generar aprendizajes significativos de una manera viable y eficaz. La propuesta de esta tesis es crear material interactivo, visual, con el cual los alumnos podrán observar y analizar las características que describen a los nanotubos de carbono. En la interacción con este apoyo desarrollado en flash, también se requiere de un sustento teórico el cual se les proporciona para que su aprendizaje sea con fundamentos y se obtengan conocimientos más fuertes y objetivos.

Particularmente en el colegio de Bachilleres del Estado de Chihuahua este material sería un buen complemento para materias como temas selectos de Química o Química II, en las cuales se ven estructuras de carbono. Pero no sólo es parte de la química, en los nanotubos de carbono se integran muchos conocimientos previos necesarios e indispensables para definir lo que es en esencia un nanotubo de carbono, se mezclan conocimientos de matemáticas, física y química. De matemáticas aparecen elementos como simetrías y análisis vectorial, al igual que en física, además de las características físicas que generan condiciones específicas para determinado radio del nanotubo, y en química lo más notable son los enlaces de carbono. Todos estos saberes, se conectan, no están aislados, se enriquecen unos de otros, y es importante hacerlo notar en la escuela, en donde surgen preguntas como “¿y esto para qué sirve?”, por lo cual, en la asignatura de física o de matemáticas también se podrían emplear a los nanotubos de carbono como elementos enriquecedores de la experiencia enseñanza aprendizaje.

Como había comentado, en los módulos del mundo de los materiales, hay un modulo denominado nanotecnología, el cual me parece poco atractivo y considero que puede ser enriquecido con el estudio de los nanotubos de carbono, por medio de este nuevo material que propongo, con el cual el alumno podrá visualizar en tres dimensiones el elemento que compone a cada tipo de nanotubo. Cabe señalar que a nivel de nano escala son de los elementos más importantes en la actualidad en investigaciones y desarrollo científico.

Un trabajo como el que se propone en este escrito es singular, la propuesta de inmersión de los adolescentes en el mundo de la nanotecnología es muy importante y necesaria para el despliegue tecnológico de México, ya que actualmente se desarrollan aplicaciones para diferentes disciplinas como medicina, ingeniería, medio ambiente, informática entre muchas ramas más. Se estima que en los próximos años se involucre a millones de trabajadores al mundo de la nanotecnología, y es imperativo que en nuestro país nos involucremos pero de manera profesional y no sólo como mano de obra, para el desarrollo de nuevos productos y aplicaciones de invención mexicana, aplicables a nivel global.

CAPÍTULO I.

Enseñanza de la ciencia en México

En la República Mexicana la educación ha sido difundida como uno de los frutos de la revolución a inicios del siglo XX, las necesidades de acabar con la ignorancia fueron muy evidentes entonces, y con este combate se han logrado derribar barreras culturales, se ha ido gradualmente combatiendo el analfabetismo, se han desarrollado las capacidades de realizar operaciones matemáticas básicas en la mayoría de la población, y ya para finales del siglo XX el panorama era muy distinto.

Afortunadamente México no se quedo estancado en una inmensa mayoría sin oportunidades de mejora en su calidad de vida, y actualmente a nivel general, en el país se vive una “sociedad más democrática, más respetuosa, más tolerante e incluyente; con instituciones y un marco jurídico que garantizan la plena vigencia del Estado de Derecho, que promueven la participación social y dan mayor certidumbre a nuestro futuro” (Secretaría de Educación Pública, 2007:9)

Todo ello conlleva a un México con mayor participación de sus ciudadanos, donde tenemos una economía importante a nivel mundial, con fuerte infraestructura e industria que hacen de este país, un lugar atractivo de inversiones locales y extranjeras, donde grandes líderes, investigadores y científicos mexicanos trabajan diariamente para obtener con orgullo productos, procesos, servicios e investigaciones de gran calidad con expectativas de éxito global y de gran impacto en sus áreas. Hay muchos otros talentos mexicanos que han salido del país, que desgraciadamente su talento y habilidades que desarrollaron gracias a la educación que recibieron en México, no son empleadas aquí, sino en el extranjero.

El sistema educativo nacional es la base, los cimientos del desarrollo en México en la modalidad global de la cual somos parte, pero que se plantea a

través del poder Ejecutivo Nacional un nuevo tipo de desarrollo, uno que no es opcional sino que por fuerza se tiene que implementar; el desarrollo sustentable, el cual, cambiará paradigmas culturales, y permitirá un desarrollo transgeneracional responsable, encaminado a seguir en el mejor camino para lograr un desarrollo socialmente justo, económicamente viable, culturalmente apropiado y ecológicamente responsable. (Shiva, 1993).

Actualmente el sector productivo está enlazado con el sistema de educación media superior por medio de los subsistemas tecnológicos como CONALEP, CETIS o CBTIS, pero en las demás instituciones de este nivel existe la necesidad de vinculación que desarrollen capacidades y habilidades de investigación. Las reformas curriculares recientes, contemplan capacitación técnica en los componentes de formación para el trabajo y lo mas apegado a normas técnicas laborales para que estén más inmersos en una realidad productiva y eficiente a la hora de buscar trabajo.

Se debe seguir trabajando y se hacen reformas en los diferentes niveles educativos con la expectativa de mejora en la calidad y alcance de la enseñanza y aprendizaje, por ello todo el sistema educativo nacional, desde funcionarios de alto nivel como personal docente y administrativo de cada centro de enseñanza se están comprometiendo cada vez más con su trabajo diario, con sus responsabilidades, con la mejora en los resultados para tener mejor eficiencia y calidad en la educación.

Respecto a la experiencia docente experimentada se puede mencionar que actualmente se encuentra en proceso una reforma educativa, que aunque incomprendida en su etapa inicial, a los docentes se les está capacitando para que la adopten y puedan manejarse en tales estándares de trabajo, de resultados y de calidad, el proceso de maduración de la reforma se espera para el año 2012, por el momento a nivel nacional muchos docentes llevan cursos de actualización de técnicas nuevas de educación, comprensión de nuevos conceptos y paradigmas de trabajo que se espera que con el trabajo integrado en academias, se obtengan logros que manifiesten una mejora y una adaptación a la nueva sociedad del siglo

XXI, donde la mayoría de la población son jóvenes, considerados el futuro productivo de México.

1.1 Reforma de la Educación Media Superior

La reforma en la educación media superior consiste en la creación de un sistema de bachillerato que se basa en cuatro fundamentos: un marco curricular común a todos los subsistemas y en todo el país, definición y reconocimiento de las porciones de la oferta en la educación media superior, profesionalización de la educación media superior y por último certificación nacional complementaria.

La reforma se hace para solucionar problemas de deserción escolar, además para integrar de manera ordenada este nivel con el inferior y el superior; para desarrollar objetivos claros y así tener alumnos capaces de desarrollar y manejar en el transcurso de su vida.

Con la reforma, los sistemas de bachillerato podrán conservar sus programas y planes de estudio, los cuales se redefinirán buscando un enriquecimiento por las competencias comunes del sistema nacional de bachillerato.

La reforma se plantea para definir los estándares y procesos comunes que hacen posible la universalidad del bachillerato. Hay muchas ventajas con la reforma, como identidad nacional, un perfil del egresado, común para todos los subsistemas y modalidades de la educación media superior, hay una reorientación hacia un sistema de competencias que pretende que los estudiantes se desempeñen adecuadamente y también se busca una diversificación en las opciones de estudio.

La profesionalización de los servicios educativos: un desarrollo docente, para que los profesores cuenten con un perfil común al sistema de educación media superior. También para generar sistemas de tutorías e invertir en equipamiento para ampliar la cobertura de enseñanzas. Generar nuevas becas para alumnos de bajos recursos y permitir el tránsito de alumnos entre diferentes

subsistemas, sistemas de gestión de calidad basados en resultados, evaluación permanente y medición de avances para la mejora continua.

Con la reforma se pretende que los egresados del Sistema Nacional de Bachillerato, desarrollen once competencias genéricas, que constituyen el perfil del egresado independientemente del sistema en el que estudie.

La reforma considera que un docente debe llevar a la práctica procesos de enseñanza de manera creativa, utilizando los recursos y materiales disponibles eficientemente. Además de utilizar de manera adecuada las tecnologías de la información y la comunicación.

- **Niveles de concreción**

El nivel más global es el interinstitucional, es el consenso entre instituciones de educación media superior en torno al Sistema Nacional de Bachillerato SNB, a este nivel lo más importante es verificar que se tenga un marco curricular común entre las diferentes instituciones educativas de nivel medio superior alrededor de la República Mexicana.

El siguiente nivel es el institucional, en el cual cada institución aporta de su identidad y filosofía; tienen una oferta educativa concreta para responder a las demandas de los estudiantes y la sociedad en cada región del país. Cada institución tiene sus planes y programas de estudio específicos.

Para el tercer nivel, se contempla la escuela, el edificio específico, donde cada plantel aporta términos de adecuaciones curriculares, tutoría y actividades complementarias de acuerdo al entorno social donde tiene influencia.

El nivel más básico pero no menos importante es el del aula, donde el docente toma decisiones sobre planeación, desarrollo y evaluación del proceso enseñanza aprendizaje.

La reforma llega a estos cuatro niveles y se busca una integración general, para que estén bien comunicados y se tenga influencia entre dichos niveles con una retroalimentación constructiva a fin de eficientar el proceso educativo.

A nivel de entidad federativa, en el Programa Estatal de Educación se marcan las siguientes estrategias y líneas de acción por objetivo rector a nivel de educación media superior.

- **Para fortalecer la equidad**

Como la sociedad Chihuahuense cambia rápidamente en cuanto a necesidades que el entorno global le exigen para considerarse eficiente y productiva, se requieren adecuaciones que alcanzan a la educación media superior como las siguientes.

1.1 Realizar estudios de factibilidad para ampliación y apertura de nuevos servicios educativos, considerando las recomendaciones de la Comisión Estatal para la Planeación y Programación de la Educación Media Superior.

1.2. Adecuar las modalidades operativas y las especialidades de las carreras de nivel medio superior de acuerdo con los requerimientos de las comunidades y las demandas de los estudiantes. (Secretaría de Educación y cultura, 2005:88).

- **Para obtener educación de calidad para todos**

En el Estado de Chihuahua también se fortalece la educación significativa y eficaz, que permita a los Chihuahuenses productivos del mañana estar bien preparados y con grandes convicciones de trabajo honesto y de calidad.

1.1. Revisar y actualizar los planes y programas de estudio para incorporar contenidos que incidan en la formación integral de los educandos: conocimientos, actitudes, habilidades, valores y desarrollo emocional y ético.

1.2. Propiciar el diseño, elaboración y edición de libros de texto y materiales didácticos que sean accesibles para alumnos y docentes.

2.1. Implantar programas para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en colaboración con otras instituciones educativas.

7.1. Contribuir con el desarrollo de la innovación científica y tecnológica, operando programas a través de convenios con otras instancias educativas.

7.2 Fomentar el intercambio de información, experiencias y acciones en ciencia y tecnología que apoyen programas innovadores. (Secretaría de Educación y cultura, 2005:96-97).

- **Transformación de la gestión educativa**

Con respecto a la labor en el aula, una gestión educativa con mejores resultados se plantean las siguientes mejoras:

1.1 Impulsar la creación de programas dirigidos a la transformación de la gestión escolar.

1.3. Promover la incorporación de los subsistemas de este nivel a procesos de certificación de calidad.

4.2. Fundamentar la toma de decisiones con base en los resultados de investigación y evaluación educativa.

4.3. Fomentar la cultura de la planeación estratégico-participativa. (Secretaría de Educación y cultura, 2005:105).

- **Revaloración social de los profesionales de la educación**

Con base de este punto, el actualizar a la planta docente del nivel medio superior, ha surgido la oportunidad de incursionar en la maestría en educación científica, donde se ha trabajado para redefinir metas, metodologías y conocimientos para docentes de diferentes subsistemas en el estado de Chihuahua y con apoyo del CIMAV, por lo que ha sido una meta del Gobierno del Estado de Chihuahua en la cual se ha trabajado y se han logrado importantes avances.

- 1.1 Promover la creación de una maestría en educación media superior.
- 1.2. Diseñar los programas de formación y actualización con base en el diagnóstico de la planta docente, para su impacto en las necesidades reales.
- 2.1. Impulsar los programas de estímulo al desempeño docente a través de convocatorias incluyentes en las que se privilegien los méritos académicos de los maestros.
- 3.1. Establecer procesos de certificación de competencias laborales para directivos, docentes y en general para todo el personal que labore en la educación media superior. (Secretaría de Educación y cultura, 2005:109).

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS O CONCEPTUALES

En este capítulo se exponen las bases o fundamentos teóricos que permiten desarrollar una buena práctica de tesis, los cuales son el cimiento de todo el desarrollo del capítulo tercero; primero se presentan los fundamentos del tema científico abordado y posteriormente los de tipo pedagógico, los cuales en todo momento están presentes en el desarrollo del proyecto de tesis.

2.1 Fundamentos pedagógicos de la propuesta

El presente trabajo de titulación es sobre nanoestructuras, específicamente trata los conceptos esenciales de nanotubos de carbono, estos conceptos se pretende llevarlos a la escuela, al Sistema de Educación Media Superior de México, con una propuesta innovadora que requiere de algunas estrategias pedagógicas coordinadas y que se enriquecen de una manera conjunta para propiciar los mejores ambientes de aprendizaje y de educación.

De manera general podría iniciar mencionando que la educación es tan valorada y reconocida como una necesidad social para fortalecer la cultura, entablar medios de socialización muy efectivos para que cada individuo se integre a grupos de personas similares a él, además de que la educación puede limitar a los individuos o grupos a asignar roles de desenvolvimiento en la sociedad en general.

Aunque resulte contradictorio, también se puede reconocer que el proceso educativo permite transformar ese sistema que tiene disfuncional el desarrollo integral de los individuos, existen muchas carencias económicas y de acceso a la calidad de información, por lo que bajo ciertas circunstancias favorables que se requiere promover, como lo es mayor promoción de la educación de calidad en todo el país y así será posible que los marginados puedan aspirar a cambiar su

estilo de vida; se pueden realizar cambios generacionales en los cuales la herencia de los padres hacia los hijos se enriquece por medio de la educación, dándole a estos últimos una plena libertad de tener presencia en la sociedad como individuos productivos, innovadores, generadores del cambio en ambientes sociales desfavorables.

De una visión tan general de educación se retoman los procesos que permitan de manera eficiente y muy específica crear en los alumnos del sistema de educación media superior una motivación, una inquietud por la ciencia y la investigación, así como generar una semilla de inspiración y de visión con alcance para cada uno de ellos, que se sientan atraídos y capaces de desenvolverse en ámbitos tecnológicos, les estimule muchísimo la atención y las ganas de ser parte del universo científico para que en su presente y futuro puedan ser protagonistas activos y destacables.

Este trabajo pretende que cualquier alumno de nivel preparatoria, se interese y ofrezca atención a las ciencias, despertar la curiosidad de encaminar sus estudios posteriores de nivel superior hacia la investigación en ramas científicas y tecnológicas, por ello se ofrece este material que con un buen manejo intenta que los estudiantes se involucren con la nanotecnología, se motiven a aportar su talento e inteligencia para que sean y se sientan capaces de entender, clasificar e investigar por su propia cuenta más sobre los nanotubos de carbono o cualquier elemento de desarrollo nanotecnológico.

Por tal motivo, se involucran estrategias de aprendizaje y enseñanza con un enfoque centrado en competencias, ya que la intención es que los alumnos sean capaces de realizar actividades con dominio, se apropien del conocimiento con la mayor absorción posible, tanto teórica como práctica y se aventuren a cuestionar la posibilidad de alguna mejora o generen teoría considerablemente factible.

Las reformas al Sistema Nacional de Educación Media Superior han retomado este enfoque por competencias y se ha definido el perfil que debe tener todo docente de este nivel, entre los puntos que se instauraron está el hecho de que las

características de estas competencias son específicas para la educación media superior, aplicables a cualquier subsistema o modalidad y deben ser relevantes en el desarrollo de la profesión de cada docente. De manera muy general se pretende que dichas competencias sean parte del perfil de cada egresado de la educación media superior (Secretaría de Educación Media Superior, 2008).

El perfil del docente debe cumplir con una variedad de competencias, pero específicamente las que afectan esta propuesta de trabajo son las siguientes:

1. “Planifica los procesos de enseñanza- aprendizaje, atendiendo al enfoque por competencias, y los ubica en contextos disciplinares, curriculares y sociales amplios.” (Secretaría de Educación Media Superior, 2008:5)

Para tener esta competencia el profesor diseña actividades y material adecuado para la enseñanza de los contenidos, además de contextualizar los temas vistos con la vida cotidiana tanto del propio estudiante como de la sociedad en general.

2. “Llevar a la práctica procesos de enseñanza aprendizaje de manera efectiva y creativa” (Secretaría de Educación Media Superior, 2008: 5).

En este punto el docente en su labor cotidiana alienta al estudiante a que participe. El tiempo en cada sesión es muy importante y no se debe de perder de vista, aunado con los recursos disponibles para eficientarlos al máximo, y esto incluye el uso apropiado de las nuevas tecnologías.

3. “Facilitar e impulsar el desarrollo de los estudiantes en el marco de sus aspiraciones, necesidades y posibilidades como individuos, y en relación con sus circunstancias sociales y culturales que lo rodean” (Secretaría de Educación Media Superior, 2008: 7).

El docente debe orientar al alumno para que elija con mayor certeza y convicción la carrera profesional que va a desarrollar de la variedad de opciones que se le presenta.

4. “Organiza y monitorea la propia formación continua a lo largo de su trayectoria profesional” (Secretaría de Educación Media Superior, 2008, pp:8).

Es importante documentarse para poder cumplir con esta meta y posteriormente incorporar nuevos conocimientos y experiencias al acervo con que se cuenta para la labor docente y para por ultimo tener más estrategias de enseñanza-aprendizaje.

También hay competencias que debe cumplir un estudiante del sistema de Educación Media Superior de México, y las dominará siendo parte de su perfil al egresar y entre las cuales menciono en las que este trabajo contribuye de una manera adecuada (Secretaria de Educacion Media Superior, 2008, pp.10-13).

1. “Piensa y critica reflexivamente” (Secretaría de Educación Media Superior, 2008: 11)

Respecto a este punto el egresado debe proponer soluciones a situaciones que se presenten para lo cual contará con la capacidad de ordenar información de acuerdo a categorías, modo de relacionarse o jerarquías, para lo cual sabe utilizar tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.

2. “Aprende de forma autónoma” (Secretaría de Educación Media Superior, 2008:12)

Nada como aprender por interés propio a lo largo de la vida. Por ello el alumno es capaz de identificar actividades atractivas, diferencia nivel de dificultad y afrontando adecuadamente los retos, por lo cual ha acumulado saberes de diversos campos y constantemente los esta relacionando con su vida estudiantil y fuera del aula.

3. “Participa con responsabilidad en la sociedad” (Secretaría de Educación Media Superior, 2008:13)

Como buen mexicano, el egresado tendrá una conciencia cívica, ética y social responsable con su comunidad, país y el mundo. Reconocerá el valor de la

participación profesional como herramienta para el desarrollo tecnológico de México, y el bienestar tanto personal como de su sociedad.

2.1.1 Enfoques de Enseñanza

Una persona capaz de reflexionar en la forma en que está aprendiendo y actúa en consecuencia, auto dirigiendo su enseñanza, seleccionando estrategias apropiadas, es una meta importantísima de la educación y se espera atenderla con estrategias y enfoques como lo es la aproximación constructivista del aprendizaje y la enseñanza. (Díaz Barriga, S/D)

Y antes de atender a estos procesos es necesario mencionar las bases o fundamentos del constructivismo:

1. Conocimientos previos o representación que se tenga de la nueva información.
2. Actividad que el aprendiz realizará al respecto.

Se espera que el alumno enriquezca su visión del mundo físico, cultural y social por medio de aprendizajes que le sean significativos, que impacten su vida y actúe con base en ello, y para lograr tal efecto, por mucho, el aprendiz no debe estar en una posición de simple receptor o grabadora de saberes, sino que por medio individual o en grupo genere sus propios saberes en una variedad de formas y circunstancias lo más apropiadas posibles.

Y según Coll (1990) la visión constructivista se organiza con tres saberes indispensables:

1. El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje.
2. La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen un grado considerable de elaboración.
3. La función del docente es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado. (Coll, 1990:76)

Por último el alumno no crea un conocimiento de manera espontánea, sino que con base en sus conocimientos previos y los aportes de la sociedad, familia y escuela, el aprendiz reconstruye un conocimiento preexistente de la sociedad; y la labor del profesor es encajar dichos conocimientos del alumno con el saber colectivo supuestamente correcto; en otras palabras el docente orientará y guiará las actividades escolares, por ello se le denomina mediador.

Por todo esto, la propuesta de tesis apunta a generar herramientas que acerquen al estudiante con prácticas auténticas, actividades que los profesionales desarrollan y el alumno del Sistema de Educación Media Superior de México sea capaz de manejar con gran eficiencia y se le pueda considerar del grupo de personas capaces de desarrollar cierta actividad eficazmente.

Si en la preparatoria o bachilleres los alumnos trabajan con material interactivo que permita el mejor entendimiento conceptual de los nanotubos de carbono, pues se generan muchos aprendizajes significativos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

2.1.2 Aprendizajes en diversos contenidos curriculares

Se cumple con conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales en el desarrollo de este proyecto de tesis y a continuación se describe cada uno de ellos.

Los contenidos declarativos son saberes que se dicen por medio del lenguaje. No son simples conceptos, sino que lo esencial o idea principal es lo que se considera este tipo de contenido, por lo que hay una comprensión que requiere conocimientos previos y que los nuevos contenidos estén bien organizados, para que no se pierda nada de la riqueza conceptual a explorar (Díaz, S/D).

El distinguir las características esenciales de un nanotubo de carbono, clasificación y aplicaciones de una manera visual permite generar este tipo de conocimientos conceptuales con una eficacia importante, ya que el observar de manera tridimensional un nanotubo de carbono permite llegar a capturar el concepto más rápido y eficazmente.

Para definir lo que son los contenidos procedimentales se puede distinguir que son de tipo práctico porque están basados en la realización de varias acciones u operaciones, también se puede decir que son el uso correcto de instrumentos (Díaz, S/D).

Para este proyecto se requiere de software de animación, el cual es manipulado directamente por los alumnos y ellos tienen el control total en cada una de las aplicaciones, interactuando por medio del pizarrón inteligente y visualizando los nanotubos hasta que capturen la esencia de cada uno de los conceptos que se deben transmitir.

Por último los contenidos actitudinales son construcciones que median las acciones, el resultado es una modificación en la forma de actuar frente a estímulos por parte del aprendiz. Aunque muchas veces se promueven de manera no intencional, el docente tiene una fuerte carga en esta área y es deseable que sepa dominar los mensajes de carácter actitudinal que transmite (Díaz, S/D).

Las técnicas participativas que involucran a los alumnos en la toma de decisiones permiten desarrollar actitudes favorables, por ello el que el alumno participe interactuando con el pizarrón inteligente y que en compañía de más estudiantes tomen decisiones con ayuda de sus conocimientos previos y definan las características de cada tipo de nanotubo, es de suma trascendencia aprendizajes de este tipo, que tan favorables son para que egresen alumnos con autonomía y participación activa en la sociedad.

2.1.3 Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo

El proceso escolar es para integrar a los estudiantes a su comunidad con prácticas socialmente aceptables y lo más provechosamente productivas, por lo que aprender y hacer son acciones indispensables. La visión de cognición situada enfatiza en prácticas educativas auténticas, que sean relevantes en la cultura (Brown J, 1989), además la importancia de las prácticas que sitúan a los estudiantes en acciones que los expertos enfrentan en diferentes campos del conocimiento.

Con una enfoque vygotskiano (Vygotsky, 1986) el aprendizaje debe incluir el entender e internalizar símbolos y signos de la cultura, sociedad o grupos de trabajo con ciertas prácticas y herramientas culturales apropiadas como simuladores, ejercicios reales, elementos de laboratorios similares a los de la industria y de centros de investigación.

En los centros de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías se utilizan herramientas muy avanzadas con las cuales se simulan comportamientos, se generan resultados con procesos computacionales que ahorran tiempos y recursos de laboratorio. Algunas de esas herramientas que son muy costosas y específicas permiten simular el esquema visual en tres dimensiones de los nanotubos de carbono y llevar dichas herramientas a las escuelas no es factible, por lo que las animaciones que se proponen en esta tesis reemplazan a las mencionadas herramientas de una manera muy efectiva y permiten que los estudiantes desarrollen saberes y competencias considerablemente fuera del alcance común de una escuela preparatoria o bachilleres, estos saberes permiten adentrar a los estudiantes en ámbitos tecnológicos y vivir experiencias reales que les ponen los pies en una vivencia muy cercana a la realidad. (Díaz Barriga, 2003)

2.1.4 Estrategias docentes para un aprendizaje significativo

Un docente debe tener diversas herramientas didácticas, estrategias motivacionales y de trabajo escolar para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, y en toda esta gama de instrumentos es necesario considerar los siguientes aspectos esenciales:

1. Se deben conocer las características de los aprendices; considerar que son adolescentes, sus conocimientos previos, lo que los motiva, nivel de desarrollo cognitivo, etc.
2. El nivel de dominio que se pretende alcanzar dentro del universo al que pertenece dicho saber.
3. Actividades cognitivas y pedagógicas que debe desarrollar el alumno para obtener el logro que se pretende en el paso anterior.
4. Durante el desarrollo de las actividades el docente debe vigilar y corregir el proceso de enseñanza-aprendizaje.
5. Considerar la interacción previa que tienen los alumnos entre sí y con los materiales o equipos de trabajo, para un desarrollo en el ambiente más favorable (Díaz & Rojas, 1999:2-3)

El material para estudio de nanotubos de carbono, permite tener en cuenta todos estos puntos, ya que es una alternativa más para estudiar temas de diferentes disciplinas que se trabajan en el nivel medio superior, como es vectores en física, simetrías en matemáticas y redes de carbono en química, estas disciplinas interactúan en este nuevo saber y digo nuevo, porque en México a nivel medio superior no se maneja, sólo en los módulos del mundo de los materiales, en uno denominado nanotecnología, pero no deja de ser nuevo y poco conocido entre los estudiantes y profesores.

Con esta nueva herramienta se tiene una estrategia más para abordar temas del programa a ir más allá y relacionarlos con otras disciplinas o ciencias que aparentemente están aisladas, permitiéndose el enriquecer la experiencia escolar. El estudiante de nivel medio superior es en su mayoría, atraído por el uso de equipo tecnológicamente avanzado y el empleo de computadora, pizarrón inteligente y software interactivo le genera una motivación importante que permite estar más atento y perceptivo a los conocimientos que los mismos alumnos irán creando, claro todo con el apoyo del docente que guía el buen cumplimiento de lo planeado para las sesiones de trabajo.

2.1.5 Estrategias de enseñanza

A continuación se describen algunas estrategias a emplear para una enseñanza significativa, las cuales se realizan al inicio, durante o al final de la sesión.

Las estrategias que son previas al contenido fuerte de la clase se denominan preinstruccionales y orientan al alumno respecto a cómo y por qué medio aprenderá, además sirven para ubicar en el ambiente adecuado y lograr expectativas reales del nivel de aprendizaje a alcanzar.

En este punto se retoman los conocimientos previos, sobre vectores, simetrías y redes de carbono en un tiempo corto definido y se motiva a los estudiantes inicialmente retomando conocimientos previos para que ellos aprecien cómo interactúan estos saberes y el tipo de práctica que desarrollaran ellos.

Existen las estrategias coinstruccionales que fortalecen el contenido curricular, sirven para centrar la atención y detección de información importante, además de que el alumno pueda codificar y organizar los conceptos fundamentales; la difusión a los alumnos de aplicaciones de cada tipo de nanotubo de carbono hace énfasis en la importancia de las diferencias estructurales que se están analizando.

La ayuda visual de los nanotubos de carbono en sus diferentes tipos es una herramienta muy poderosa para que el alumnado clasifique y comprenda la esencia principal de cada uno de los tipos de nanotubos, sin ésta sería más complicado el desarrollo de los aprendizajes conceptuales deseados.

Por último las estrategias postinstruccionales que aparecen al final de la sesión y permiten al alumno formar una visión integradora y crítica del material y contenidos.

Podría ser un cuadro sinóptico o mapa conceptual, tomar registros como fotografías digitales, además de los propios nanotubos de acetato que los jóvenes desarrollan y así se podrán mostrar o desplegar lo aprendido y retroalimentarse con sus compañeros, además de poderse generar una discusión con sus iguales para enriquecer los aprendizajes generados.

2.1.6 Educación basada en competencias

Una conceptualización del término competencia en el ámbito educativo, nos lleva a definirla como “saberes de ejecución”, y dichos saberes son respecto a pensar, desempeñar, interpretar y actuar en diferentes momentos y lugares. Es centrarnos en estilos de aprendizaje y potencialidades individuales para que el aprendiz llegue a manejar con mucho dominio las destrezas señaladas en el comercio o la industria, pero no sólo es el poder hacer las cosas, sino de la mejor manera posible con el mejor desempeño posible, el cual se debe planificar de acuerdo a objetivos deseados. (Argudín, 2004)

Las competencias se desarrollan en entornos singulares en términos culturales, políticos y económicos, que requieren una planeación específica para que los saberes de ejecución sean en un contexto real, oportuno y necesario, de tal manera que formen parte de un proyecto de vida, y como herramienta para generar lo que se desea realizar o edificar y se esté preparado para los

compromisos que se derivarán del hecho de ser un nuevo individuo competente en cierto sistema sociocultural.

Un alumno que desarrolla competencias en un nivel de educación medio superior, respecto a nanotecnología, específicamente nanotubos de carbono, será en este México, en estos principios del siglo XXI, un potencial científico o investigador, con conocimientos que sustenten una fuerte inclinación por estudiar ciencias a un nivel de educación superior, en dado caso de que así lo decida ya que estará más preparado, motivado y consciente de saberes importantes para su nueva etapa de estudiante, donde asumirá mayores responsabilidades, pero siempre respaldado de un buen apoyo en sus competencias.

2.1.7 Teoría Práctica

Hoy, todos los saberes científicos enseñados a nivel preparatoria se olvidan al cabo de unos años, incluso semanas, ya que fuera del ambiente escolar, en la vida ordinaria es muy difícil discutir con científicos o aplicar lo recién aprendido en el hogar o con los amigos (Giordan & Vecchi, 1987), lo que en verdad es significativo es lo que se utiliza, por tal cualquier aprendizaje será reconocido como indispensable si lo vemos a nuestro alrededor y podemos influir en él.

Un consuelo actual o provecho que se ha detectado sobre los aprendizajes técnicos, es el desarrollo de habilidades de pensamiento y la capacidad para resolver problemas, ya que el alumno retoma experiencias escolares previas, las recuerda y entrelaza generando nuevos arreglos neuronales que modifican su forma de visualizar la realidad de una manera más capaz y apegada a el entendimiento de cómo funcionan las cosas. (Saint, 2000)

Por tal motivo se deben realizar cambios para procurar que los alumnos utilicen eficazmente en su actividad presente y futura las capacidades intelectuales desarrolladas en la escuela, ya sea en el exterior o en el mismo colegio.

2.1.8 El profesor como facilitador de aprendizaje

El enfoque actual de educación, en el que hay que darles todo el conocimiento a los alumnos tal vez no es el adecuado, y no lo es porque el alumno permanece pasivo, además lo que aprenden es momentáneo ya que se queda en una memoria mental de corto plazo, más no de manera significativa; en vez de darles pan, se les debe de enseñar a sembrar, cosechar y preparar su alimento. Por ello lo que debemos hacer los profesores no es transmitir los conocimientos, sino guiarlos, orientarlos y facilitarles el pan intelectual. También se ha olvidado que los alumnos aprenden y desaprenden en la calle, a través de los medios de comunicación electrónicos o libros. (Garibay, 2002)

Ahora las nuevas propuestas de educación sugieren que el docente sea un administrador del tiempo del estudiante, asesor y guía de su aprendizaje, para lo cual se deben realizar muchos cambios, pero los que afectan directamente a esta propuesta de trabajo son los siguientes: se dejan de impartir cursos y ahora se desarrollan ambientes y ámbitos de aprendizaje con gran poder y significado, el joven alumno es el centro o protagonista y no el docente, él genera su conocimiento, él interactúa con los iguales, crea su conocimiento y se asesora con el profesor, pero no depende de él para hacer sus propias experiencias.

Generar experiencias de aprendizaje bien planeadas y dirigirlas, que puedan ser continuamente renovadas y variadas con el propósito e intención de estimular habilidades, actitudes, relaciones y conocimientos que permitan enfrentar el mundo laboral y social competitivamente debe ser una preocupación constante de los docentes de manera individual y con la academia, reestructurando la nueva experiencia en el aula.

Por ello el trabajo de esta tesis es una experiencia de aprendizaje novedosa, fresca en la que los estudiantes generan su propio conocimiento al experimentar e interactuar con objetos de aprendizaje que requieren el manejo directo del aprendiz y no del profesor. Lo digo de esta manera porque el alumno

directamente tiene control del movimiento de los nanotubos y él decide dónde hacer pausas, retrocesos o avances y el profesor sólo facilitará y guiará el aprendizaje del alumno.

En los sistemas de educación se dejará de separar las materias o áreas del conocimiento para estudiarse de manera aislada, ahora, se unirán de nuevo y se tendrá una colaboración interdisciplinaria e interdepartamental, tal como ocurren en la vida cotidiana en todos los ámbitos en cuestión.

Además, la UNESCO establece que los alumnos no sólo deben realizar y mostrar cierto desempeño, sino hacerlo con otros, y generar cierto dominio relacional o social. (Garibay, 2002)

Por grado de complejidad se pueden dividir las experiencias de aprendizaje, algo muy similar a el nivel taxonómico de cognición de un aprendizaje y hay un nivel denominado “simulación de situaciones de ámbitos de aprendizaje artificiales”, donde encaja muy favorablemente la propuesta de trabajo de la tesis, ya que en una situación ficticia, como lo es la simulación de estructuras de nanotubos de carbono en tres dimensiones a través de un computador y una pizarra electrónica, el alumno aplica actividades y habilidades denominadas conocimientos previos y reestructura sus saberes con mayor relevancia y significado (Garibay, 2002).

2.1.9 Características de los adolescentes, desarrollo cognoscitivo y lenguaje

El desarrollo desde una visión física es una serie de cambios que ocurren desde que una persona es concebida, hasta que envejece y muere, no con esto, se consideran las cuestiones desfavorables como parte del desarrollo, ya que una enfermedad no es favorable y por lo tanto no es parte del desenvolvimiento tanto

físico como cerebral y a la vez se afectaría a otros tipos de desarrollos como el social o el profesional (Woolflok, 2006).

Para el desarrollo de una persona se toman en cuenta que ocurre a diferentes ritmos entre personas, algunos individuos crecen más rápido, generan habilidades más fuertes que otros, etc. También se debe contemplar que los cambios ocurren de manera ordenada; embrión, bebé, niño, adolescente, etc. Puede que con respecto a la parte cognitiva no se tenga muy claro cuál sea el orden de desarrollo pero sí se tiene en claro que debe haber un cierto orden, y debe quedar muy claro que todo desarrollo no es espontáneo, sino que es una serie de procesos graduales que toman su tiempo.

Respecto al desarrollo cognitivo, el cerebro es un órgano con muchas áreas específicas que funcionan de manera armónica y para este trabajo no sería relevante describir a detalle, pero de una forma global sabemos que a lo largo de la vida cuando el individuo va madurando este sistema cambia gradualmente.

El área educativa debe contemplar estas características del cerebro importantísimas del desarrollo cognitivo, el docente y las instituciones educativas deben tener presentes en todo momento que la maduración cerebral no se ha desarrollado por completo en la mayoría de los adolescentes, y debe valorarse en todo momento para determinar de la manera más acertada posible el estado emocional, cognitivo y receptivo que un estudiante puede tener en cierto momento de su vida escolar. Para el caso de adolescentes, de manera específica, se pueden mencionar las teorías que han tenido el mayor impacto en los estudios cognitivos.

La primera es la teoría que Jean Piaget y marca que los adolescentes y los adultos son capaces de realizar problemas abstractos, siendo un adolescente el individuo que ya puede generar procesos científicos y es en esta etapa denominada de operaciones formales; es en donde las personas se empiezan a preocupar por temas sociales y comienzan a buscar su identidad, esta etapa inicial de los 11 años en adelante (Woolflok, 2006).

Una segunda teoría de Piaget marca el hecho de que los individuos construyen su propia comprensión, por lo que de manera constructiva las personas aprenden. Y las experiencias concretas ofrecen lo esencial para el pensamiento, y al comunicarse, ponen a prueba y mejoran sus habilidades de pensamiento, lo anterior es importante para alcanzar aprendizajes donde el aprendiz construye su propio conocimiento.

Una tercer perspectiva es la sociocultural de Vygotsky y se dirige a marcar que las actividades humanas se llevan en ambientes culturales y no puede ser de otra manera, ya que la interacción social es el origen de los procesos mentales, y por tal, una adecuada influencia de los padres, amistades (los pares) y profesores, generando el ambiente propicio para que los adolescentes interioricen cultura adecuada, permite que los individuos se desarrollen en pro del tipo de individuo que la sociedad necesite y dado que en México se requiere de un gran desarrollo tecnológico y específicamente en nanotecnología, es importante que desde una edad en donde el joven busca el cómo influir laboralmente en la sociedad, sea invadido de una propuesta fresca y atractiva, una nueva visión de logros que él pueda alcanzar en este nuevo campo de desarrollo humano que abre posibilidades para muchísimas personas a nivel global.

2.1.10 Motivación escolar y sus efectos en el aprendizaje

El lenguaje, patrones de interacción entre profesores y alumnos, las actividades, apoyos didácticos, recompensas y formas de evaluar son elementos a considerar como herramientas de motivación en la actividad de enseñanza – aprendizaje, pero sin perder de vista que la motivación es proceso afectivo y se estimulan la necesidad de libertad, autoestima, sentido de competencia, capacidad de elección o autodeterminación, todas o algunas de estas características muy humanas serán modificadas en la búsqueda de la autorrealización personal. (Díaz & Hernández, 2002)

En la propuesta de trabajo se atiende a estos factores de una manera interconectada, subjetiva y al proponer a los alumnos el trabajo a desarrollar, se les ofrece de una manera diferente y ellos tienen libertad de acción, deciden como trabajar y se esforzarán por generar el mayor conocimiento en comparación de sus compañeros ya que entre ellos mismos aportan descubrimientos que se suman y se sentirán realizados una vez que visualicen cómo su labor va tomando forma y pueden sentirse dentro de las personas que entienden las características esenciales de los nanotubos de carbono.

Hay dos tipos de motivaciones, intrínseca y extrínseca, la primera, procura atender intereses personales y conquistar desafíos y no se requieren incentivos o premios ya que la misma actividad resulta recompensante en sí misma, en cambio en la motivación extrínseca, lo que mueve es el premio mas no la actividad.

Las personas son activas y curiosas, capaces de trabajar y desean comprender, resolver problemas y sentirse exitosos y competentes, por ello, en el ámbito educativo, se debe buscar en mayor grado motivación intrínseca que extrínseca.

La labor del docente debe ser generar motivos para que de manera voluntaria se apliquen a los trabajos de clase, tareas escolares y con un gusto auténtico por las actividades escolares y al mismo tiempo se crea una conciencia personal y social adecuada.

Las condiciones para que se pueda dar la motivación del individuo de manera intrínseca hacia la realización de una tarea son las siguientes:

- 1) Que la realización de la tarea sea ocasión para experimentar que se es competente.
- 2) Que se dé experiencia de autonomía, que el alumno sienta control en su entorno y su propia conducta (Díaz & Hernández, 2002).

La interacción que se propone en esta tesis permite que el alumno sea motivado intrínsecamente desde el primer momento, ya que el material, las bases teóricas, y el dominio que el alumno tiene sobre el material permite una autoconstrucción del conocimiento asistido en todo momento por el docente, y no importara un éxito o fracaso, sino el hecho de aprender será motivante ya que son saberes modernos y novedosos con gran significado en el contexto profesional.

2.2 Fundamentos conceptuales del tema científico abordado

Los Nanotubos de Carbono son fibras de átomos de carbono dispuestos en una red hexagonal cilíndrica que apreciadas de manera macroscópica parecen en una sola dimensión, ya que su relación de longitud (micrómetros) radio (nanómetros) es muy grande y visto desde un microscopio de alta tecnología podemos hablar de planos de nanotubos de carbono, como si estuvieran en dos dimensiones. Las aplicaciones de estos nanotubos de carbono aumentan continuamente de la manera más diversa.

2.2.1 Historia de los nanotubos de carbono

El Carbono es un elemento trascendental que dependiendo de las condiciones de formación, puede encontrarse en la naturaleza en distintas formas alotrópicas, carbono amorfo y cristalino en forma de grafito o diamante. Es el pilar básico de la química orgánica; se conocen cerca de 10 millones de compuestos de carbono, y forma parte de todos los seres vivos conocidos. (Saito, Dresselhaus, & Dresselhaus, 1998)

Se conocen cuatro formas alotrópicas del carbono, además del amorfo: grafito, diamante, fulerenos y nanotubos.

Si nos enfocamos específicamente al desarrollo histórico de los nanotubos, de deben mencionar como antecedentes, los sucesos o experimentos generados en el siglo diecinueve por Thomas A. Edison, quien desarrollo un filamento de carbono para bulbo eléctrico, los siguientes filamentos de carbono desarrollados fueron apareciendo más lentamente, ya que en los filamentos fue remplazado el carbono por tungsteno como elemento principal. En los 1950's, después de la segunda guerra mundial, hubo un desarrollo tecnológico muy importante, y muchas investigaciones se enfocaban en el desarrollo de nuevos materiales con mejores propiedades mecánicas, eléctricas o simplemente mas económicas, por lo que se desarrollaron las primeras fibras precursoras de polímeros.

En las décadas de los 50's y 60's fue un periodo de intensa actividad en la Union Carbide Corporation, The Aerospace Corporation y muchas mas alrededor del mundo. Los productos basados en fibras de carbón fueron rápidamente haciéndose populares por sus fáciles procesos de manejo en la industria y por lo barato que resultaban.

Con el tiempo y la investigación se especializaron los estudios y buscando cada vez más fibras específicas con diámetros pequeños de nivel microscópico, se llegaron a reportar observaciones de algunos filamentos muy delgados, de niveles nanoscópicos, pero no se les dio importancia, esto acontecía en los 1980's cuando se pudieron observar los primeros nanotubos, se reporto su existencia después de procesos de obtención de fibras por procesos muy específicos.

El descubrimiento de fulerenos en los inicios de los 1990's por Kroto y Smalley propició mayor estudio de fibras delgadas de carbono, los fulerenos son una de las formas alotrópicas del carbono, muy similar a las de los nanotubos, pero en forma esférica o elipsoidal, con estructuras hexagonales y pentagonales combinadas. De hecho en 1991 Dresselhaus propone la existencia de fulerenos cilíndricos, cuyas terminaciones acaban en fulerenos esféricos, esto sólo se quedó en teoría, hasta que Iijima reporta observaciones experimentales usando microscopía electrónica de transmisión TEM por sus siglas en ingles, desde este

estudio, los nanotubos, su tecnología, estudio y desarrollo crece rápidamente dejando de ser algo teórico a algo muy tangible.

2.2.2 Tipos de nanotubos de carbono

Hay básicamente dos clasificaciones para los nanotubos, una es por el número de capas y la otra definida por el vector de chiralidad, que determina la “torsión” y tipos de simetrías que presenta el nanotubo en sus paredes. (Saito, Dresselhaus, & Dresselhaus, 1998)

Primero hablemos de esta última clasificación, en la cual se requiere definir ciertas características especiales para poder entender el porqué de esta clasificación.

Para un nanotubo de pared sencilla (single wall nanotube, SWNT), el diámetro de un nanotubo de carbono es de orden nanométrico tan pequeño, en algunos casos puede alcanzar un diámetro menor a 2nm, y su longitud puede ser más grande que 1 μ m. Esta relación tan dispareja permite que los nanotubos muchas veces sean considerados unidimensionales.

Los nanotubos están formados por anillos de seis carbonos, que forman una malla enrollada, y es muy importante la orientación de estos hexágonos de carbono, ya que forman tres posibles casos de SWNT, los hexágonos no están distorsionados, solo la curvatura.

Como se mencionó en el párrafo anterior, hay tres posibles casos, pero dos de ellos comparten la denominación de nanotubos con simetría “*achiral*” (*sin quiralidad*); donde se tiene una simetría espejo que prevalece en toda la estructura periódica del nanotubo. Estos dos casos se denominan nanotubos *armchair* y *zigzag*, estos nombres son derivados de cómo quedaría un corte transversal en el nanotubo, la *armchair* toma la forma de los descansabrazos en los asientos, y la *zigzag* es como dientes de sierra.

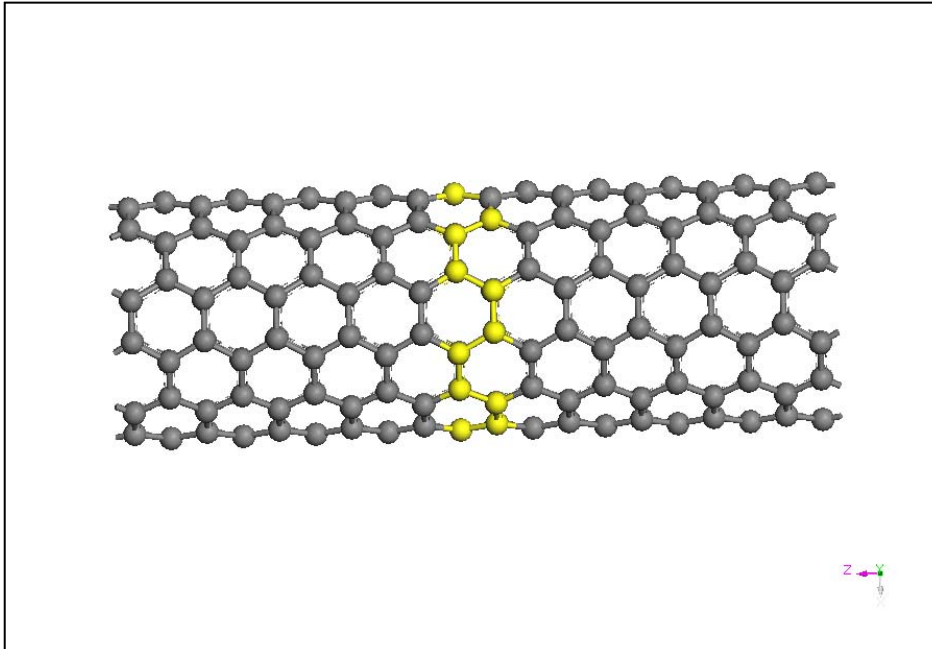


Ilustración 1. Nanotubo armchair

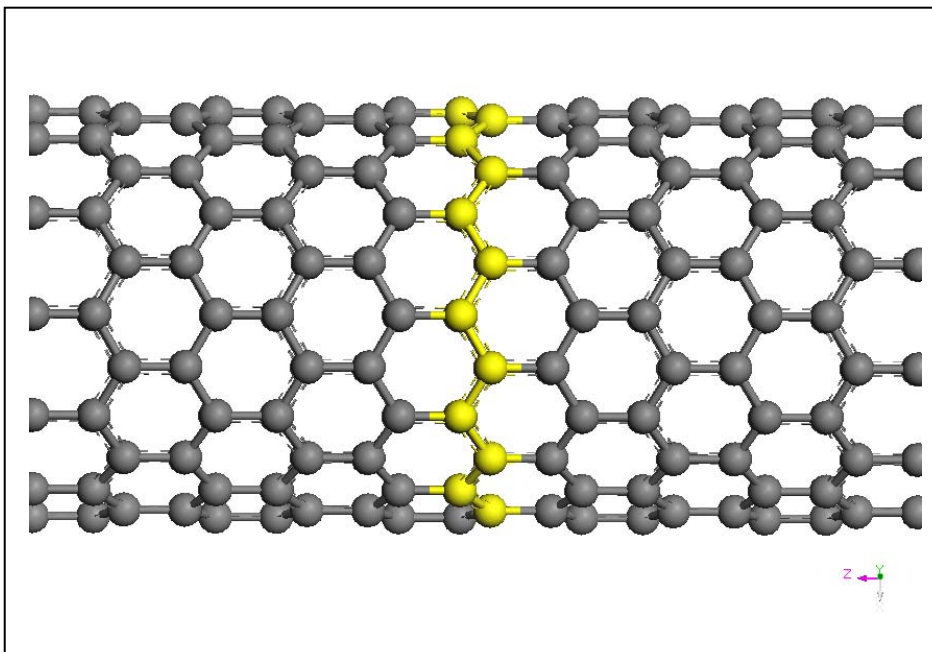


Ilustración 2. Nanotubo zigzag

Ya con una ayuda visual se puede notar el por qué de los nombres y se tiene una idea visual de cada tipo de nanotubo.

La última clasificación sería para los tubos que presentan quiralidad o 'Chirality', esta característica es contraria a los ejemplos anteriores, ya que no presenta una simetría que permita una superposición debido a la torsión que presenta la malla que forma el nanotubo de carbono, una combinación de diferentes diámetros presentar o no quiralidad, permite tener gran variedad de nanotubos, y en cada una se presentan características únicas que atenderemos mas adelante.

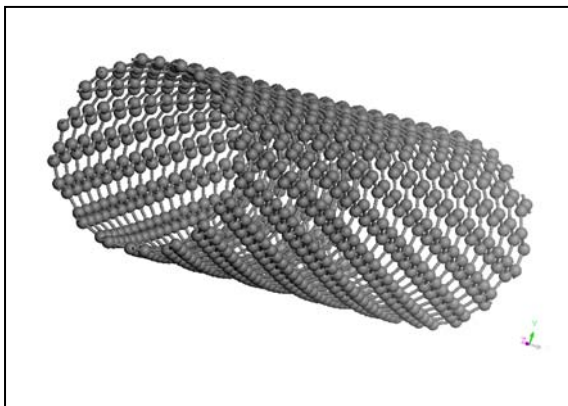


Ilustración 3. Nanotubo con quiralidad vista isométrica

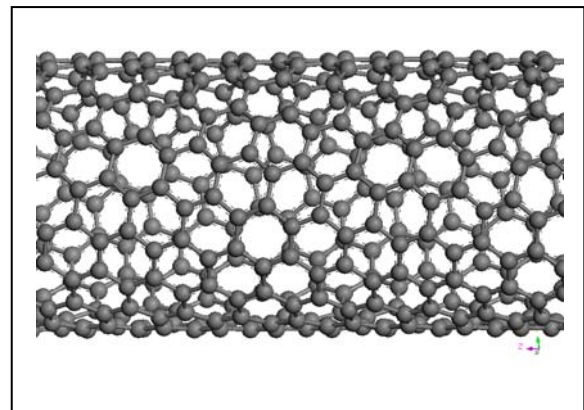


Ilustración 4. Nanotubo con quiralidad vista lateral

La otra forma de clasificar a los nanotubos es de acuerdo a las capas que lo forman, de una capa o "Single Wall nanotube" (SWNT) o multi capa "Multi Wall nanotube".

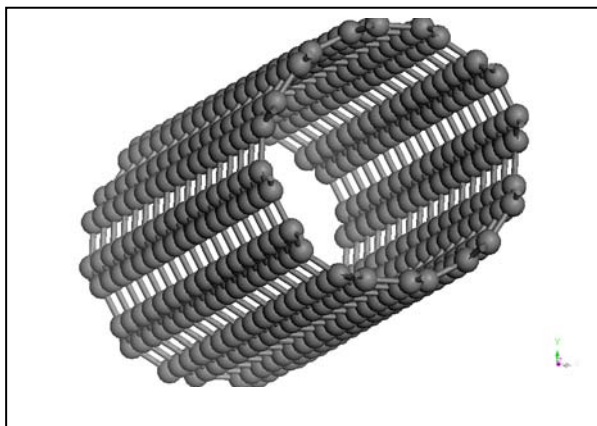


Ilustración 5. Nanotubo SWNT vista isométrica



Ilustración 6. Vista frontal

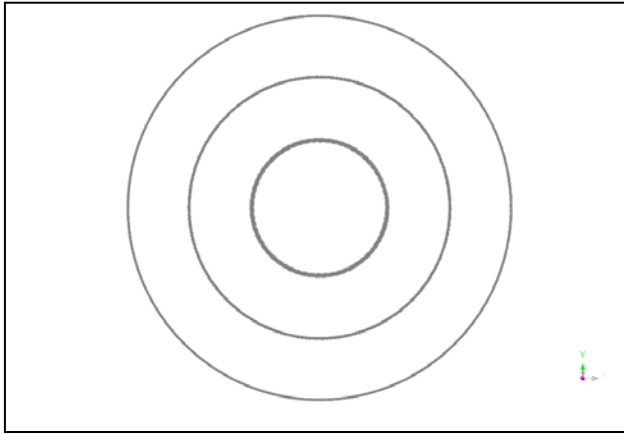


Ilustración 7. MWNT vista frontal

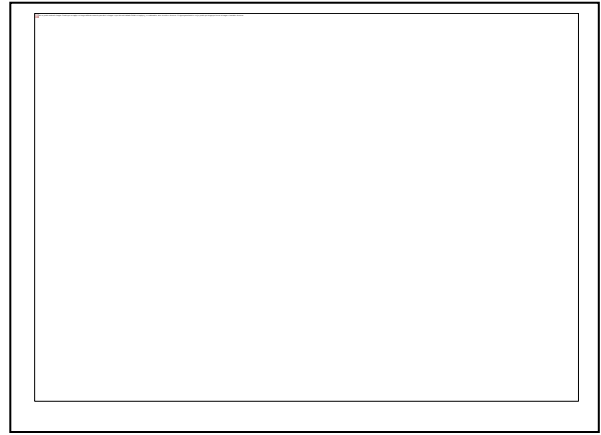


Ilustración 8. MWNT vista isométrica

2.2.3 Aplicaciones de los nanotubos de carbono

Desde el descubrimiento de los nanotubos de carbono se han desarrollado teorías que predicen las propiedades mecánicas, eléctricas, térmicas, químicas y ópticas, las cuales con el paso del tiempo se han ido comprobando y se ha visto que cada tipo de nanotubo tiene características muy específicas, que los hacen materia de investigación y desarrollo buscando aplicaciones de alta tecnología.

Un considerable número compañías observan con atención el avance científico en este campo nanotecnológico, ya que se obtienen grandes ventajas competitivas y económicas al introducir nanotubos de carbono en sus procesos o productos. Hablar específicamente de cada aplicación no sería factible en este capítulo, en el siguiente de manera más detallada se mencionan algunas de las destacadas aplicaciones presentes y futuras en el campo de los nanotubos de carbono. (Rivas, Ganzer, & Cosme, 2007)

CAPÍTULO III. DESARROLLO O CUERPO DEL PRODUCTO PRINCIPAL

Al inicio del año 2009 se tenían varias inquietudes respecto de cómo desarrollar el proyecto de tesis de la maestría en educación científica, contemplando principalmente en el área de física algo de teoría electromagnética o bien, un proyecto de nanotecnología, y al analizar las dos posibilidades se tomó la decisión por el área nanotecnológica por los siguientes motivos:

- La Teoría Electromagnética es una disciplina con cierto nivel de estudio en las aulas de bachillerato, en cambio la nanotecnología es prácticamente desconocida entre los adolescentes de educación de nivel medio.
- Estudiando alternativas y platicando con los doctores del CIMAV, en especial con Dr. Espinosa, interesó más el área de nanotecnología y específicamente nanotubos de carbono.
- Retomando el módulo de nanotecnología del mundo de los materiales, se recordó que esta un tanto deficiente a mi parecer, y faltaba ser enriquecido, y con base a esta necesidad, se decidió trabajar en nanotecnología.

Para el desarrollo de la propuesta de tesis sobre nanotubos de carbono en el Sistema de Educación Media Superior primero se tuvo que aprender las características básicas y distintivas de los nanotubos de carbono, como lo es la historia, características, clasificación, aplicaciones y expectativas; todo con apoyo de material encontrado en internet, además de libros como el ejemplar de la biblioteca del CIMAV llamado “Physical Properties of Carbon Nanotubes” del científico japonés R. Saito. Pero de manera más significativa es la ayuda obtenida por el software llamado “Materials Studio 4.0” de Accelrys Software Inc., y de hecho esta ayuda marcó el tipo de trabajo que se desarrollaría, ya que permite de manera visual en tres dimensiones, realizar estudios muy variados, no sólo de

nanotubos de carbono o fulerenos, sino de muchísimos grupos funcionales, cristales, polímeros, entre otros y realizar simulaciones y pruebas en la computadora ahorrando tiempo y dinero. Este Software es muy vasto y es considerado una herramienta indispensable en cualquier laboratorio de desarrollo tecnológico.



Ilustración 9. Logotipo Materials Studio 4.0

La primera tarea a realizar, fue la familiarización del software en una primera etapa de manera muy general, para luego, de manera más específica, sólo respecto a nanotubos de carbono, pasaron alrededor de dos meses, en los cuales se aprendía tanto la teoría de los nanotubos de carbono como la construcción en la computadora de estos tubos de carbono.

Las características que distinguen a los nanotubos de carbono; como son dimensiones, simetrías y vectores; conceptos importantes que fueron asimilados de manera teórica, rápidamente se comprendieron con ayuda de la visualización en tres dimensiones. Una vez que se definía cada uno de los nanotubos en el Materials Studio, y esa ventaja que encontré es la que se decidió transmitir a los alumnos de preparatoria, obviamente el costo de adquirir la licencia para este software es muy alto para una escuela de bachillerato, por lo que se tomó la decisión de realizar animaciones interactivas que permiten a los alumnos visualizar en tres dimensiones cada uno de los tipos de nanotubos existentes. Con esto, se cuenta con apoyo muy efectivo para introducir a los alumnos al

campo de la nanotecnología, y de manera muy específica a los nanotubos de carbono, que es el área de mayor avance en esta escala (nano) de tecnología.

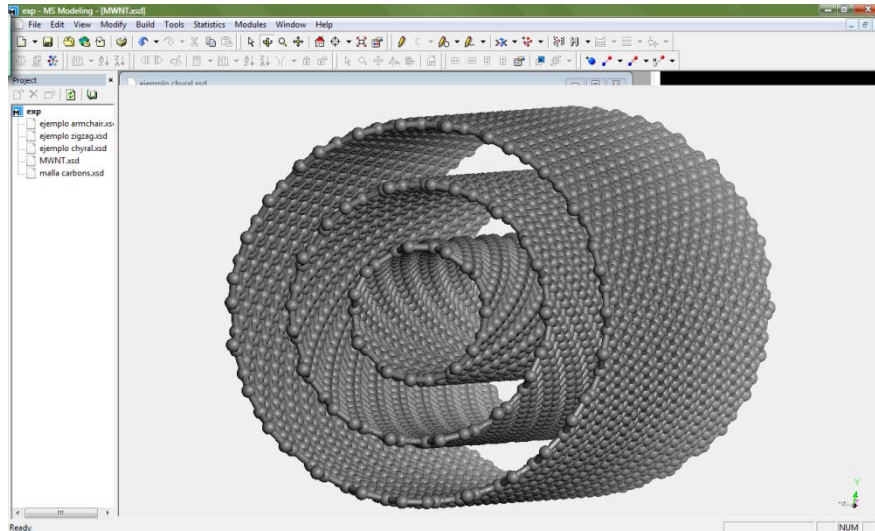


Ilustración 10. Interface de trabajo con Materials Studio 4.0

Una vez que se empezó a estudiar y se logró cierto dominio del programa Materials Studio en relación a las funciones básicas y más generales, se comenzó a utilizar las funciones específicas para nanotubos de carbono, y actualmente se tiene un dominio claro de las características esenciales de los nanotubos de carbono, las cuales se mencionan a continuación.

3.1 Estructura del nanotubo de capa simple

Las características y la diferencia entre nanotubos de capa simple, está determinada por un vector de chiralidad llamado “vector quiral” (n, m) donde n y m son enteros positivos. Para poder describir este vector, se requiere que se sigan los siguientes pasos. (Thomas, 2000)

Para cualquier nanotubo que se requiera analizar y entender cómo se genera este vector, imagine que se desenrolla y se mantiene como un plano o malla, sin perder de vista el eje del nanotubo cuando estaba enrollado, y se trazan dos líneas paralelas a este eje, como se muestra a continuación.

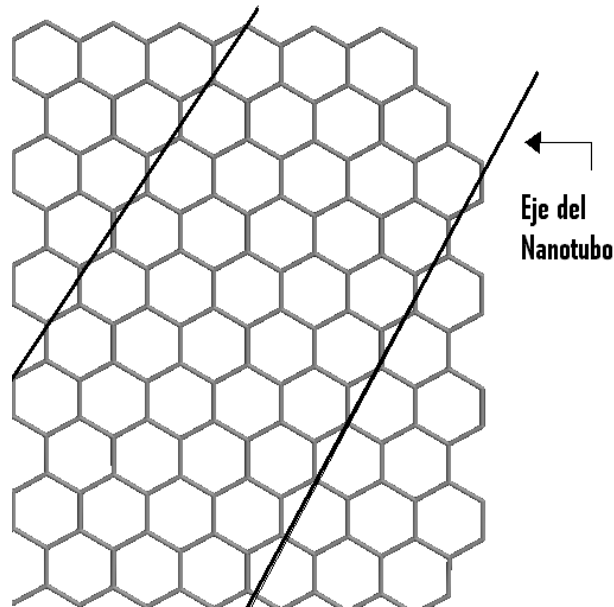


Ilustración 11. Líneas paralelas

La colocación de estas líneas no es arbitraria, como se había comentado son paralelas al eje del nanotubo, y además, si pensáramos en recortar la sección entre estas dos líneas y uniéramos las partes exteriores, ambas encajarían perfectamente, con esto nos aseguramos que están bien colocadas, claro siempre pretendiendo que la sección entre líneas sea la más angosta que cumpla con esta condición.

Ahora se localiza un carbón que este sobre una de las líneas (punto A) y desde ahí trazamos una línea que pase paralela a los enlaces de una manera casi perpendicular al eje del nanotubo, esta línea se denomina "armchair line".

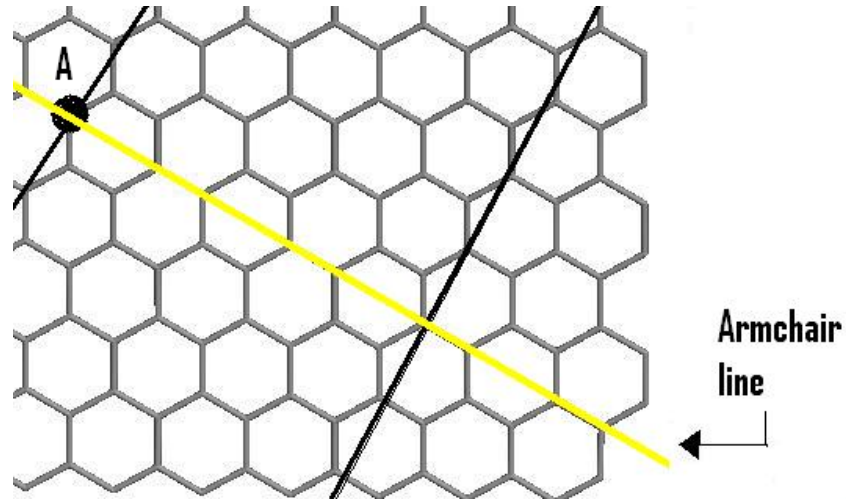


Ilustración 12. Trazo de la línea armchair

El siguiente paso será buscar un carbono que esté sobre la otra línea paralela al eje del nanotubo y que esté cerca de la “armchair line” y lo nombraremos punto B, para finalizar se unen este par de puntos A y B para así formar el vector quiral.

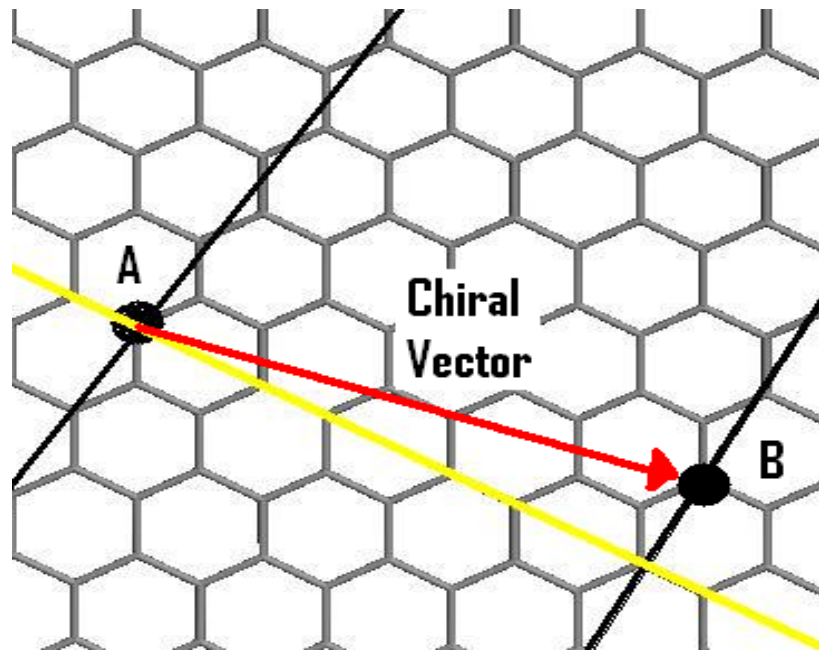


Ilustración 13. Vector quiral

Entre 'armchair line' y el vector quiral hay un ángulo Θ formado por estas dos líneas. Cuando este ángulo $\Theta = 0^\circ$ tenemos un nanotubo armchair, si es $\Theta = 30^\circ$ se denomina nanotubo zigzag y si el ángulo $0^\circ < \Theta < 30^\circ$ será denominado nanotubo con quiralidad.

El vector quiral se denomina R y se puede definir como $R = na_1 + ma_2$, donde n y m son enteros positivos, además, a_1 es un vector unitario que tiene la dirección zigzag como se muestra a continuación, y a_2 es otro vector unitario cuya dirección es el reflejo de a_1 sobre "armchair line".

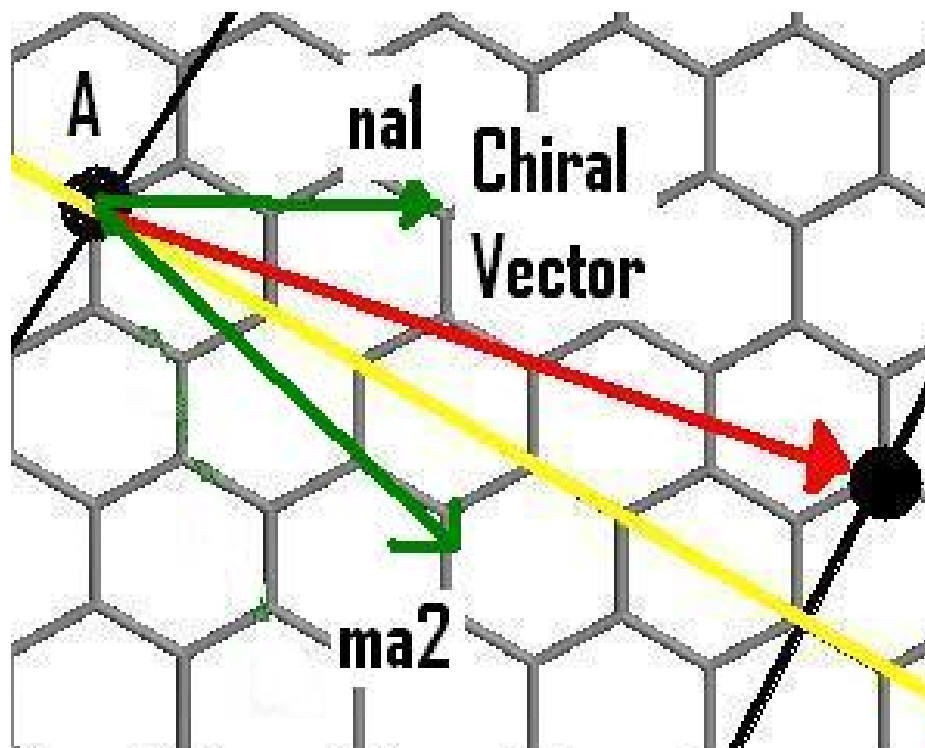
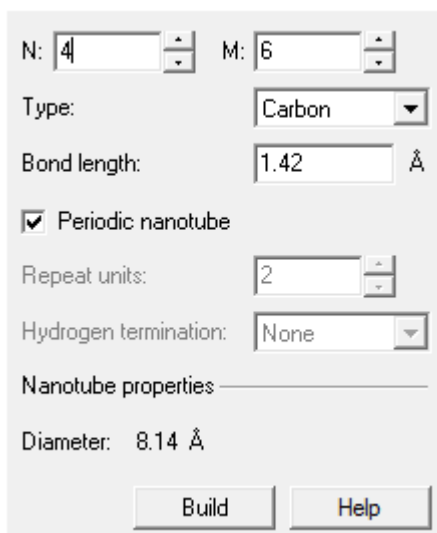


Ilustración 14. Vectores na_1 y ma_2

Los valores de n y m determinan la quiralidad del nanotubo o el torcimiento que tendrá. La quiralidad afecta el nivel de conductividad, densidad, estructura de la malla entre otras propiedades. Un SWNT se dice que se comporta como metal si $n - m$ es divisible entre tres, de otra forma tendrá un comportamiento de semiconductor.

Los coeficientes enteros n y m son la base para definir un nanotubo de carbono, y por tanto, cuando se va a realizar un nuevo proyecto de nanotubos, el programa Materials Studio pide como únicos datos estos dos coeficientes o magnitudes de los vectores unitarios que definen al vector quiral, una vez introducidos, automáticamente el programa define el radio del nanotubo, las características de simetría del nanotubo, y en general, todas las características geométricas y físicas del nanotubo. Por cada combinación de valores n y m , hay un único nanotubo de carbono, con características propias que no se repite con algún otro. Tal vez, haya similitudes, pero identidad de propiedades no se tendrán entre dos nanotubos de carbono con diferentes coeficientes (n,m) .



The image shows a software configuration window for creating a carbon nanotube. It includes the following fields and options:

- N: 4
- M: 6
- Type: Carbon
- Bond length: 1.42 Å
- Periodic nanotube
- Repeat units: 2
- Hydrogen termination: None
- Nanotube properties section with a separator line
- Diameter: 8.14 Å
- Buttons: Build, Help

Ilustración 15. Configuración de n y m

3.2 Tipos de nanotubos de carbono

Hay básicamente dos clasificaciones para los nanotubos, una es por el número de capas y la otra definida por el vector de quiralidad, que determina la “torsión” y tipos de simetrías que presenta el nanotubo en sus paredes.

Primero hablemos de esta última clasificación, en la cual se requiere definir ciertas características especiales para poder entender el por qué de esta clasificación.

Para un nanotubo de pared sencilla (single wall nanotube, SWNT), el diámetro de un nanotubo de carbono es de orden nanométrico tan pequeño, en algunos casos puede alcanzar un diámetro menor a 2nm, y su longitud puede ser más grande que 1 μ m. Esta relación tan dispereja permite que los nanotubos muchas veces sean considerados unidimensionales. (Saito, 1998)

Los nanotubos están formados por anillos de seis carbonos, que forman una malla enrollada, y es muy importante la orientación de estos hexágonos de carbono, ya que forman tres posibles casos de SWNT, los hexágonos no están distorsionados, solo la curvatura.

Como se mencionó en el párrafo anterior, hay tres posibles casos, pero dos de ellos comparten la denominación de nanotubos con simetría “*achiral*” (*sin quiralidad*); donde se tiene una simetría espejo que prevalece en toda la estructura periódica del nanotubo. Estos dos casos se denominan nanotubos *armchair* y *zigzag*, estos nombres son derivados de cómo quedaría un corte transversal en el nanotubo, la *armchair* toma la forma de los descansabrazos en los asientos, y la *zigzag* es como dientes de sierra.

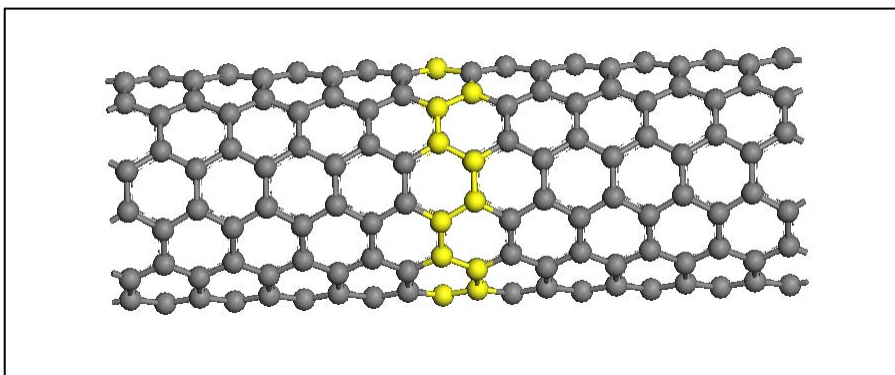


Ilustración 16. Nanotubo Armchair

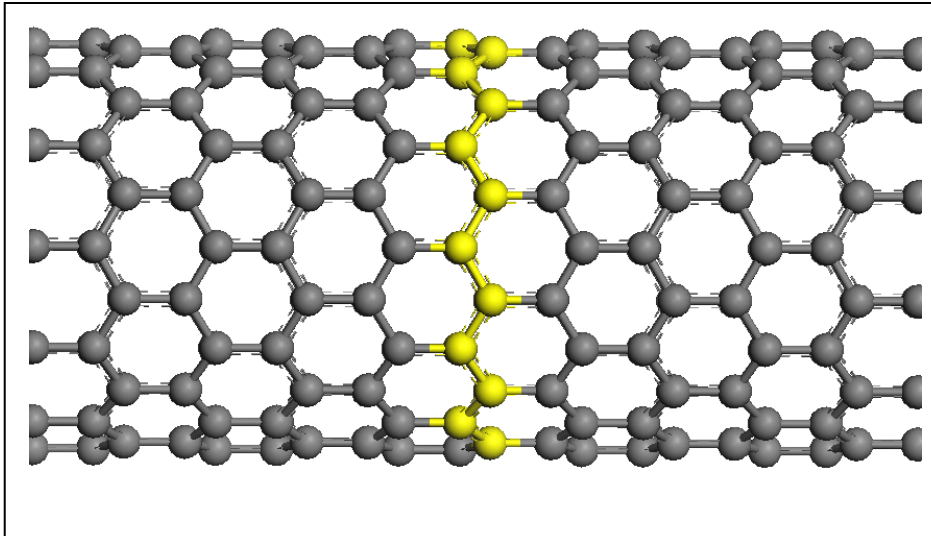


Ilustración 17. Nanotubo zigzag

Ya con una ayuda visual se puede notar el por qué de los nombres y se tiene una idea visual de cada tipo de nanotubo. La última clasificación sería para los tubos que presentan quiralidad o "*Chirality*", esta característica es contraria a los ejemplos anteriores, ya que no presenta una simetría que permita una superposición debido a la torsión que presenta la malla que forma el nanotubo de carbono.

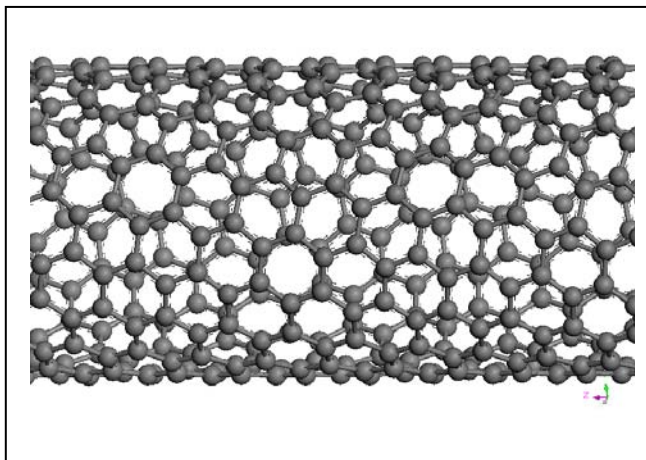


Ilustración 18. Nanotubo con quiralidad vista lateral

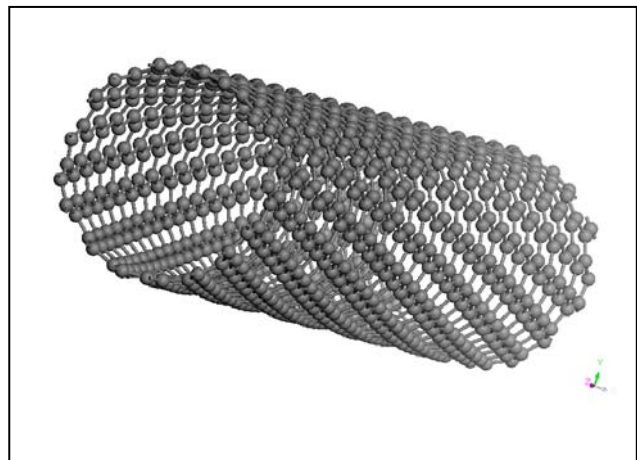


Ilustración 19. Nanotubo con quiralidad vista isométrica

De una manera general se podrían esquematizar los tres tipos de nanotubos en el siguiente diagrama, para poder comparar y visualizar en el corte derecho que tiene cada uno de los nanotubos, cada nanotubo le hace honor a su

nombre, bueno, en los dos primeros casos; zigzag y armchair respectivamente, por lo que el ultimo es el nanotubo con chiralidad.

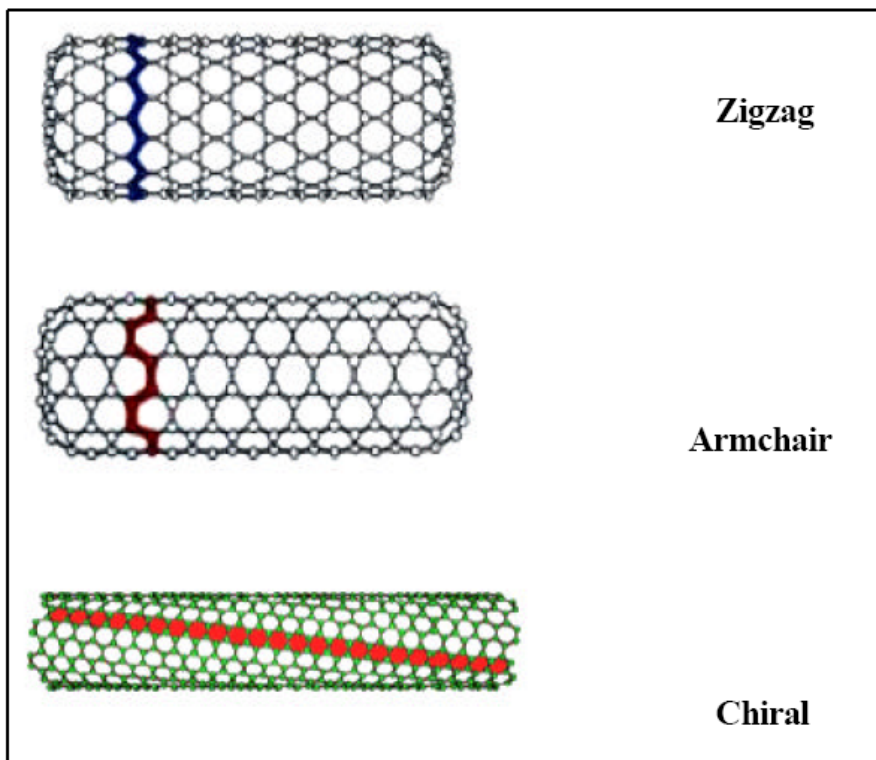


Ilustración20. Clasificación de nanotubos

La otra forma de clasificar a los nanotubos es de acuerdo a las capas que lo forman, de una capa o 'Single Wall nanotube' (SWNT) o multi capa 'Multi Wall nanotube'(MWNT).

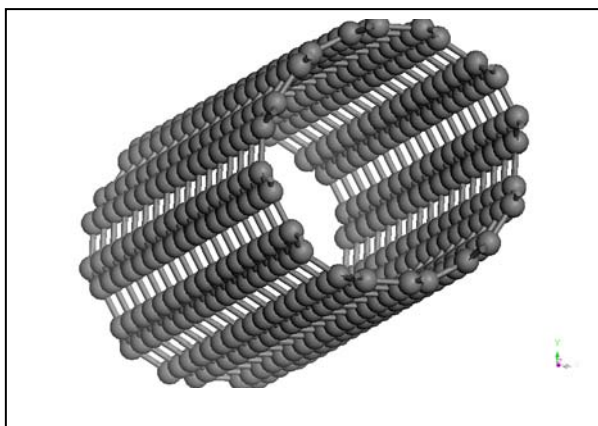


Ilustración 21. SWNT vista isométrica



Ilustración 22.SWNT vista frontal

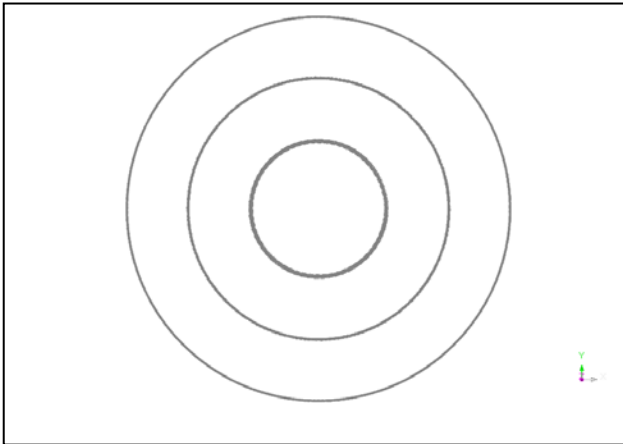


Ilustración 23. MWNT vista frontal

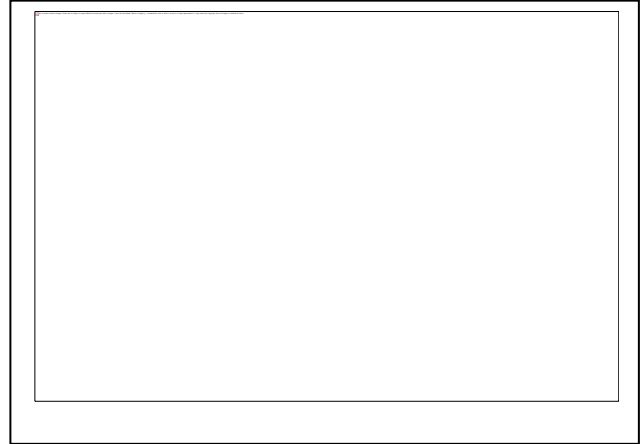


Ilustración 24. MWNT vista isométrica

3.3 Síntesis u obtención de nanotubos de carbón.

En este apartado no se pretende mostrar de manera específica los procesos que se realizan en los laboratorios de nanotecnología para la obtención de los diferentes tipos de nanotubos, ya que no es el objeto del trabajo, pero es considerablemente enriquecedor el indagar de manera muy general en los tres procedimientos básicos para su obtención.

Cuando se realiza la combustión de material orgánico como madera en una fogata común, los átomos de carbono son separados entre si por la acción de las altas temperaturas, pero después de un tiempo de enfriamiento, el carbono se recombina y forma glóbulos amorfos, fullerenos o unas capsulas diminutas pero largas en relación con su diámetro llamadas nanotubos de carbono. En los laboratorios lo que hacen es crear este hollín pero con la intención de que contenga muchísimos nanotubos de carbono. (Alca, 2005)

Básicamente hay tres métodos para obtener nanotubos de carbono:

- Descarga por arco
- Vaporización por laser
- Deposición química en fase vapor (CVD)

Descarga por arco.- consiste en colocar dos electrodos de grafito, cuyos diámetros son de 0.5 mm a 40mm encontrados y con una separación milimétrica, se les aplica una diferencia de potencial que genere un arco de corriente eléctrica que provoca que el carbono se evapore, para que luego se condense formando muchos nanotubos de carbono.

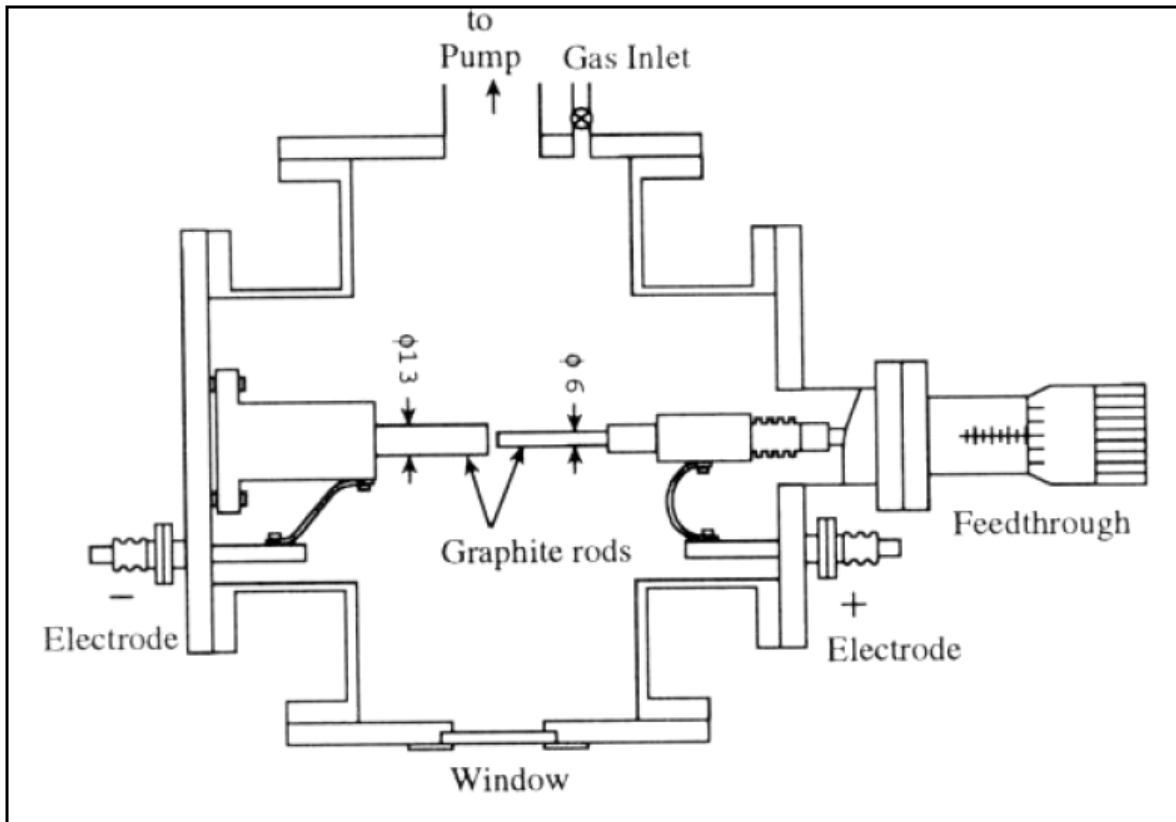


Ilustración25. Síntesis por descarga por arco

Este método no sólo genera nanotubos de carbono, sino también fullerenos y estructuras amorfas de carbono y tiene una eficiencia del 30% con longitudes en los nanotubos muy variadas pero mayormente cortas (50micrometros o menos).

Método por vaporización laser.- Este procedimiento consiste en emplear pulsos laser dirigidos a barras de grafito y generar gas caliente (1200 grados centígrados) de carbono a partir del cual se obtienen los nanotubos con una eficiencia del 70% de nanotubos SWNT.

Deposición química en fase vapor (CVD).- Consiste en colocar un sustrato metálico que actúa como catalizador en un ambiente de baja presión de helio y se va calentando a 600 grados centígrados y se va agregando acetileno, metano o benceno, y de la reacción se libera carbono que se recombina en forma de nanotubos. El catalizador se aglutina en partículas que sirven de base para que se forme el nanotubo y el tamaño de este aglutinamiento define el diámetro de los nanotubos.

Con este método se obtienen por lo general MWNT, con una eficiencia de 20% al 100% pero algunas veces con irregularidades, este método es muy empleado por su sencillez y se aplica en escala industrial. Hay algunos otros métodos y posiblemente salgan algunos más pero estos tres mencionados anteriormente son los mas comunes y eficiente.

3.4 Aplicaciones de los nanotubos de carbono

Cuando al inicio de la década de los 90's se hizo el descubrimiento formal de los nanotubos de carbono, se generaron muchísimas expectativas respecto a las posibles propiedades y por tanto, se esperó el desarrollo en muchísimas aplicaciones tecnológicas.

Estas expectativas no han sido defraudadas y a casi 20 años se han logrado descubrir muchas propiedades de los nanotubos de carbono, claro, muy diversas, dependiendo si son SWNT o MWNT, además de longitud, diámetro y quiralidad (Armchair, Zigzag o con quiralidad) y de los defectos presentes en los nanotubos como lo es deformaciones, vacancias o impurezas. (Rívas, Ganzer, & Cosme, 2007)

El incorporar avances en nanotecnología a las industrias genera ventajas competitivas y económicas, es por eso que muchísimas empresas invierten y trabajan en investigación para el desarrollo del aprovechamiento de las propiedades mecánicas, térmicas, químicas, eléctricas y ópticas de los nanotubos de carbono para las posibles aplicaciones con las cuales se obtienen notables progresos.

A continuación se menciona una muestra de la inmensa gama de aplicaciones de los nanotubos de carbono en diferentes áreas tecnológicas.

En Electrónica.- debido a las peculiares propiedades eléctricas que muestran los nanotubos de carbono, se pueden comportar como metales o semiconductores, lo mismo que los transistores, y por lo cual tener control eléctrico y ya que en cualquier aparato eléctrico hay transistores, pues en todos los aparatos electrónicos podrá haber próximamente nanotubos, los cuales ahorrarían espacio y energía. En la siguiente tabla se muestran algunas aplicaciones actuales de los nanotubos de carbono en este ámbito.

Propiedad	Aplicación
Metálicos ($n-m=3i$).	Nanocircuitos: Interconectores.
Semiconductores ($n-m \neq 3i$).	Nanocircuitos: Diodos, Transistores
Emisión de campo.	Pantallas planas, lámparas y tubos luminiscentes, tubos de rayos catódicos, litografía por haz de electrones, fuentes de rayos X, amplificadores de microondas, tubos de descarga en redes de telecomunicaciones, microscopios electrónicos de barrido, nanotriodos, betatrones.
Resuenan mecánicamente ante una señal electromagnética incidente (por fuerzas de Coulomb).	Filtros de radiofrecuencia
Comportamiento, resistivo, capacitivo e inductivo.	Filtros de radiofrecuencia
Se deforman en presencia de un campo eléctrico por una fuerza electrostática.	Memorias
Transforman la luz en electricidad y producen luz al inyectarles exceso de carga.	Dispositivos Optoelectrónicas.

En instrumentación.- debido a que los nanotubos de carbono permiten capturar características del medio externo para transformar esa señal en una energía que se pueda medir, transmitir y procesar. Además, con la ventaja de que los nanotubos son pequeños, portátiles, y de bajo consumo.

Propiedad	Aplicación
Cambio en la resistencia y capacidad al reaccionar químicamente con ciertas sustancias	Sensores Químicos
Cambio en la resistencia al ser sometido a fuerzas mecánicas	Sensores mecánicos
Cambio en la frecuencia de vibración al ser sometido a una fuerza	Sensores mecánicos resonantes
Aumenta la resistencia con la temperatura	Sensores térmicos
Producen corriente eléctrica al ser iluminados	Sensores Electromagnéticos
Presentan Fotoluminiscencia	Sensores electromagnéticos
Emiten electrones cuanto reciben microondas, luz visible o infrarroja.	Sensores electromagnéticos
La corriente de electrones emitida depende de la presión de la cámara	Sensores de presión de emisión de campo

Aplicaciones en nuevos materiales.- los nanotubos de carbono podrían ser la base de nuevos materiales; ser la estructura esencial, ya que pueden formar fibras muy resistentes gracias a las fuerzas de Van Der Waals que los forman y luego si presentan chiralidad pues aumentan su resistencia. Pero también podrían ser parte de compuestos ya existentes, sólo mejorando sus características para lo que fueron diseñados.

Biotecnología y Química.- primeramente se podría mencionar que los nanotubos de carbono tienen gran capacidad de adsorción y absorción. Como adsorción es porque en su gran superficie puede retener moléculas o iones de

otros cuerpos y así trabajar como filtros de líquidos y gases. Como absorbente, también permiten retener moléculas y iones en el interior del nanotubo gracias a reacciones químicas que se generan lo que se pretende absorber queda atrapado por decirlo de alguna manera. En laboratorios de ciencia de materiales en Japón, adhieren al nanotubo galio, el cual reacciona con metales pesados y permite así generar un filtro que absorbe metales y así eliminar sustancias tóxicas o radioactivas.

Hay más e interesantes aplicaciones de los nanotubos de carbono, muchísimas y no terminaría por informar de ellas, además de que constantemente hay que actualizarse porque se generan mejoras continuamente y algo que se veía como posible aplicación de nanotubos de carbono, puede revocarse o tomarse como un hecho en poco tiempo.

Con esto se termina una sección de bases teóricas de los nanotubos de carbono, conocimientos básicos respecto a esta rama de la nanotecnología. En el siguiente apartado se describe el proceso para generar material didáctico que permite inducir a los estudiantes de bachillerato en el estudio de nanotecnología, específicamente nanotubos de carbono.

3.5 Realización de las Herramientas de Aprendizaje

Para que los alumnos se interesen y se apropien de aprendizajes significativos respecto a nanotubos de carbono, se tuvo que idear estrategias y herramientas que permitan lograrlo eficazmente, por ello se generaron básicamente dos tipos de materiales que permiten desarrollar técnicas de trabajo de aprendizaje con enfoque en competencias. En octubre del 2009 se empezó a desarrollar un apoyo visual que permite comprender las características y clasificación de los nanotubos de carbono, con base en la gran herramienta que es Materials Studio, se tomó la idea de generar animaciones en tercera dimensión desarrollado en Macromedia

Flash Professional 8.0 , las cuales tienen la idea básica de una manipulación y exploración que los mismos alumnos generen y así verificar las diferencias entre cada uno de los nanotubos de carbono, de manera que el alumno por sí solo o con ayuda de sus compañeros visualizará las características distintivas de cada uno de los tres ejemplos de nanotubos de carbono, el armchair, el zigzag y uno chiral.

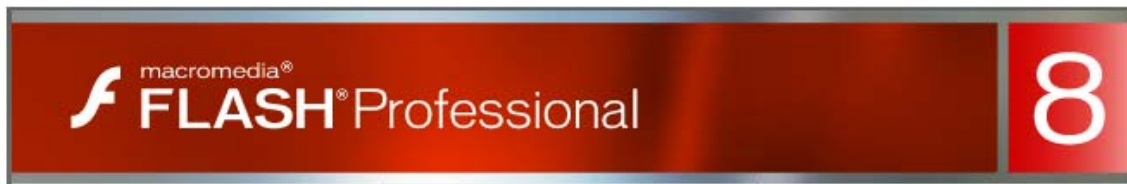


Ilustración 26. Macromedia flash 8.0

Para poder trabajar con este software tan popular entre los desarrolladores de animaciones, pues se tuvo que estudiar y aprender las bases ya que no se contaba con experiencia previa para el manejo de flash, con ayuda de un libro que se tomó como base llamado Flash 8 ActionScript Bible de Joey Lott y Robert Reinhardt tomé ideas básicas y principios para el manejo de esta poderosa herramienta que se implementa en la creación de la mayoría de las páginas web que muestran contenidos dinámicos y animados.

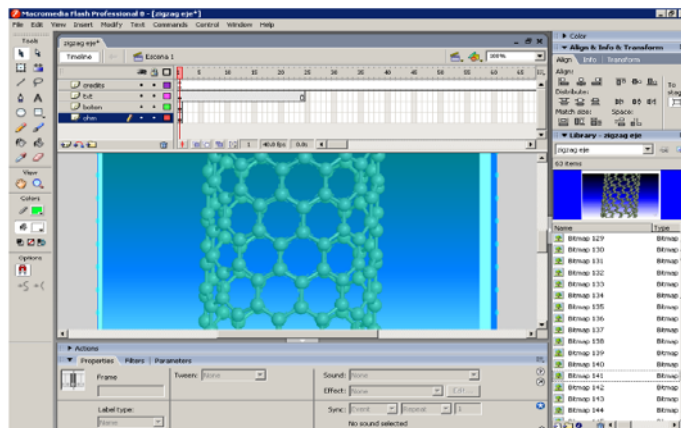


Ilustración 27. Realización de nanotubos en flash

Una vez dominado lo necesario para generar las animaciones, fueron realizadas dos por cada tipo de nanotubo; una con visión enfocada al eje del nanotubo y otra con visión transversal al eje del nanotubo, por lo que se crearon seis animaciones, a continuación se aprecian en fotografía cada una de ellas.

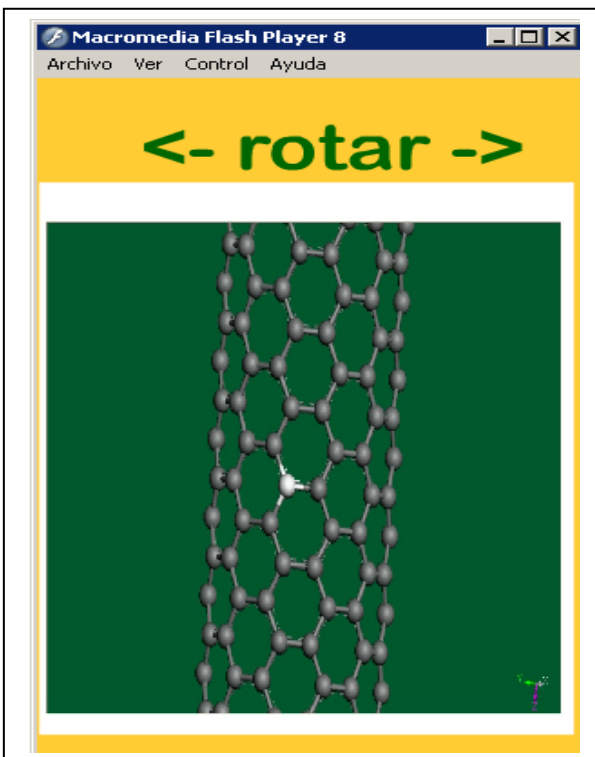


Ilustración 28. Armchair con giro en el eje

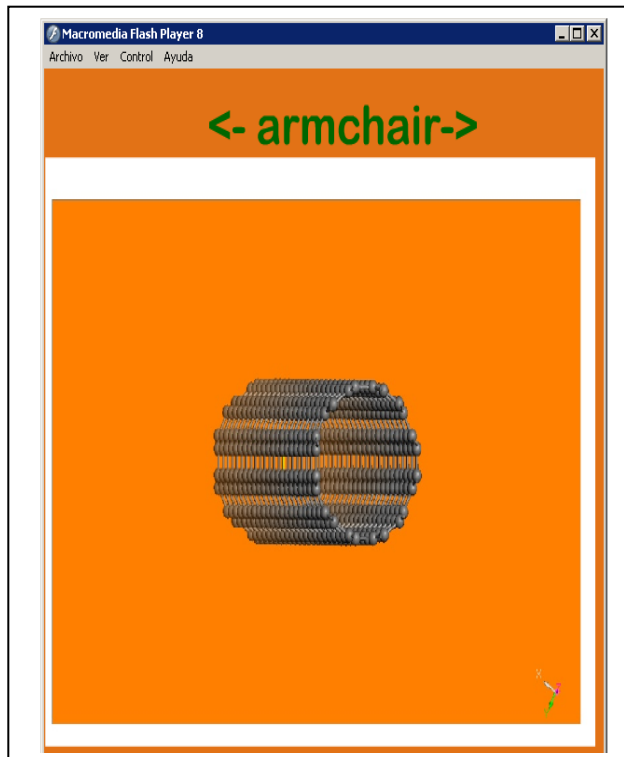


Ilustración 29. Armchair con giro transversal al eje

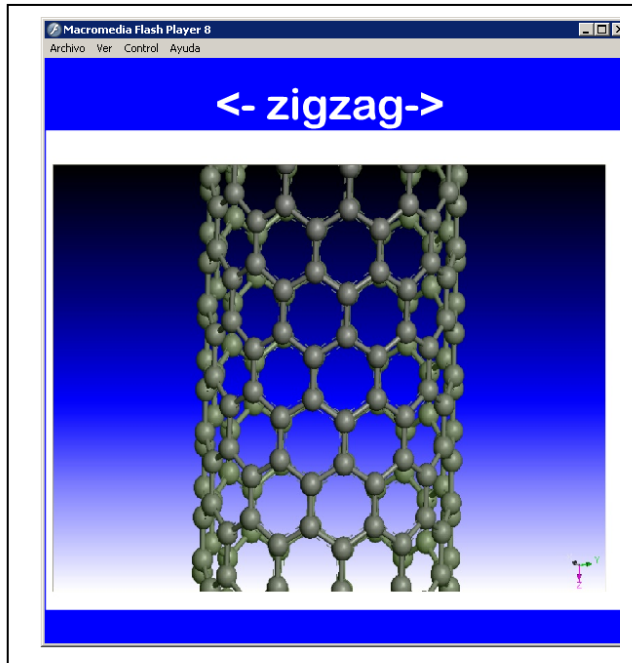


Ilustración 3. Zigzag giro en el eje

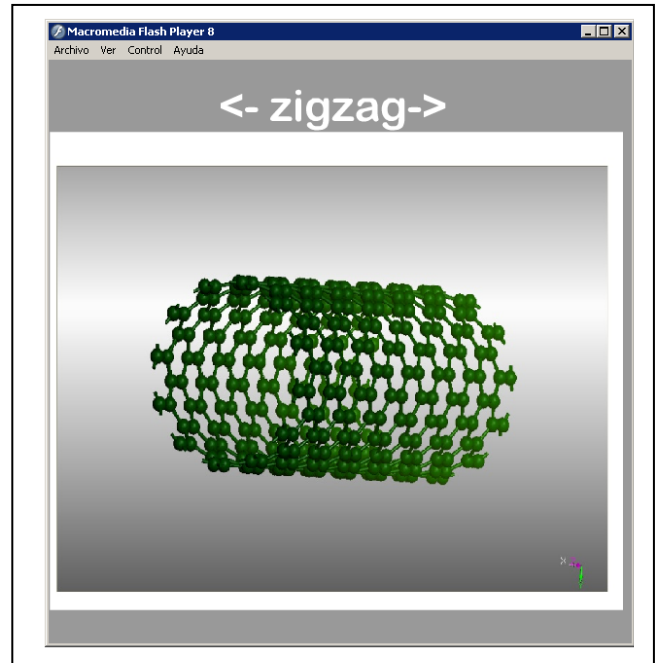


Ilustración 31. Zigzag con giro transversal al eje

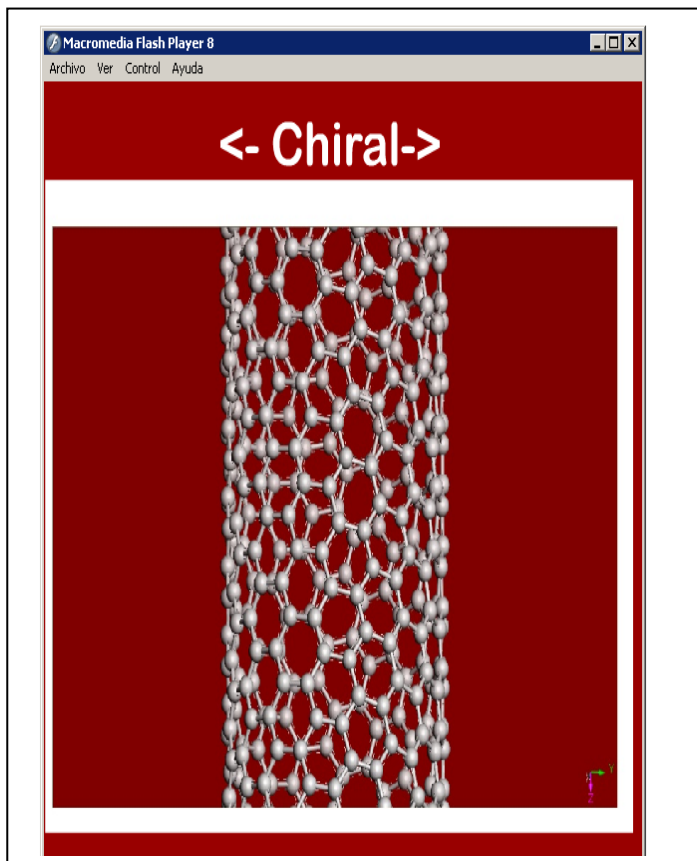


Ilustración32. Nanotubo con quiralidad



Ilustración 33. Nanotubo MWNT

Estas herramientas que se puede apreciar requieren de una computadora que tenga instalado el Macromedia Flash Player 8 no son ningún impedimento para trabajar en las escuelas, ya que la mayoría de las escuelas de nivel medio superior cuentan con computadoras y equipadas con flash.

En el semestre 2009B el plantel cuatro del colegio de bachilleres adquirió un equipo multidisciplinario interactivo denominado “pizarrón inteligente” de la empresa Smart Technologies ULC el cual consiste en un software y una pizarra que permiten en un ambiente grupal generar conocimientos además de ser en una manera innovadora, es muy atractivo para los alumnos y permite un mayor grado de apropiación de los conocimientos deseados, el equipo trae precargadas algunas aplicaciones de diferentes campos del conocimiento, pero además, es muy flexible, y se puede adicionar cualquier otro paquete o aplicación, y es ahí donde entra esta propuesta de tesis, ya que estas animaciones de nanotubos pueden ser manejadas en el pizarrón inteligente y manipularse en una pizarra de gran tamaño y de una manera muy sencilla.

El trabajar con este paquete trae más ventajas, ya que el software está bien pensado y permite hacer modificaciones no permanentes en el trabajo, como lo es la posibilidad de utilizar marcadores electrónicos que habilitan al estudiante para hacer anotaciones en la pantalla, al igual como lo hacen los comentaristas deportivos en la pantalla del televisor en los partidos de futbol, basquetbol, etc.

El software trae un programa principal llamado Notebook10, que trae muchísimas aplicaciones para manejo de información, básicamente permite internarse en los archivos como cualquier explorador de PC, pero además de las múltiples herramientas interactivas, se puede ir generando una presentación al estilo PowerPoint de Microsoft Office.

Notebook10 trae una aplicación que permite tomar fotografías a la pantalla en áreas específicas y así generar reportes de trabajo, capturar información importante y aplicarlo en muchas otras áreas, de hecho esta aplicación fue muy utilizada para generar las animaciones de nanotubos de carbono, ya que estas

animaciones son creadas con 60 fotografías que al exponerlas de manera continua simulan movimiento, al igual que una caricatura de televisión.

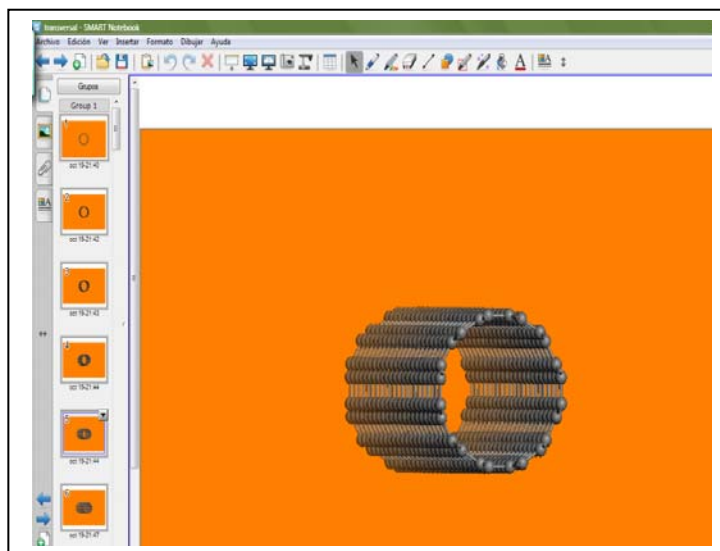


Ilustración 4. Captura de imágenes con Notebook10

La actividad de trabajo con el pizarrón inteligente es reforzada con una más, la segunda que se menciona como estrategias de trabajo, y consiste en un trabajo manual de formar cada uno de los tres tipos de nanotubos de carbono con acetatos, en estos acetatos se ha impreso una malla de carbonos con las características geométricas comunes de los enlaces de carbono, pero claro, a escala, y la manera de trabajar con ella es que los alumnos desarrollen técnicas para enrollar la malla y generar el nanotubo deseado.

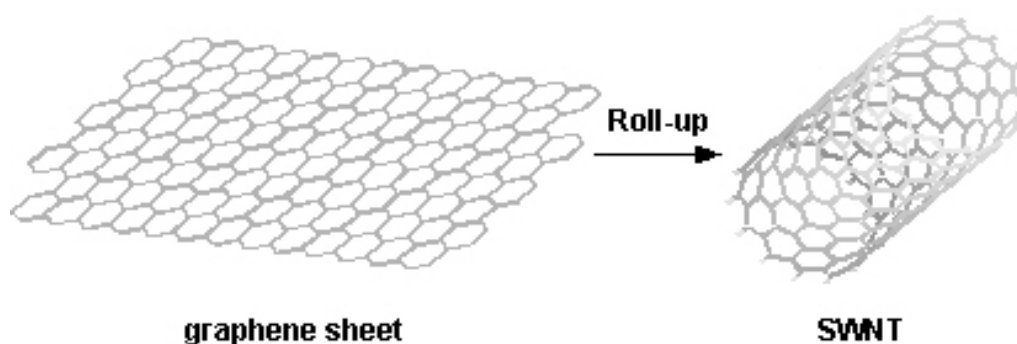


Ilustración 35. Enrollado de malla de carbonos

Con esta actividad obtendrán una relación geométrica de la posición de los hexágonos con el nanotubo armchair, otra con el zigzag y de manera un poco más complicada enrollarán el nanotubo de carbono con un poco de torsión para obtener un chiral nanotubo. Con este último nanotubo el alumno seguirá un instructivo sobre el trazo de ejes y vectores en el plano para que le quede bien, además de recortar las secciones que no sean parte de la malla a utilizar. En esta actividad observarán lo importante que es la simetría para que se empalme bien el inicio de una sección del nanotubo con el final del mismo.

Al final de estas actividades, trabajo con el pizarrón inteligente y con los acetatos para formar nanotubos de carbono, los alumnos y el profesor discuten respecto a lo aprendido y a las características generales de los nanotubos de carbono, además de que se abre el espacio para que se sugieran mejoras a la actividad de aprendizaje desarrollada o la ampliación con alguna otra actividad.

CAPÍTULO IV. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Sugerencias de implementación

El material generado propuesto para utilizarse en escuelas de educación media superior y propiciar aprendizajes científicos, sobre materiales nanoestructurados como lo son los nanotubos de carbono ha sido descrito hasta aquí, pero no su forma de utilización; por ello, en este apartado se describen las sugerencias de implementación para obtener los resultados más óptimos posibles de acuerdo a las características de las herramientas obtenidas.

Para comenzar se muestra una lista de equipo y materiales requeridos para trabajar con nanotubos de carbono en la escuela:

- Computadora de escritorio o laptop, la cual debe tener precargados los siguientes paquetes computacionales: Smart Technologies y Macromedia flash, este ultimo será instalado automáticamente cuando se carga el paquete de Smart Technologies ya que muchas de sus aplicaciones requieren flash.
- Pizarrón de Smart Technologies o comúnmente llamado “pizarrón inteligente” el cuál es conectado vía puerto USB a la computadora.
- Proyector o cañón de proyección digital que está conectado al pizarrón inteligente.
- Acetatos tamaño carta como mínimo con la impresión de malla de carbono, la cantidad depende de cuantos equipos de estudiantes se tengan, se recomienda que sean equipos de tres alumnos.
- Marcadores permanentes
- Reglas
- Tijeras escolares
- Cinta adhesiva

Antes de comenzar la sesión de aprendizaje, se les encarga de tarea a los alumnos que investiguen los conceptos que definen a los nanotubos de carbono y sus aplicaciones.

Al inicio de la sesión el profesor motivara a los estudiantes hablándoles las características de la nanotecnología como introducción a las actividades a desarrollar por los estudiantes, se les mostrara las bondades y futuro existente para todos en esta nueva rama de la ciencia que constantemente se modifica y se adhiere más a muchas ramas de la tecnología.

Ya teniendo todo el material se sugiere agrupar a los alumnos en equipos de tres estudiantes y se les proporcionara por equipo un juego de hojas con la información básica de la clasificación de los nanotubos de carbono las cuales los alumnos leerán, analizaran y generaran sus primeras deducciones que entre ellos mismos discutirán y emplearan como base para la siguiente etapa de la sesión.

Mientras esto ocurre, el docente atenderá a cualquier inquietud de los estudiantes y a la vez preparara el pizarrón inteligente, encendiendo el proyector, la computadora y asegurándose que todo esté bien conectado y en orden. Cuando el pizarrón esta enlazado con la computadora y se muestra la pantalla de la computadora en el pizarrón, este último se debe calibrar como lo muestra el manual del fabricante, es un proceso sencillo pero se requiere que el profesor haya llevado un curso básico de una sesión sobre manejo del pizarrón.

Cuando ya esté calibrado el pizarrón, el profesor abrirá el programa Notebook10 que es indispensable y es el software principal de Smart Technologies, el cuál es fácil de operar pero se debe familiarizar con las opciones principales previamente y no en el momento de la sesión con los estudiantes, pues se crearía confusión y pérdida de tiempo. Por lo qué de nuevo se recomienda que las autoridades de cada institución den asesoría a su personal docente para manejo del equipo adecuadamente.

Después de que esté cargado el programa Notebook10, se abrirán en él cada una de las animaciones realizadas como parte principal de este proyecto y deben

quedar listas para emplearse por los estudiantes cuando terminen de realizar su primer actividad, cada animación tiene en su parte superior el nombre del tipo de nanotubo que representa y son dos animaciones por cada tipo de nanotubo, por lo que son seis, aunque se ha agregado una séptima animación que muestra a un ejemplo de nanotubo multicapa.

La siguiente etapa en la sesión es invitar a un integrante de cada equipo a que analice cada una de las animaciones y la idea principal es que haga girar al nanotubo de carbono en cualquiera de las dos modalidades que se presentan y con ayuda de los marcadores del pizarrón, determine y muestre al grupo el porque a dicho nanotubo se le clasifique de tal manera, recordando que el estudiante ha realizado en equipo un análisis previo que le permite llegar a generar dichas conclusiones. Además, los demás alumnos podrán ayudarlo y dar asesoría en el cómo determinar la esencia o las características que definen a cada nanotubo de acuerdo a la clasificación en que es etiquetado.

En esta actividad los alumnos irán creando sus conocimientos y reconocerán la estructura de cada uno de los tipos de nanoestructuras llamadas nanotubos de carbono. Como algo enriquecedor y actividad coinstruccional previamente planeada, el docente facilitara algunas de las propiedades y aplicaciones de cada uno de los tipos de nanotubos de carbono cuando van surgiendo en la actividad principal que construyen los alumnos.

Después de que los estudiantes hayan realizado la actividad, se sentaran de nuevo con su equipo los que estén de pie y se les proporcionara información para la siguiente actividad, analizaran la forma en que una malla de carbonos deberá ser enrollada para generar cada uno de los tres tipos de nanotubos, mientras tanto el docente les facilitara los 3 acetatos por equipo, regla, marcador, tijeras y cinta adhesiva para que ellos construyan un ejemplar de cada uno de los tipos de nanotubo, procurando en todo momento que los equipos ideen las técnicas para formar un ejemplar de armchair, un zigzag y uno con quiralidad y procurando que el docente solo facilite lo que respecta a aclarar las instrucciones de las hojas proporcionadas.

Con esto, se muestran o reflejan los conocimientos generados por los estudiantes, surgen preguntas y respuestas, además desarrollan su ingenio y muchas actitudes de trabajo colaborativo que los alienta a seguir indagando y buscar alimentarse más respecto a otros saberes de nanotecnología o los mismos nanotubos de carbono.

Los puntos expuestos anteriormente son solo sugerencias que pueden ser mejoradas o corregidas, con la participación de alumnos y maestros se puede enriquecer dichas actividades permitiendo obtener mejores logros para todos y aplicarlos en algunos otros temas o asignaturas.

4.2 Aplicación de la práctica de aprendizaje

En el mes de Diciembre del 2009 se implemento por primera vez la actividad con alumnos de bachilleres, jóvenes del plantel cuatro y del plantel uno de quinto semestre, que aceptaron la invitación y participaron en la actividad en una mañana, después de concluir las clases y actividades ordinarias, cabe señalar que estos estudiantes no contaban con conocimientos previos específicamente sobre nanotecnología o nanotubos de carbono, pero si habían manejado el pizarrón inteligente los alumnos que estudian en el plantel cuatro ya que en el semestre algunos profesores los habían llevado a trabajar con él.

En este primer acercamiento la estrategia fue desarrollada de la siguiente manera; se acudió al aula de usos múltiples del plantel cuatro del colegio de bachilleres, en donde se tiene instalado el equipo del pizarrón inteligente. Una vez en el aula, se les explicó de manera general de que se trataba la actividad, se les mencionó que es un proyecto de tesis sobre nanotecnología, específicamente sobre nanotubos de carbono, se les menciono lo que implica cada uno de estos conceptos y así posteriormente se les proporcionó información escrita sobre la clasificación de los nanotubos de carbono. Trabajando en equipo, la leyeron

analizaron y discutieron, para luego recibir la invitación de pasar al pizarrón inteligente e identificar cada uno de los nanotubos. Lo hicieron y a la vez con los marcadores electrónicos marcaban las diferencias distintivas en cada uno de los nanotubos, les fue muy fácil distinguir la estructura de cada uno de los nanotubos según comentaron.

La sesión continuó con la actividad de los acetatos que simulan mallas de carbono. Al igual que en la actividad anterior se les proporcionó los conceptos básicos de formación de un nanotubo por escrito, pero en esta ocasión batallaron más para comprenderlos ya que los vectores con los índices n y m no los comprendían muy bien, y les tuve que ayudar. Básicamente en el nanotubo de carbono con chiralidad, es donde hubo complicaciones, ya que resultó confuso plasmar longitudinalmente esos vectores en la malla de carbono, la idea de ubicación sí es clara pero la magnitud no, entonces se generó una mejora a realizar en el trabajo para que quede más claro y puedan trabajar mejor. Los otros dos nanotubos de carbono, el armchair y el zigzag, no hubo problemas, rápidamente los pudieron formar, ya que la forma de unir los extremos de la malla es sencilla. En este trabajo cada alumno realizó sus tres nanotubos de carbono muy bien, para sujetarlos se empleó cinta adhesiva transparente y ya formados estos nanotubos se pueden analizar en las palmas de las manos.

En esta actividad cabe señalar que se les estuvo mencionando en qué se aplican estos nanotubos de carbono en la actualidad además de mostrarle las expectativas a futuro en donde ellos fueron invitados a participar e involucrarse en las ciencias exactas, como lo hacen los módulos del mundo de los materiales, pero específicamente en nanotecnología.

Al final de la actividad en una plática retroalimentadora, los estudiantes mencionaron que quedó muy clara la clasificación y características de los nanotubos de carbono gracias a la actividad en el pizarrón, con ella entendieron y asimilaron los conceptos importantes. Con la actividad de los nanotubos formados con acetatos la dificultad es plasmar los vectores, no porque sea escribir en el acetato, ya que ellos trazaban líneas con ayuda de regla y marcador permanente,

sino, por lo mencionado anteriormente, la magnitud de los vectores que forman al vector chiral es complicado, y se les prometió que en la próxima sesión se modificaría esa parte para que se pueda asimilar mejor. Esta nueva sesión fue agendada para mediados de enero del 2010.

En enero con ayuda del asesor disciplinar el Dr. Espinosa se pudo cubrir esa duda ya que fue explicado que cada unidad simétrica de la malla representa una unidad que tomara n y m , ya que si n toma el valor de tres, entonces, tres unidades simétricas tendrá de longitud el vector na_1 y lo mismo para ma_2 .

A mediados del mes de Enero se implemento la ultima parte del proyecto, con la corrección señalada para crear una estructura con acetato que simule un nanotubo con quiralidad usando un ejemplo sencillo $N=2$, $M=3$, pero para lo cual se tuvo que recordar las características de cada tipo de nanotubo, repasar la teoría de esta clasificación en forma grupal y trabajando con la idea mencionada en el párrafo anterior, modificando la forma de trabajo de la siguiente manera. Primero encontramos un carbón base, de él se avanzo 2 unidades simétricas de la malla por una dirección zigzag, luego avanzamos otras tres unidades simétricas por otra dirección zigzag imaginándonos en donde quedaría el vector resultante o vector quiral, lo demás es de la misma manera planteada en el capítulo tercero., de esta manera solo modificamos la forma de empezar a realizar el nanotubo de carbono.

Esta técnica fue propuesta por los alumnos y permite desarrollar cualquier nanotubo no solo los que tienen quiralidad y en base a esto se redefinió la teoría o sugerencias empleadas para que el alumno cree sus propios nanotubos a escala, pero no necesariamente esta correcto, en esta etapa está siendo analizado y posiblemente tenga errores, por lo que no forma parte de las sugerencias de implementación hasta una confirmación o corrección posterior.

CONCLUSIONES

En la evolución de la educación en México, y más específicamente la educación media superior, es imprescindible, se requiere y se han implementado reformas que permiten hacer de este nuestro querido México una nación responsable con el presente y el futuro de sus pobladores, por tal motivo, la búsqueda de una educación y enseñanza más eficiente y que sea adecuada en el marco geográfico e histórico, permite la inserción de aprendizajes y contenidos científicos y tecnológicos que fortalezcan a los que actualmente se promueven en las escuelas, buscando generar un sentido mayor de objetividad a la educación, que lo que se aprende en la escuela sea en lo más útil posible para que los mexicanos que egresan, sean competentes e innovadores.

La inducción de los estudiantes a los materiales nanoestructurados, específicamente los nanotubos de carbono, tiene ese espíritu, el objetivo de motivar a los alumnos de bachillerato a que elijan para su futuro, ramas de ciencia y tecnología como base de su desarrollo profesional. Este es el objetivo primordial y por el cual se propone este trabajo. Los detalles de implementación antes mencionados así como los resultados de sus primeras puestas en marcha se muestran muy alentadores, se tiene optimismo de que en poco tiempo se puede agregar estos contenidos a los de los módulos del mundo de los materiales, en el de nanotecnología y así enriquecerlo y claro, seguir generando mejoras necesarias que se puedan presentar.

Los alumnos mostraron interés en la actividad de piloteo y generaron aprendizajes en un ambiente colaborativo y guiados por el docente. Una de las claves para estos logros es la utilización de nuevas herramientas tecnológicas que permiten tener el entorno de aprendizaje adecuado y con ello las estructuras de nanotubos de carbono son reconocidas satisfactoriamente por los estudiantes.

Entre las dificultades que se puede presentar para implementar este proyecto se considera que los recursos materiales podrían faltar en algunos casos, también

la comodidad que condiciona a no realizar cambios en los sistemas de trabajo, no permite que algunas escuelas mejoren y decidan invertir en equipo o que la planta docente no esté dispuesta a modificar sus rutinas de trabajo.

Por tal se invita a que en toda aula de la Republica Mexicana de educación media superior, se cuente con el equipo requerido para implementar las herramientas de acercamiento a los materiales nanoestructurados; que de hecho puede emplearse para muchos más contenidos del marco curricular de la educación media superior como lo son computadora, el software y equipo denominado pizarrón inteligente o alguno análogo, los acetatos y demás materiales son fáciles de conseguir y preparar, por lo que no hay muchas dificultades, además, realizando un análisis costo beneficio, se nota que es muy destacable las ganancias obtenidas por este proyecto.

El material generado está a disposición de cualquier institución o docente que desee implementarlo en su plantel y puede obtenerlo poniéndose en contacto en el correo electrónico pl4mgcarlos@cobachih.edu.mx

Referencias bibliográficas

Alcca Q, F. (2005). *Estructura y síntesis de nanotubos de carbono*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2009, de UNMSM. Biblioteca Universidad Mayor de San Marcos. : http://sisbib.edu.pe/BibVirtual/monografias/Basic/alcca_qf/contenido.htm

Argudín V, Y. (26 de Junio de 2004). *Cuaderns Digitales*. Recuperado el 12 de Octubre de 2009, de <http://www.quadernsdigitals.net>:
http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=7587

Brown J, C. A. (1989). *Situated Cognition and the Culture of Learning*. Educational Researcher.

Coll, C. (1990). *Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: La concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza*. Madrid: Alianza.

Coll, C., & Solé., I. (1995). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.

Díaz B, F. (S/D). *Red Escolar*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2009, de <http://redescolar.ilce.edu.mx/>:
http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/articulos/pdf/enfoques_ense.pdf

Díaz B, F. (20 de Octubre de 2003). *Revista Electronica de Investigacion Educativa*. México, Distrito Federal, México.

Díaz B, F., & Hernandez, G. (2002). *Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos*. México: Mc Graw Hill.

Diaz B, F., & Rojas, G. (1999). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo*. México: Mc Graw Hill.

Garibay B, B. (2002). *Experiencias de Aprendizaje. Para que mis alumnos aprendan. Una guía de acción*. México: Universidad Autonoma del Carmen.

Giordan, & Vecchi, D. (1987). *El conocimiento científico se digiere mal. (Capítulo 1)*. . Sevilla: Díada.

Rivas M, M. J., Ganzer, J. R., & Cosme Huertas, M. L. (2007). *Colección de Informes de Vigilancia Tecnológica Madrid*. Recuperado el 20 de Agosto de 2009, de Aplicaciones Actuales y Futuras de los Nanotubos de Carbono: www.madrimasd.org

Saint-Onge, M. (2000). *Desarrollo de los adolescentes. Programa y material de apoyo para el estudio*. México: Ediciones Mensajero/SEP.

Saito, R. (1998). *Physical Properties of Carbon Nanotubes*. London: Imperial College Press.

Saito, R., Dresselhaus, G., & Dresselhaus, M. (1998). *Physical Properties of Carbon Nanotubes*. London: Imperial Collage.

Secretaría de Educación Media Superior. (2008). *www.sems.gob.mx*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2009, de http://www.sems.udg.mx/rib-ceppems/COMPETENCIAS_QUE_EXPRESAN_EL_PERFIL_DEL_DOCENTE_DE_LA%20EDUCACION_MEDIA_SUPERIOR.pdf: *www.sems.gob.mx*

Secretaría de Educación Pública. (2007). *Programa Sectorial de Educacion*. México: Comision Nacional de Libros de Texto Gratuitos.

Secretaria de Educacion y Cultura. (2005). *PROEDE*. Chihuahua: Gobierno del Estado de Chihuahua.

Shiva, V. (1993). *Monocultures of the Mind. Perspectives on biodiversity and biotechnology*. Zed Books Ltd and Third World Network.

Thomas, A. I. (7 de Abril de 2000). *Physical Properties of Carbon Nanotubes*. Recuperado el 12 de Agosto de 2009, de www.pa.msu.edu/cmp/csc/ntproperties/equilibriumstructure.html

Vygotsky, L. (1986). *Pensamiento y Lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.

Woolflok, A. (2006). *Psicología Educativa*. México: Pearson.