

nano
tecnología
en el
diseño
industrial

josé ledón roig

2006





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

NANOTECNOLOGÍA EN EL DISEÑO INDUSTRIAL

Tesis profesional para obtener el título de Diseñador Industrial presenta:

JOSE BERNARDO LEDON ROIG

Con la dirección de:

D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA

Asesoría de:

**DR JULIO CESAR MARGAIN COMPEAN,
MTRO. FIDEL MONROY BAUTISTA,
D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR y
D.I. MIGUEL DE PAZ RAMIREZ.**

Asesoría especial:

DR. MAURICIO TERRONES MALDONADO

Declaro que este proyecto de Tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa, y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes.





CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL CIDI

Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional Autónoma de México

**Coordinador de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE**

**EP 01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.**

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE **LEDON ROIG JOSE BERNARDO** No. DE CUENTA **9633652-2**

NOMBRE DE LA TESIS **Nanotecnología en el Diseño Industrial.**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día	de	de	a las	hrs.
--	----	----	-------	------

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 5 mayo 2006

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. LUIS F. EQUIHUA ZAMORA	
VOCAL DR. JULIO CESAR MARGAIN COMPEAN	
SECRETARIO MTRO. FIDEL MONROY BAUTISTA	
PRIMER SUPLENTE D.I. MIGUEL DE PAZ RAMIREZ	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR	

ARQ. JORGE TAMÉS Y BATA
Vo. Bo. del Director de la Facultad

FICHA TÉCNICA

Este trabajo de investigación se comenzó por una inquietud acerca de la repercusión que tiene la Nanotecnología como motor del desarrollo tecnológico sobre el Diseño Industrial.

Al comienzo del mismo, se hizo una recopilación general de información sobre Nanociencia en periódicos, revistas, publicaciones en general y páginas de Internet, para centrarse posteriormente en los nanoproductos actuales y los materiales nanoestructurados. Parte de esta etapa del proyecto incluyó entrevistas con algunos de los investigadores de Nanotecnología más importantes del País.

La segunda parte del proyecto, consistió en relacionar a la Ciencia con el Diseño Industrial, a través de los nuevos materiales, las nuevas tendencias formales y aplicaciones en productos desarrollados hasta ese momento. En esta etapa del proyecto se realizaron pláticas en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI), así como un taller experimental con la participación de alumnos del mismo CIDI y un Sitio Web con información sobre los avances del proyecto.

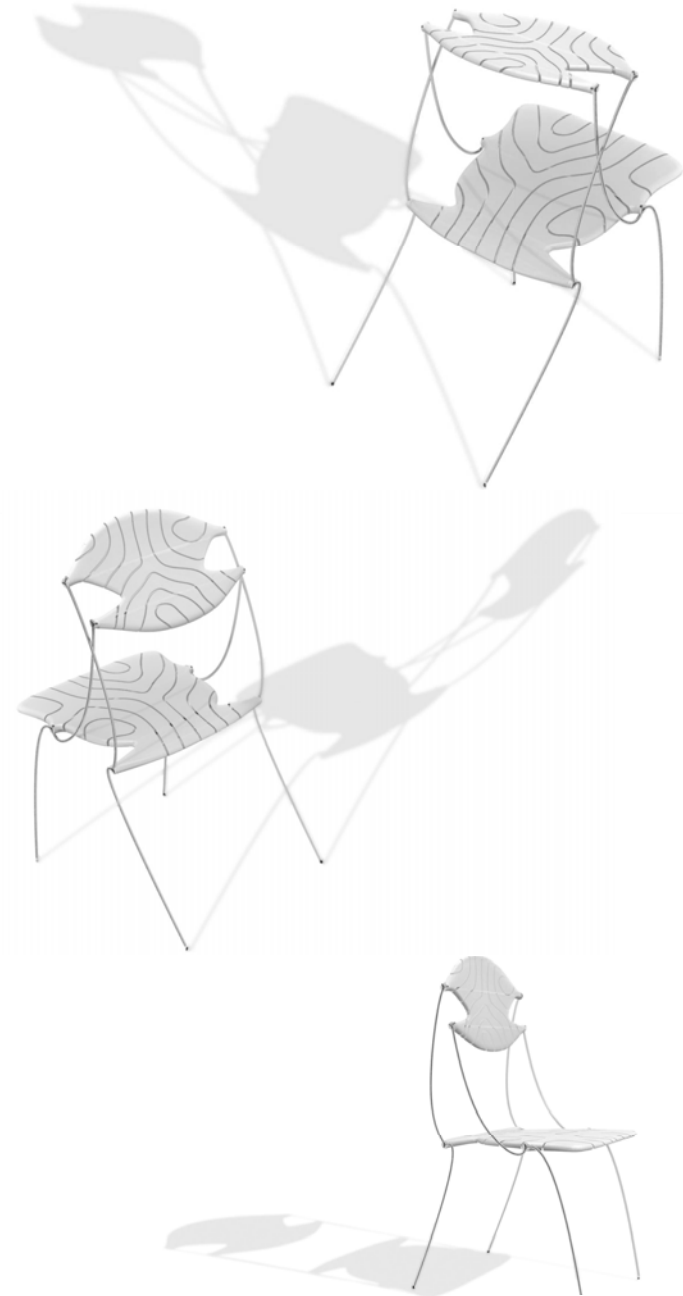
En la tercera y última etapa del proyecto, se exploró la evolución de un objeto de Diseño Industrial a través de la Nanociencia, creando un producto que por sus características estéticas y funcionales es un auténtico Nanoproducto concebido y desarrollado en México, dicho objeto es una silla - banco, plegable llamada Nanokatana.

DIRECCIÓN Y ASESORÍA

D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA,
DR JULIO CESAR MARGAIN COMPEAN,
MTRO. FIDEL MONROY BAUTISTA,
D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR y
D.I. MIGUEL DE PAZ RAMIREZ.

ASESORÍA ESPECIAL

DR. MAURICIO TERRONES MALDONADO. (IPICYT - CONACYT),
DR. MANUEL CASTAÑO MENESES (FATA - UNAM),
DR. ISAAC HERNANDEZ CALDERON (CINVESTAV - IPN),
DR. ANTONIO SANCHEZ (IIM - UNAM),
DRA. CECILIA NOGUEZ (IF - UNAM) y
DR. JOSE SANIGER (CCADET - UNAM).



PERFÍL DE PRODUCTO

Mercado

Este producto se dirige a un sector de la población con ingresos iguales o mayores a \$15,000 mensuales, con interés en productos innovadores y funcionales. Está especialmente dirigido a profesionales de la Arquitectura, Diseño y Arte, sin embargo, también se dirige a otros sectores como comercios tipo bar y restaurante.

Valores de Oferta del producto

Entre los valores más importantes se encuentran la innovación estética, funcional, ergonómica, de materiales y procesos que se agregaron al producto original, a través de la Nanotecnología a lo largo de todo su desarrollo.

Principios de Funcionamiento

El producto requiere, por su concepto innovador, que el usuario entienda de forma básica el funcionamiento del mismo, a través de un sencillo manual de uso que se incluirá en el empaque del objeto.

Materiales y Procesos de manufactura

Todos los materiales utilizados incorporan en algún punto elementos de investigación Nanotecnológica, es decir, todos son nanomateriales desarrollados actualmente o en vías de desarrollo.

Factores humanos

La relación del producto con el usuario se apega en todo momento a las recomendadas por las normas antropométricas internacionales.

Estética y Semiótica

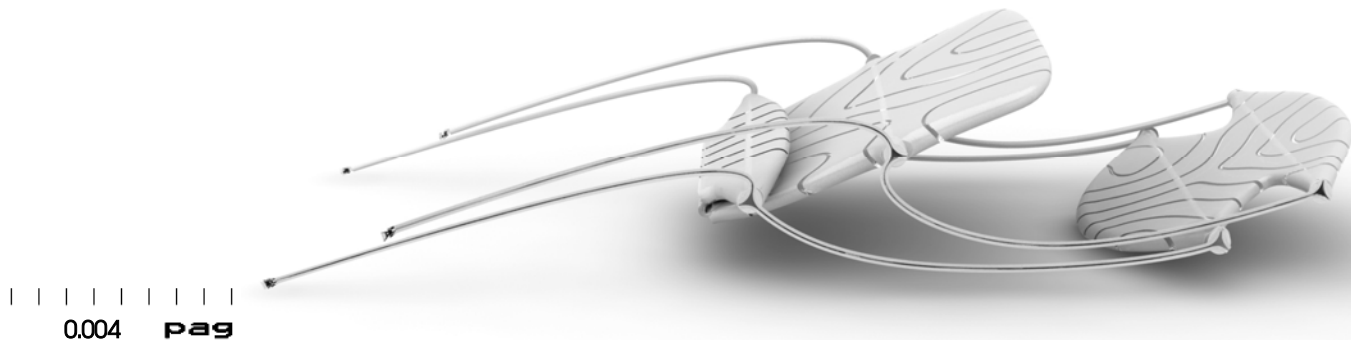
Los conceptos formales se derivan de imágenes tomadas con microscopios muy potentes a escalas nanométricas, plasmando el "nano" concepto en la estética total del producto. En general, se aprovecharon las características de resistencia y funcionalidad de los nuevos materiales para adelgazar espesores, agregar color a través de luz y crear un objeto con estética orgánica.

Posibilidades de Comercialización

El producto es "prospectivo", por lo que su comercialización se hará en un periodo de 8 a 10 años, a partir del año en curso. Dependerá del avance tecnológico y del desarrollo científico del País.

Patentes

Se están realizando los trámites necesarios para obtener la patente del proyecto en un lapso no mayor a 1 año.



AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mis Padres, hermano y familiares por caminar a mi lado para poder terminar esta etapa.

A todos mis maestros en el CIDI, especialmente al D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA, por su enorme apoyo y visión, al DR. JULIO CESAR MARGAIN COMPEAN, por haber hecho posible este proyecto y compartir su amplio conocimiento, al MTRO. FIDEL MONROY BAUTISTA, por su confianza y motivación, y de manera particular al D.I. HECTOR LOPEZ AGUADO AGUILAR, al D.I. JORGE VADILLO LOPEZ y al ARQ. ARTURO TREVIÑO ARIZMENDI por haberme formado como diseñador.

Al DR. MAURICIO TERRONES MALDONADO, por su gran apoyo desinteresado.

A todos y cada uno de mis queridos amigos..

FICHA TÉCNICA	3
PDP	4
AGRADECIMIENTOS	5
ÍNDICE	6
DE QUÉ NO HABLA ESTE DOCUMENTO	8
INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	10
ESTRUCTURA DEL PROYECTO	11

CAPÍTULO 1	13
Producto de diseño industrial	

1.1 ¿Qué es shikatana?	14
1.2 ¿Cómo funciona?	15
1.3 ¿De qué está hecha?	17
1.4 ¿Quién la usa?	18
1.5 Detalles	19
1.6 Medidas generales	20
1.7 Simulador	21
1.8 Concepto	22

CAPÍTULO 2	23
Nanotecnología	

2.1 Introducción	24
2.2 Antecedentes	25
2.3 Estructura del Capítulo 2	26
2.4 Aplicaciones Actuales	27
2.4.1 Catálogo	43
2.4.2 Material nanoestructurado	46
2.4.3 Cambio material - nanomaterial	48
2.5 ¿Cómo se hace nanociencia?	50
2.5.1 Herramientas para ver y medir	51
2.5.2 Herramientas para manipular	54
2.5.3 Leyes y características de las nanoestructuras	60
2.5.4 Materias primas de la nanociencia	63
2.6 Nanotubos de Carbono	69
2.6.1 ¿Qué son?	70
2.6.2 Características	72
2.6.3 El carbono en la Nanotecnología	76
2.7 Conclusiones del Capítulo 2	81

CAPÍTULO 3	-----	83
Nanotendencias		
3.1	Introducción	84
3.2	Formas, texturas, colores y patrones	85
3.3	Modelos geométricos	97
3.4	Actividades desarrolladas	98
3.4.1	Taller experimental	99
3.4.2	Sitio web "cidinano"	104
CAPÍTULO 4	-----	107
Aplicación de la NT en un producto de DI (xhikatana)		
4.1	Imágenes en contexto	112
4.2	Rediseño	119
4.2.1	Introducción	120
4.2.2	Variables	121
4.3	Materiales y procesos	123
4.3.1	Introducción	124
4.3.2	Estereolitografía	125
4.3.3	Nanomateriales	126
4.4	Función y ergonomía	135
4.4.1	Despiece	136
4.4.2	Medidas generales	138
4.4.3	Función cromática	143
4.4.4	Posiciones	146
4.5	Aplicación de nanotendencias	157
CAPÍTULO 5	-----	173
Diseño de materiales – nanodiseño		
5.1	Introducción	174
5.2	Diagrama Tecnología	176
5.2.1	Diagrama Nanodiseño	177
5.3	Evolución del Objeto	178
5.4	NANODISEÑADOR	179
5.5	El prefijo "NANO"	180
5.6	Futuro tecnológico	181
5.7	Nanotecnología en el mundo	182
5.7.1	Nanotecnología en México	183
5.8	Directorio de nanotecnólogos en México	184
5.9	Aspectos sociales y éticos	185
INTERROGANTES	-----	186
CONCLUSIONES	-----	187
BIBLIOGRAFÍA	-----	189

DE QUÉ NO HABLA ESTE DOCUMENTO

Empezaremos por mencionar algunas de las promesas de la Nanotecnología; robots que recorren tu cuerpo vigilando contra enfermedades manteniéndote en perfecta salud, autoreplicándose si es necesario, funcionan con tu energía, etc.

Alimentos diseñados con cantidades específicas de vitaminas, filtros para agua que permitan reutilizar aguas contaminadas, microprocesadores mucho más poderosos, armamento bélico inteligente, entre otras cosas que en la actualidad no tienen tanta relevancia para el Diseño Industrial como sí la tienen los nanomateriales, por lo tanto, en este documento hablaremos de éstos últimos.

Este trabajo es una prospectiva que se basa en las aplicaciones y los nuevos nanomateriales utilizados en la industria de hoy.



Food and Drug Administration



INTRODUCCIÓN

En este documento el Diseñador Industrial (DI) encontrará una introducción sencilla pero suficientemente amplia sobre la nanociencia, a través de su aplicación en un producto de diseño industrial. Se muestran los aspectos básicos de la investigación de Nanotecnología en México y fuera del país.

El conocer las nuevas tecnologías es una necesidad para mantener actualizado al Diseñador de productos. Por lo cual se ha desarrollado este documento, aprovechando el auge que ha tomado la Nanotecnología en los últimos años y la posible incorporación temprana del diseño y la investigación nacional a este fenómeno tecnológico en México.

Se ha pensado en el futuro del diseño con relación a la nanociencia, encontrando que se crearán algunos nichos a partir del desarrollo de la tecnología y la investigación requiriendo nuevos profesionales en el tema.

Al ubicarnos en el contexto de la disciplina del Diseño Industrial, dónde se generan productos para satisfacer necesidades, vemos que a lo largo de los años los DI se han enfocado en diseñar o rediseñar los aspectos estéticos, ergonómicos, prácticos y de factibilidad de un producto. Ciertamente el aspecto estético es el más desarrollado por un DI, sin embargo, a través del conocimiento de nuevos materiales o materiales rediseñados (véase C. 2), el aspecto práctico-utilitario puede cobrar mayor relevancia dentro del proceso de diseño.

En el proceso industrial de un producto u objeto, intervienen muchas disciplinas para llevarlo al mercado, incluyendo al Diseño Industrial. Para que la ciencia pueda llegar a la sociedad y convertirse en tecnología satisfaciendo necesidades de los usuarios, se requiere concretarla en productos industriales. Tomando en cuenta que cada disciplina tiene un rango de intervención en el proceso muy bien definido, podemos asumir que en la etapa de diseño estratégico, conceptual, ergonómico y funcional, el DI posee las aptitudes para afrontar mejor estos retos.

Al tener mayores conocimientos funcionales de los materiales, se logra aumentar la intervención en la estructura útil de los objetos o productos, por lo que el DI puede agregar mayor valor a los productos durante su planeación.

Por el cotidiano contacto del diseñador con los productos, se decidió enfocar la Nanotecnología a través de las aplicaciones existentes en objetos de Diseño Industrial para que partiendo de ellos, se puedan visualizar nuevas aplicaciones de un mismo material en otros productos.

ANTECEDENTES

Durante los últimos años una palabra ha tomado gran importancia en el mundo, la palabra es NANO. Los visionarios la ven como el remedio de todos nuestros males y los alarmistas la ven como el suceso biológico que finalmente creará la especie que sustituirá al ser humano. En medio de estas visiones tan antagónicas acerca de la palabra se encuentran muchas otras percepciones que trataremos de mencionar en este documento, sin embargo, el propósito de esta tesis es la de enlazar al Diseño Industrial con este nuevo Nano concepto.

Las Nano investigaciones son hechas principalmente por disciplinas científicas: Químicos, Biólogos, Médicos, Físicos, Ingenieros y especialistas en cómputo. Debido a la infraestructura necesaria y sobre todo, a la formación académica de un diseñador, podemos afirmar que éste no está capacitado para hacer investigación científica en este campo, por lo que, como se menciona con anterioridad, el objetivo de este trabajo es en todo caso, abarcar los aspectos de la investigación científica que atañen al diseñador de productos.

ESTRUCTURA DEL PROYECTO

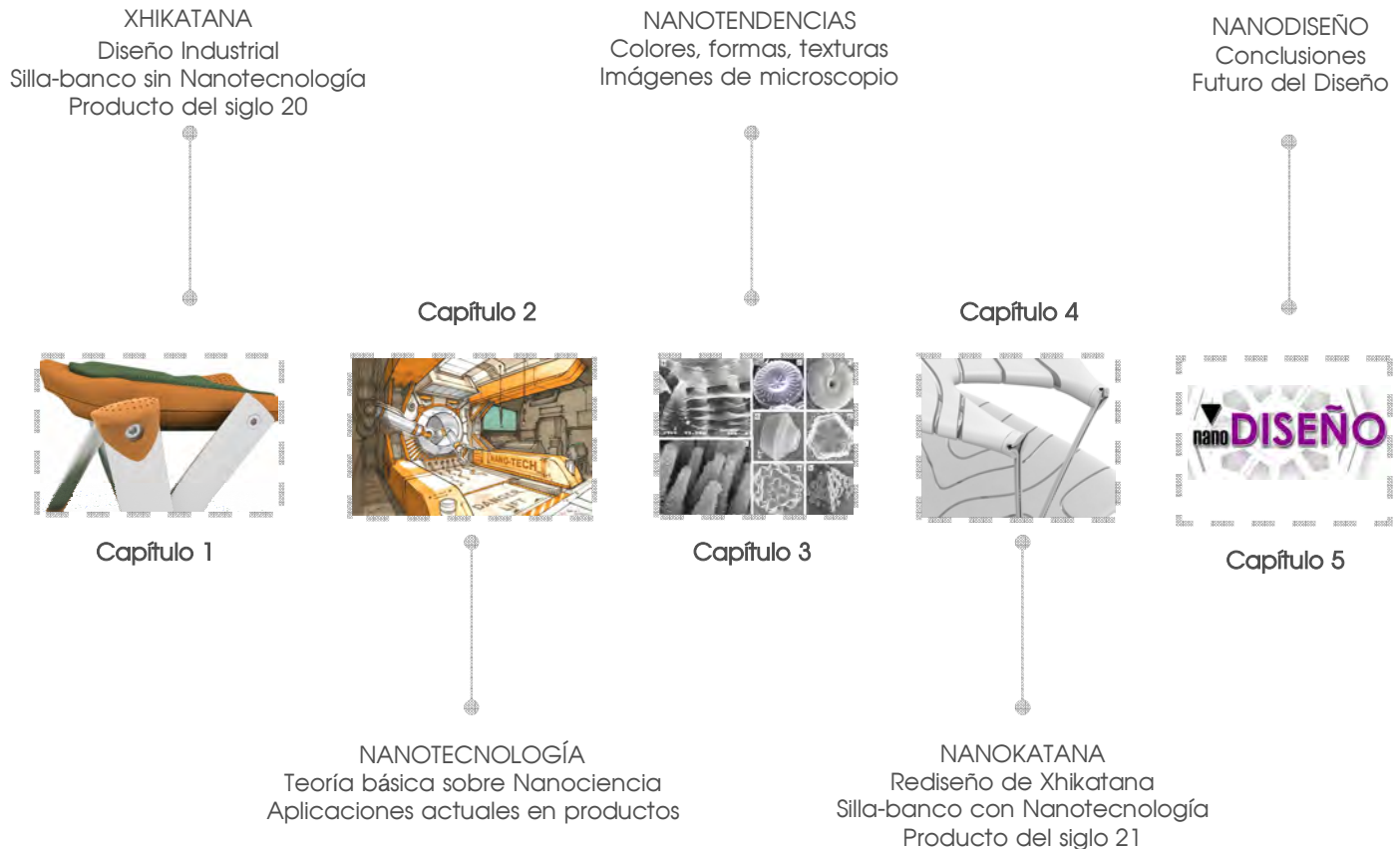
Capítulo 1: Descripción de un producto de Diseño Industrial para posteriormente aplicarle Nanotecnología.

Capítulo 2: Introducción básica sobre Nanociencia y catálogo de aplicaciones actuales en productos.

Capítulo 3: Serie de imágenes generadas a través de microscopios electrónicos a escalas nanométricas.

Capítulo 4: Rediseño del producto de Diseño Industrial con nuevos materiales, nuevas funciones y nanotendencias.

Capítulo 5: Se plantean hipótesis sobre el futuro del Diseño Industrial y su relación con la Nanotecnología.



CAPÍTULO 1
Xhikatana
(Producto de Diseño Industrial)

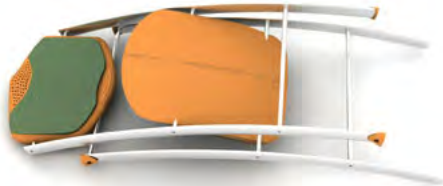


¿QUÉ ES XHIKATANA?

Propuesta de un asiento multiposición versátil y práctico, hecho con materiales que permiten una producción media. Está diseñado para servir de apoyo al usuario en un número mayor de actividades que un asiento convencional, cambiando la posición y ahorrando espacio mientras no está en uso (plegada).

XHI se desprende de las diferentes posiciones que tiene el asiento:

x = banco
h = silla
l = plegado



¿Cómo funciona?

XHI-KATANA tiene tres posiciones versátiles: plegado, silla común y banco común. Entre la silla y el banco se encuentran varias posiciones intermedias que permiten apoyarse sin estar sentado ni parado, abriendo la posibilidad de realizar más actividades con el apoyo de un asiento (planchar, pintar, trabajar en un restirador, etc.) reduciendo la fatiga de estar parado y la falta de movilidad al estar sentado.

La movilidad, estabilidad y funcionamiento lo dan los cuatro ejes unidos por el asiento y el respaldo-asiento. Cuenta con un reductor de movimiento (ver detalles), que funciona para dar más seguridad psicológica al usuario.

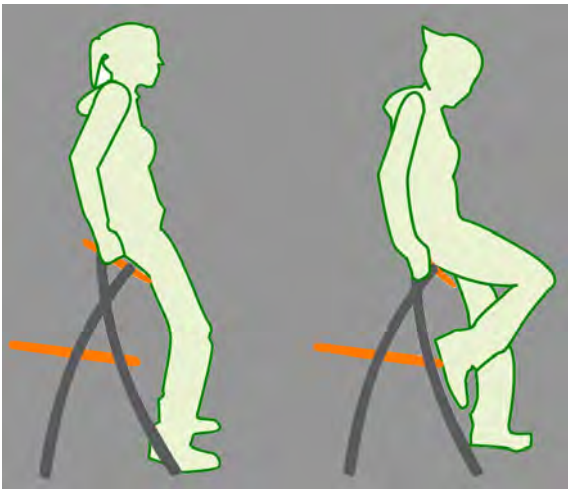
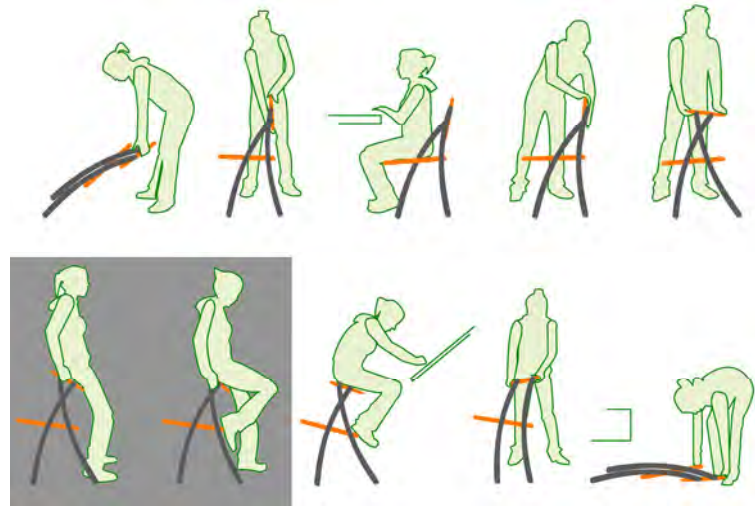


¿Cómo funciona?

Las proporciones formales de XHI-KATANA responden directamente a la función y ergonomía del objeto con relación al usuario, ya que tiene las medidas comunes de una silla y un banco respectivamente.

Para su uso correcto, es necesario aprender cómo utilizar la POSICIÓN INTERMEDIA, que no representa ninguna dificultad mayor.

Al momento de no necesitar la xhikatana, se puede fácilmente plegar y guardar bajo la cama o en un clóset.

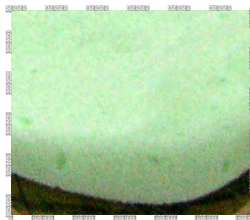


POSICIÓN INTERMEDIA:

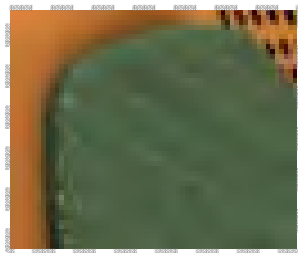
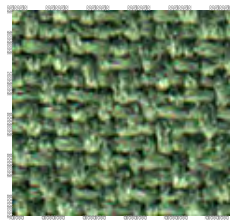
Entre las posiciones comunes de apoyo existe otra posición que le permite al usuario tener la comodidad de una silla y la libertad de movimiento de un banco.

El aluminio de la estructura permite tener resistencia y poco peso. En el asiento se utilizan polímeros inyectados. En la zona blanda del asiento se utiliza poliuretano tapizado con tela.

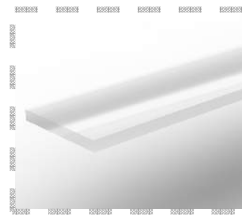
POLIURETANO



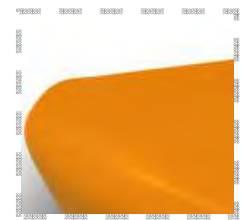
TELA TAPIZADA



Solera (2")
Tubo de aluminio (1/2").
Pernos roscados de 1/2".



POLIESTIRENO



Solera rolada y unida al tubo con pernos roscados.

Inyección de plástico. Poliuretano tapizado con tela.

Arquitectos, Diseñadores, Artistas etc., que necesitan realizar actividades propias de su carrera o profesión apoyados en una silla o un banco constantemente, pero que también quieren ahorrar espacio en su taller, estudio o habitación.



**FORMA
ERGONÓMICA**

Evita el deslizamiento cuando se utiliza la posición intermedia del asiento



**GOMA
ANTIDERRAPANTE**

Evita el deslizamiento de las patas de aluminio.



APOYO SUAVE

La parte superior de la pata está cubierta con plástico suave para dar mejor apoyo a la mano



**REDUCTOR DE
MOVIMIENTO**

Gomas que están en contacto constante con las patas de aluminio dando al usuario mayor confianza al no tener movimientos bruscos.



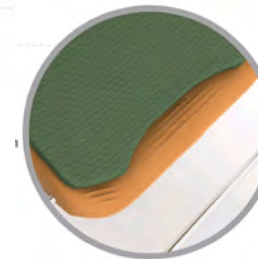
**RESPALDO
AJUSTABLE**

Tiene movimiento ajustable de 15° para adaptarse al usuario

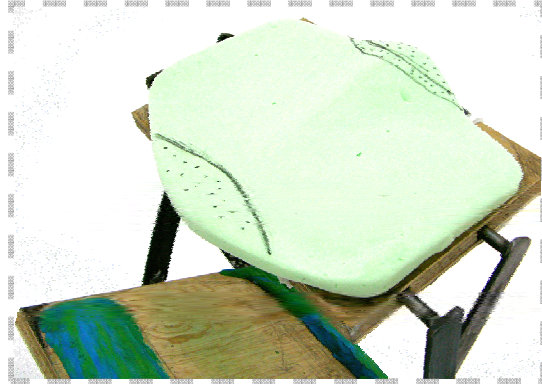


APOYO PARA PIES

Es una zona de plástico duro para que el usuario pueda apoyar sus pies sin ensuciar la tela mientras está en la posición de banco







tema
xhikatana

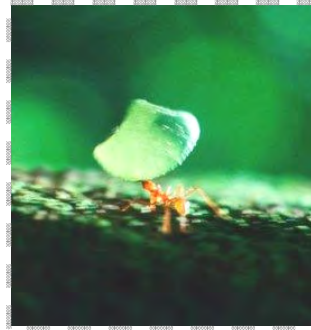
sub/tema
simulador

cap
(1.7)

0.021 pag

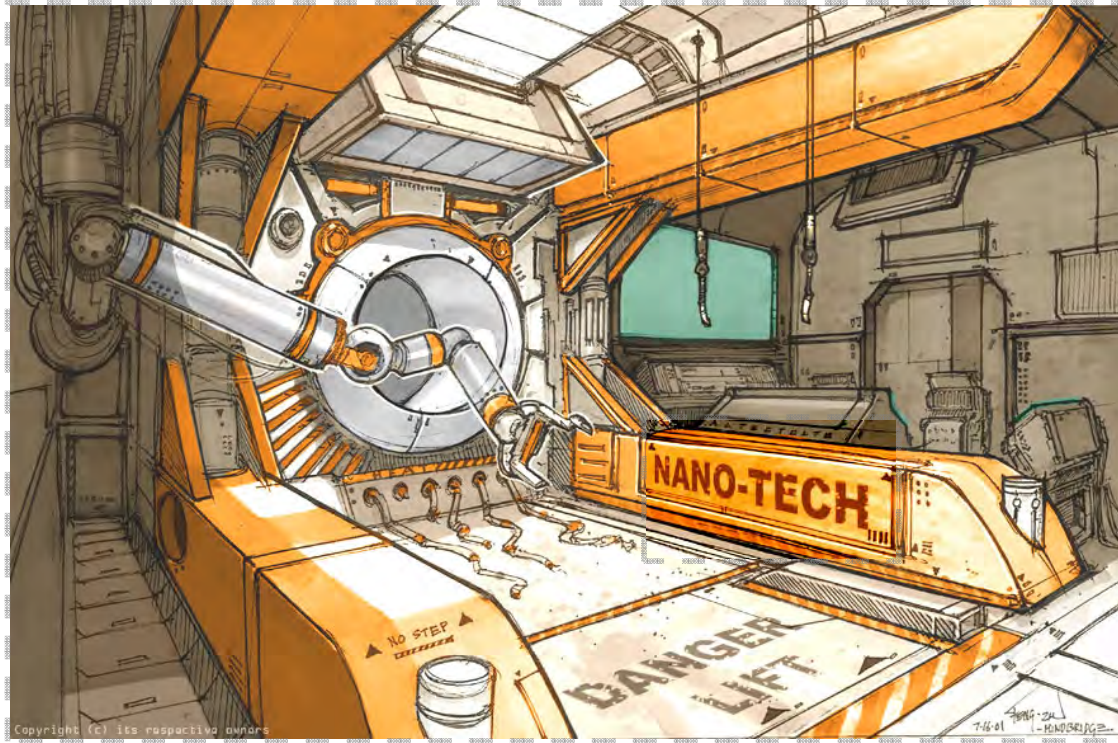
La estética del producto se basa en formas orgánicas, principalmente de la tortuga y la hormiga por ser símbolos de resistencia, trabajo y pasividad.

El concepto XHIKATANA parte del nombre de una hormiga del sur de México que representa trabajo, fuerza y organización.



CAPÍTULO 2

Nanotecnología (Nanociencia)



¿QUÉ ES NANOCIENCIA?

Es el estudio de la materia a escala nanométrica donde se aprecian fenómenos y propiedades totalmente nuevos, esto desde el punto de vista de la:

Física, Química, Biología e Ingeniería de Materiales.

¿QUÉ ES UN NANÓMETRO?

Nanómetro (nm) = $1/1,000,000,000$ m / cabello humano = 50,000 nm

¿QUÉ ES NANOTECNOLOGÍA?

Es el empleo de la nanociencia en el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas, en productos o dispositivos funcionales que satisfacen necesidades.

¿QUÉ LE INTERESA AL DISEÑADOR INDUSTRIAL DE ELLA?

Las nanotendencias (Ver capítulo 3), los NUEVOS MATERIALES y los materiales nanoestructurados que permiten mejorar los productos actuales y crear nuevos.

Existen dos formas de abordar los orígenes de la Nanotecnología (NT):

1) El enfoque físico:

La palabra “nanotecnología” fue creada por Eric Drexler en 1976, aunque los físicos gustan de asignar la paternidad de la idea a Richard Feynman, premio Nobel de Física, quien en 1959, durante una ya famosa conferencia titulada “There is plenty of room down there” (hay un montón de espacio ahí abajo) toda la materia está compuesta, fundamentalmente, de vacío. Esta idea, más allá de lo extraño que pueda sonar, no causó mayor impacto hace 40 años, pero a partir de los años 80, con el descubrimiento de moléculas de carbón en forma de “bolitas” huecas nanométricas, se convirtió en la punta de lanza de una de las áreas científicas más promisorias de la actualidad.

2) El enfoque químico:

Plantea que posiblemente hace cientos de años desde que los Chinos mejoraban las cualidades de la cerámica a través de la orina o cuando los Mayas pintaban (azul maya) sobre piedra agregando substancias que hicieron que sus obras perduren hasta nuestros días, nació la nanotecnología.

En cualquier caso podemos decir que existe una gran diferencia entre hacer algo y saber lo que se hace. Actualmente, se sabe porqué suceden muchas de las cosas a nivel nanométrico gracias a los potentes microscopios electrónicos. Se está sustituyendo el azar para mejorar las características de un material, por la capacidad de controlar el diseño de estos nuevos materiales según necesidades específicas, de esta capacidad se desprenden los mayores avances actuales y futuros de esta ciencia nueva o centenaria según se vea.

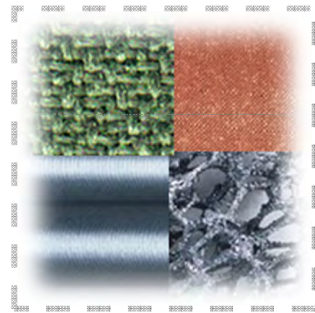
El prefijo “nano” significa una billonésima parte de un metro, aunque en el sistema métrico decimal un nanómetro es equivalente a $1/1,000,000,000$ de un metro. Como referencia podemos decir que el ancho de un cabello humano es de 50,000 nanómetros. La Nanociencia estudia los principios fundamentales de las moléculas y estructuras que tengan al menos alguna dimensión entre 1 y 100 nanómetros. La Nanotecnología es la aplicación de estas nanoestructuras en nanodispositivos útiles.

Las nanoestructuras no sólo son las cosas más pequeñas que el hombre haya creado, son las cosas sólidas más pequeñas que puede haber. Las propiedades fundamentales de los materiales y, por consiguiente, de los objetos dependen de su conformación a nanoescala.

Para facilitar la explicación científica de la Nanotecnología se comenzará hablando de sus aplicaciones actuales (nanoproductos), para después desglosar una de ellas desde el material estructural hasta llegar a su conformación molecular.



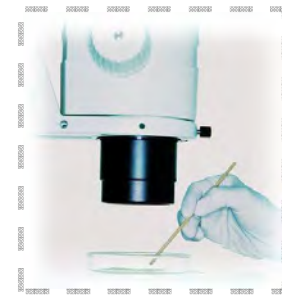
APLICACIONES ACTUALES (nanoproductos)



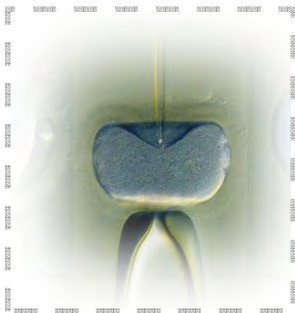
MATERIAL NANOESTRUCTURADO DE UNA APLICACIÓN (nanomaterial del producto)



SOLUCIONES QUE DA LA NANOTECNOLOGÍA (características del nanomaterial)



¿CÓMO SE HACE NANOCIENCIA? (procesos de creación del nanomaterial)



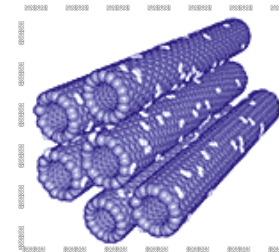
HERRAMIENTAS DE LA NANOCIENCIA (tecnología utilizada para crear el nanomaterial)



LEYES CUÁNTICAS (leyes que influyen en el nanomaterial)



MATERIA PRIMA DE LA NANOCIENCIA (átomos del nanomaterial)



NANOTUBOS 100% NANOMATERIAL (alternativas para mejorar materiales)



APLICACIONES ACTUALES

LUZ EN ESTADO SÓLIDO

Creando una matriz con capas de nanodiodos de diferentes tamaños dentro de un medio transparente como el óxido de aluminio, se puede crear un chip que brilla con luz blanca. Este tipo de luz sólida usará alrededor de una quinta parte de la energía necesaria para la luz fluorescente normal y durará aproximadamente 50 años.

EL SÚPER UNIFORME

Científicos del MIT proponen un uniforme de combate hecho de un ligero "músculo artificial", que consiste en polímeros electroactivos que pueden cambiar de forma en respuesta a una señal eléctrica y aplicar gran fuerza (cien veces más que un músculo humano). Podría ayudar al soldado a cargar cosas pesadas, contar con un flujo de refrigerante para mantenerlo fresco, aplicar un torniquete en una herida, estar recubierto de numerosas películas ultra delgadas que crearían reflejos de luz en longitudes de onda específicas que serían reconocidas como si fueran un código de barras, para evitar accidentes de "fuego amigo", resistiría impactos de bala y agentes bacteriológicos, informaría sobre la salud del soldado al medir emisiones en su aliento cuando está bajo gran estrés o herido.

NANOTUBOS MAGNETIZADOS

Nanotubos cargados con materiales metálicos, podrían ser dirigidos a través de magnetismo llevando medicamentos dentro del cuerpo, o bien ser usados para hacer diagnósticos médicos sin necesidad de cirugía. También pueden ser utilizados en textiles inteligentes para grabación magnética.

TEXTILES INTELIGENTES

Los nanomateriales permiten variar las propiedades de los tejidos. Estas fibras sirven como repelentes de virus y bacterias y pueden absorber los rayos ultravioleta (UV).

CALOR CORPORAL PARA MARCAPASOS

Científicos desarrollan una "batería biotérmica" para transformar el calor corporal en electricidad, este nuevo tipo de baterías podría durar hasta 30 años.

La tecnología se basa en la utilización de materiales termoeléctricos, que son tipos especiales de semiconductores que producen electricidad cuando una cara del material se calienta, mientras que la otra se enfría.

Materiales como estos se han empleado para generar electricidad en naves espaciales cuyos paneles solares dejan de funcionar cuando alcanzan grandes distancias del Sol.

PLAGUICIDAS

Monsanto, Syngenta y BASF desarrollan plaguicidas que irán en cápsulas hechas con nanopartículas. Las plantas pueden absorberlos mejor si se encuentran en esta forma, también pueden programarse para que comiencen su acción en un tiempo específico.

ALIMENTO PARA AVES

Con fondos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) investigadores de la Clemson University están dando de comer a los pollos nanopartículas de poliestireno bioactivo que neutralizan las bacterias, como una alternativa a los antibióticos químicos en la producción industrial aviaría.

ESTANQUES

Una de las compañías de piscicultura más grandes de Estados Unidos, Clear Spring Trout, está agregando vacunas en la forma de nanopartículas a los estanques de trucha de modo que los peces las ingieran.

SENSORES INALÁMBRICOS

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos tiene un proyecto para cubrir los campos de cultivo y el ganado con pequeños sensores inalámbricos que reemplazarían la fuerza de trabajo (y la experiencia) por un sistema ubicuo de vigilancia.

ALIMENTOS

Kraft, Nestlé, Unilever y otras buscan cambiar la estructura de la comida mediante la nanotecnología. Ya están desarrollando bebidas "interactivas" que contienen nanocápsulas para transportar nutrientes y sabores hacia el cuerpo. Una de las compañías las define como "nanocéuticos". De la misma forma en que se manipulan moléculas y átomos para crear nanomateriales, se podría crear comida con mucha mayor eficiencia a menor costo. Podría usarse esta comida como medicamento y como un medio de nutrición.

EMPAQUES

BASF, Kraft y otras están desarrollando nuevos nanomateriales que alargan la vida de anaquel y "anuncian" cuando un alimento se echa a perder mediante cambios en el color

MÁS APLICACIONES

- Herramientas para cortar metal.
- Pegamento para dientes.
- Convertidores catalíticos para autos.
- Pinturas magnéticas transparentes. Pueden usarse en tóner de impresoras láser o como marcadores magnéticos para papeles de seguridad.
- Líquidos con partículas metálicas para que respondan al magnetismo.
- Trajes con partículas de plata para evitar infecciones en heridas por quemaduras graves.
- Películas para vidrio de ventana que absorben el calor de los rayos solares con partículas de óxido de cobre.
- Discos duros de mayor capacidad.
- Chips de refrigeración que sustituyan compresoras de aire, refrigeradores, etc., sin químicos ni partes móviles.
- Sensores de sustancias químicas o tóxicas.
- Celdas solares que permitan tener energía portátil de bajo costo.
- Bicicletas con el cuadro reforzado con nanotubos.

Algunas de las aplicaciones mencionadas en este documento más otras 200 aproximadamente, se pueden encontrar en una recopilación de nanoproductos tanto de diseño industrial como de otro tipo en:

<http://www.nanotechproject.org/index.php?id=44&action=view>



PINTURA ANTIGRAFFITI: DELETUM 3000

CENTRO: FATA – UNAM, Juriquilla, Qro.

INVESTIGADORES: Dr. Manuel Castaño Meneses y Dr. Rogelio Rodríguez.

EMPRESA COMERCIAL Comex.

MATERIAL: Pintura adicionada con componentes que repelen el agua y el aceite.

PROCESO: Nanopartículas cerámicas hechas por medios de síntesis común.



CARACTERÍSTICAS DE LA PINTURA

- Excelente resistencia al rayado.
- Resistencia sobresaliente a sustancias químicas (incluyendo solventes comerciales e industriales).
- Resistencia a la degradación UV que asegura la transparencia.
- Producto amigable con el medio ambiente.
- Conserva la apariencia original de la superficie.
- Los graffitis desaparecen en unos cuantos días o bien se pueden lavar (sin solventes) o quitar con una cinta adhesiva.
- Alta relación costo-beneficio, ya que te olvidarás de repintar sus fachadas cada vez que seas presa de graffiteros.
- Transparente y variedad de colores.
- Precio comercial \$150 1L.

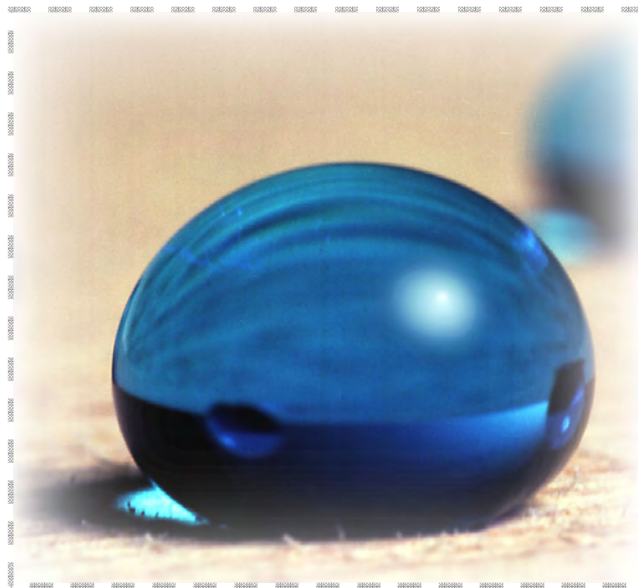


BASF LOTUS SPRAY: AEROSOL REPELENTE AL AGUA

EMPRESA COMERCIAL: BASF.

MATERIAL: Gas repelente al agua .

PROCESO: Se imitan las propiedades repelentes al agua de la flor de loto.



CARACTERÍSTICAS

Reduce el contacto del agua y el material al mínimo.

Decrece la fuerza de adhesión del agua.

Mantiene libre de impurezas la superficie protegida.

Se puede utilizar en gran variedad de superficies.

Se aplica como cualquier aerosol.



TECLADO FLEXIBLE: ELEKTEX PDA KEYBOARD

CENTRO: Eleksen, UK .
 INVESTIGADORES: Chris Chapman
 EMPRESA COMERCIAL: Sony.
 MATERIAL: Elektex.
 PROCESO: Multicapa de electrotexiles.



CARACTERÍSTICAS DEL TECLADO

Se puede doblar y guardar en el bolsillo.
 A prueba de agua.
 Portátil.
 Ligero y durable.
 Funciona como protección para la PALM.
 Precio competitivo \$800.



WILSON DOUBLE CORE: PELOTAS DE TENIS

CENTRO: InMat LLC .

INVESTIGADORES:

EMPRESA COMERCIAL: Wilson..

MATERIAL: Air D-Fense .

PROCESO: Al interior de la bola se aplica una pintura que evita la fuga de aire.



CARACTERÍSTICAS DE LAS PELOTAS

Es la pelota más durable en el mercado.
Dura más de 4 semanas de uso constante.
Se puede utilizar en cualquier superficie.
Mantiene sus características intactas.
Precio paquete de 3 \$135 .



WILSON STAFF TX4 4-PIECE GOLF BALL: PELOTAS DE GOLF

EMPRESA COMERCIAL: Wilson.

MATERIAL: Cuatro capas de elastómero de uretano .

PROCESO: Se agregan nanopartículas en la estructura química del polímero.

CARACTERÍSTICAS DE LA PELOTA DE GOLF

Centro suave.

Capa interna aprovecha mejor la aceleración del golpe.

Mucho control en tiros.

Resistente al desgaste.

Los hoyuelos de la superficie dan mayor aerodinámica.

Vuelo más estable y prolongado.

Precio del paquete con 4 bolas = \$372.



WILSON n SIX-ONE TOUR: RAQUETA DE TENIS

CENTRO: InMat LLC .

EMPRESA COMERCIAL: Wilson nCode.

MATERIAL: 10% nCoded Carbon/ 70% nCoded Grafito/ 20% Kevlar.

PROCESO: Se agregan nanopartículas al material del cuadro de la raqueta.

CARACTERÍSTICAS DEL MARCO DE LA RAQUETA

2 veces más resistente.

2 veces más estable.

22% mas poderosa.

Mantiene todas las características de cualquier raqueta.

Aprobada por la ATP.

Precio unitario \$2,467.



Wilson Pd5 Performance 400cc Driver: Palo de Golf.

EMPRESA COMERCIAL: Wilson.

MATERIAL: Nanocarbón y titanio .

PROCESO: Se agregan nanopartículas en la corona y titanio al alma del palo.

CARACTERÍSTICAS DEL PALO DE GOLF

Máxima fuerza en los tiros.

Buena estabilidad.

Mejor control.

Crea mayores ángulos de lanzamiento.

Precio unitario \$3,600.





PANTALLA NANOREPLICADA:
AUDIOVOX D1700 PORTABLE DVD PLAYER

CENTRO: Autotype y el Instituto Fraunhofer de Energía Solas en Alemania ..

EMPRESA COMERCIAL: Audiovox.

MATERIAL: Película nanoestructurada.

PROCESO: Nano réplica de la estructura ocular del ojo de las polillas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PANTALLA

Botones de brillo y color, permiten ajuste rápido.

Peso ligero..

Pantalla de 7".

Película antibrillo y antireflexión.

Amplio ángulo de visión.

Alta claridad de imagen.

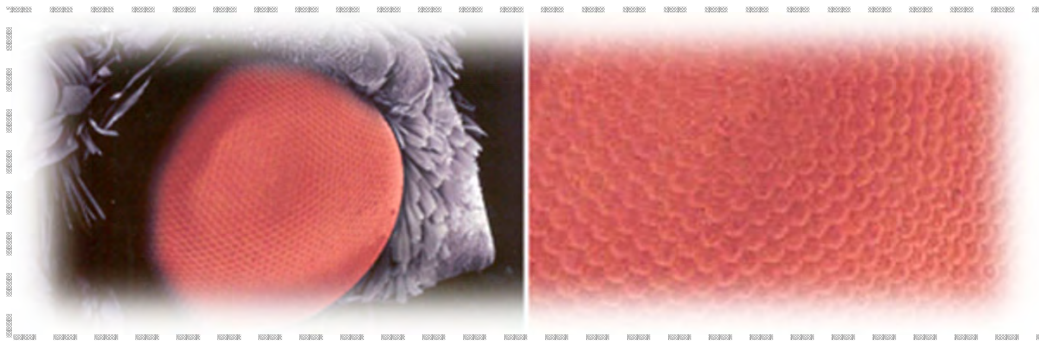
PELÍCULA ANTIREFLEJANTE Y ANTIBRILLO: AUTOFLEX MARAG

Autotype, uno de los líderes en desarrollo y fabricación de películas y productos químicos, lanzó una película antirreflejante y antibrillo que surgió de la investigación detallada de la estructura del ojo de las polillas. Llamada Autoflex MARAG (MothEye Anti-Reflective, Anti-Glare), puede producirse por medio de moldeo de inserción.

Desarrollado conjuntamente por Autotype y el Instituto Fraunhofer de Energía Solar en Alemania, la nueva película Autoflex simula la nanoestructura de los ojos de las polillas. Se compone de estructuras que han evolucionado para almacenar la mayor cantidad de luz sin producir ninguna reflexión, para proteger a las polillas de los depredadores nocturnos.

Fabricada usando técnicas de nano-replicación, esta película es la primera en su tipo en combinar propiedades antirreflejantes y antibrillo, con un revestimiento resistente a rayones y químicos, que tiene un nivel de claridad óptica excepcional. El resultado es una película resistente, estable dimensional y formalmente que refleja menos del 1% de la luz visible, sin problemas con el ángulo de visión, eliminando la iridiscencia y brillo que tienen las pantallas hechas con materiales convencionales.

Esta película está hecha a través de la tecnología de nano réplica y tiene una estructura periódica de 250nm.



Detalle del ojo de una polilla

APLICACIONES

Se puede utilizar para cubrir pantallas de celulares, pantallas planas, interfaces de pantalla táctil, lámparas electroluminiscentes y pantallas para celulares





EASYSHARE LS633 DIGITAL CAMERA:
PANTALLA OLED

EMPRESA COMERCIAL: KODAK.

MATERIAL: . Diodos orgánicos emisores de luz.

PROCESO: Multicapas orgánicas sobre un sustrato de vidrio.

CARACTERÍSTICAS DE LA PANTALLA OLED

2,2 pulgadas.

Convierte la energía eléctrica en luz.

Mayor nitidez de visión.

Calidad lumínica superior.

Menor consumo eléctrico.

Menor espacio físico.

Ángulo de visión de 165°.

Precio \$4,700.

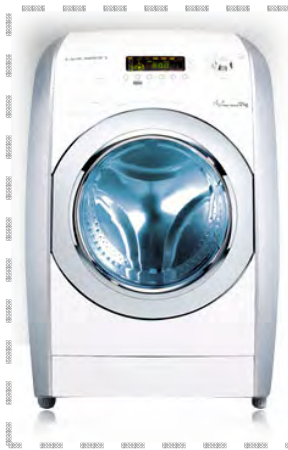


SILVER NANO HEALTH SYSTEM:
SISTEMA PURIFICADOR

EMPRESA : Samsung.

MATERIAL : Nanopartículas de plata.

PROCESO: Iones de plata se agregan en ropa, alimentos y aire acondicionado.



CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

(Actualmente utilizado en refrigeradores, lavadoras y aires acondicionados)

Impide el desarrollo de bacterias y hongos.

Esterilización del 99.9%.

Tu ropa permanece como nueva por más tiempo.

Los alimentos se conserven más frescos.

El aire que respiras es más puro y saludable.





¿Qué son los NANOTUBOS?

PANTALLA DE NANOTUBOS

CENTRO: Motorola Labs.
 EMPRESA COMERCIAL: Motorola.
 MATERIAL: NED (nanotube emissive display)
 PROCESO: Nanotubos de carbono acomodados sobre un sustrato de vidrio.

CARACTERÍSTICAS DE LA PANTALLA

Pantalla NED de 5".
 Video con color total.
 Alto brillo.
 Pureza y uniformidad de color.
 Amplio ángulo de visión.
 Espesor de 3.3mm.
 Resolución de 1280x720 de alta definición.
 Rango de actualización de 60 Hz.
 Menor consumo eléctrico que una pantalla LCD.
 Una pantalla de 40" costará aproximadamente \$4,000 M.N.



CHALECO ANTIBALAS: STRATUM nanoPROTECTM

(Uno de los primeros ejemplos comerciales del uso efectivo de la nanotecnología en dispositivos de blindaje).

CENTRO: FATA – UNAM, Juriquilla, Qro.

INVESTIGADORES: Dr. Manuel Castaño Meneses y Dr. Rogelio Rodríguez.

EMPRESA COMERCIAL: Parafly, S.A.

MATERIAL: Red de multicomponentes, que usa, entre otros materiales,

Kevlar 29.

PROCESO: Las fibras de este material fueron térmicamente tratadas para producir costillas, que producen ropa con mejor rendimiento contra la penetración de la bala incrementando la resistencia.

¿Para qué más se utiliza el KEVLAR?



CARACTERÍSTICAS DEL CHALECO

Para fuerzas de seguridad policiales y compañías privadas.

El chaleco puede ser incluido como un elemento más del vestuario habitual.

Ofrece protección al pecho con refuerzo adicional en el área central, espalda, laterales, cuello (desmontable) y hombros con refuerzo adicional en la parte superior de la espalda.

La funda, para su limpieza dispone de aberturas que permiten extraer el paquete balístico.

Varias tallas.

Color blanco y azul marino.

Protección modelo B1 munición de 9mm - .357 mag.

Protección modelo B2 hasta .44 mag.

Peso modelo B1 2.400 gramos.

Peso modelo B2 3.300 gramos.

Costo nivel uno \$13,000 (IVA incluido)

Costo nivel dos \$16,000 (IVA incluido)

CATÁLOGO DE APLICACIONES	PRODUCTO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECIO (APROXIMADO M.M.)
	Chaleco antibalas	Kevlar 29	A diferencia de otros chalecos de su tipo, soporta condiciones de humedad y exposición a rayos UV	\$13,000
	Pintura Antigraffiti	Pintura repelente al agua y al aceite	Conserva la apariencia original de la superficie. Los grafitis desaparecen en unos cuantos días o bien se pueden lavar con solventes o quitar con una ceta abrasiva.	\$150 Lt.
	Aerosol repelente al agua	Barniz repelente al agua	Hace repelente al agua superficies como madera, piel, tela etc. Usado el método de la fibr de sado para lograrlo.	---
	Teclado flexible	Elektex	Funciona como un teclado protector y táctil de la PALM	\$600
	Pelotas de tenis	Air D-Fense	Duran el doble que una pelota normal.	3 x \$130
	Pelotas de golf	Elastómero de uretano	Tienen un vuelo más estable y prolongado. Prefieren mejor aerodinámica.	4 x \$272

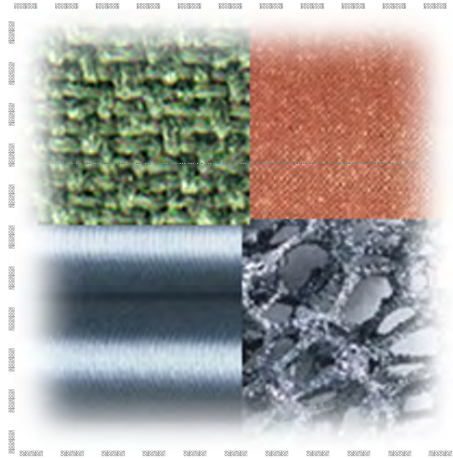
CATÁLOGO DE APLICACIONES

CATÁLOGO DE APLICACIONES

CATÁLOGO DE APLICACIONES	PRODUCTO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECIO (APROXIMADO M.N.)
	Chaleco antibalas	Kevlar 29	A diferencia de otros chalecos de su tipo, soporta condiciones de humedad y exposición a rayos ultravioleta (UV) .	\$13,000
	Pintura Antigrffiti	Pintura repelente al agua y al aceite	Conserva la apariencia original de la superficie. Los graffitis desaparecen en unos cuantos días o bien se pueden lavar (sin solventes) o quitar con una cinta adhesiva.	\$150 1L
	Aerosol repelente al agua	Barniz repelente al agua	Hace repelente al agua superficies como madera, piel, tela. etc. Utiliza el método de la flor de loto para lograrlo.	-----
	Teclado flexible	Elektex	Funciona como envoltente protector y teclado de la PALM.	\$800
	Pelotas de tenis	Air D-Fense	Duran el doble que una pelota normal.	3 x \$135
	Pelotas de golf	Elastómero de uretano	Tienen un vuelo más estable y prolongado. Presentan mejor aerodinámica.	4 x \$372

CATÁLOGO DE APLICACIONES

CATÁLOGO DE APLICACIONES	PRODUCTO	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	PRECIO (APROXIMADO M.N.)
	Raqueta de tenis	10% nCoded Carbon 70% nCoded Grafito/ 20% Kevlar.	2 veces más resistente. 2 veces más estable. 22% mas poderosa.	\$2,467
	Palo de golf	Nanocarbono titanio	2 veces más resistente. 2 veces más estable. 22% mas poderosa.	\$3,600
	Película antireflejo y antibrillo	Película nanoestructurada	Quita en un 99% el brillo. Aumenta el ángulo de visión.	----
	Pantalla OLED	Diodos orgánicos emisores de luz	Menor consumo eléctrico. Mayor nitidez. Menor espesor.	\$4,700
	Electrodomésticos	Nanopartículas de plata	Impide el desarrollo de bacterias y hongos. Esterilización del 99.9%. Tu ropa no permite bacterias Los alimentos se conserven más frescos. El aire que respiras es más puro y saludable.	----



MATERIAL NANOESTRUCTURADO
DEL CHALECO ANTI BALAS
(nanomaterial del producto)

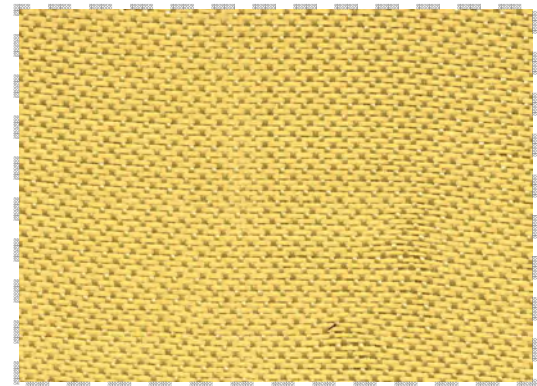
¿Cómo se agregan estas nanopartículas al Kevlar?

KEVLAR EN PRODUCTOS

El Kevlar se utiliza con o sin nanopartículas en otros muchos productos por sus excelentes características. A continuación se muestran algunas de ellas y también otros productos que lo utilizan.

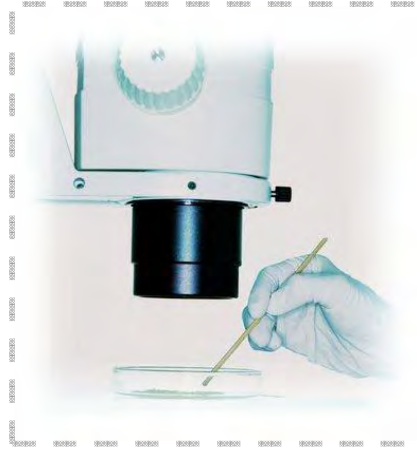
CARACTERÍSTICAS DEL KEVLAR

- Patentado en 1966 por Dupont.
- Químicamente es una formación de fibras.
- Utilizado también para sistemas de freno de vehículos espaciales, incluyendo botes, paracaídas, materiales de construcción, etc. Capaz de soportar el impacto de fuertes energías.
- Soporta temperaturas de más de 400° C.
- Una limitante del Kevlar es la susceptibilidad que tiene a ser dañado por los rayos UV, por la humedad del ambiente y por químicos que tiene el sudor de la piel.





CAMBIO DE MATERIAL A NANOMATERIAL



¿CÓMO SE HACE NANOCIENCIA?
(procesos de creación del nanomaterial)

Antes de poder manipular las nanopartículas, es necesario, por obvio que parezca, poder observarlas por lo tanto, antes de mencionar la herramientas para manipular moléculas, se muestran brevemente algunas herramientas para poderlas ver y medir.

En el pasado existía la "teoría" acerca de las nanoestructuras, pero no fue hasta la invención de los microscopios electrónicos y atómicos que fue posible manipular moléculas y otras estructuras individualmente, debido a que antes ni siquiera era posible verlas con algún instrumento de laboratorio.

Algunos de los métodos más usados para VER, MEDIR Y MANIPULAR la materia son estos:

VER Y MEDIR

PRUEBA DE ESCÁNER (también usada para manipular)
ESPECTROSCOPIA
ELECTROQUÍMICA
MICROSCOPIO ELECTRÓNICO

MANIPULAR

NANOLITOGRAFÍA
PLUMA DE INMERSIÓN NANOLITROGRÁFICA
LITOGRAFÍA CON ELECTRONES
LITOGRAFÍA CON MASCARILLA
SÍNTESIS MOLECULAR
AUTO ENSAMBLE (utilizado en el kevlar29)
CRISTALES AUMENTADOS
POLIMERIZACIÓN
NANO LADRILLOS



PRUEBA DE ESCÁNER

Este tipo de prueba o "tip" (nombre en idioma inglés con el que se lo conoce normalmente), funciona recorriendo por completo una zona como lo hace un escáner de imágenes, es decir, recorre determinada superficie de escala nanométrica examinando los cambios de textura, tamaño, etc., con el fin de poder conocer las cualidades de los átomos. Con este tipo de mediciones se pueden reconocer diversas propiedades de una muestra, cada tip identifica solo una característica determinada por lo que existen varios tipos de pruebas para reconocer las diferentes propiedades de una misma muestra. Las principales pruebas de escáner son:

MICROSCOPIO ATÓMICO Mide la resistencia que ejerce la superficie a estudiar, mientras el microscopio se desplaza sobre ella.

MICROSCOPIO DE TÚNEL Mide la cantidad de energía que fluye entre la superficie y el escáner, las protuberancias que forman la geometría de la muestra y su capacidad de conducir electricidad.

MICROSCOPIO MAGNÉTICO Identifica las zonas con magnetismo en la muestra.

ESPECTROSCOPÍA

Es una luz brillante de un color específico que se aplica a una muestra para registrar su absorción, dispersión y otras propiedades del material bajo esas condiciones. Los rayos X, por ejemplo, pasan radiación a través de un material para ver la dispersión que provoca una muestra como metal o hueso. La resonancia magnética es otro tipo de espectroscopia.

La desventaja de este tipo de prueba es que la longitud de onda de la luz visible es de 400 y 900 nm, por lo que es usada solo para ver conjuntos de nanoestructuras, pero no para ver estructuras individuales.

ELECTROQUÍMICA

Sirve para cambiar los procesos químicos de una muestra a través de corriente eléctrica y para generar corriente a partir de reacciones químicas.

Además de su función de análisis, sirve también para construir nanoestructuras. La naturaleza de un átomo puede determinarse directamente con este tipo de técnica incluyendo algunas pruebas de escaneo electroquímicas.

MICROSCOPIO DE ELECTRONES

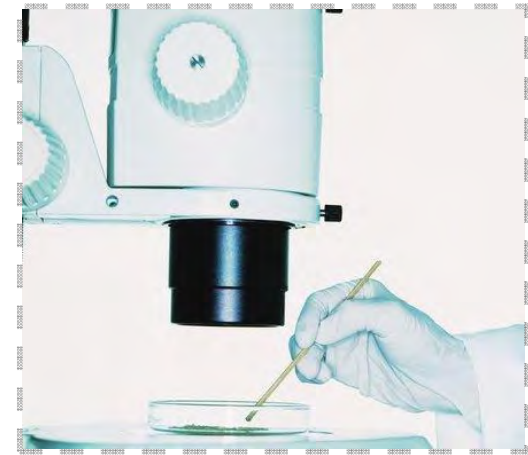
Muestra básicamente la forma de la estructura analizada, incluyendo en algunos casos átomos individuales. Se hace pasando electrones a través de la muestra para examinar su estructura y comportamiento. Cuando los electrones encuentran núcleos u otros electrones, éstos se dispersan. Reconociendo los electrones no dispersos podemos crear una imagen después de aplicarle color. Este tipo de prueba es muy usada en el análisis e interpretación de nanoestructuras.



Además de saber como se agregaron las nanopartículas al kevlar, vamos a mencionar algunas herramientas que tiene un científico para modificar ciertos materiales con nanopartículas.

Vale la pena mencionar que prácticamente todas las herramientas o pruebas se realizan con ayuda de un microscopio electrónico, es decir, la herramienta principal del científico es el microscopio en sí mismo.

Existen alrededor de 11 formas de manipular átomos, células, etc. Éstas tienen a su vez algunas variantes, a continuación se explicarán brevemente algunas:



PRUEBA DE ESCÁNER

Además de ser una herramienta de medición y visualización, este tipo de prueba sirve para manipular átomos y moléculas. En este caso, ~~se~~ pueden mover, arrugar, empujar, y acomodar nanoestructuras a través de un “toque” o “tip” de la punta del microscopio.

La desventaja de este tipo de pruebas, es su elevado costo y su lentitud. En una prueba aislada de laboratorio son muy efectivas pero no para tener producciones en serie como se pretende en un futuro..

NANOLITOGRAFÍA

La litografía, como la conocemos, consiste en grabar una piedra con una imagen o signo, entintar esta roca y después presionarla contra un papel.

La esencia de este método se utiliza para hacer los chips de computadora a través de litografía óptica o con rayos x. Sabemos que estos métodos luminosos no funcionan en nanoescala debido a la longitud de onda tan grande de la luz, por lo que actualmente se esta mejorando esta técnica para poder usarla en nanociencia.

Actualmente, se utiliza, entre otras técnicas, la microimpresión litográfica que funciona como cualquier sello de goma. Un patrón es dibujado en una superficie de silicón o polímero de oxígeno, después se entinta con moléculas y se imprime sobre una superficie que puede ser algún metal, polímero, óxido o cualquier otra superficie a nanoescala.

Tiene la desventaja de trabajar en superficies no menores de 1000 nm, además de ser un proceso complicado, pero tiene la ventaja de ser barato y actualmente se está mejorando para que funcione en superficies más pequeñas.

PLUMA DE INMERSIÓN NANOLITOGRÁFICA

Es una forma de construir estructuras arbitrarias sobre una superficie de la misma forma en que hacíamos líneas en un papel con una pluma entintada en un frasco de tinta.

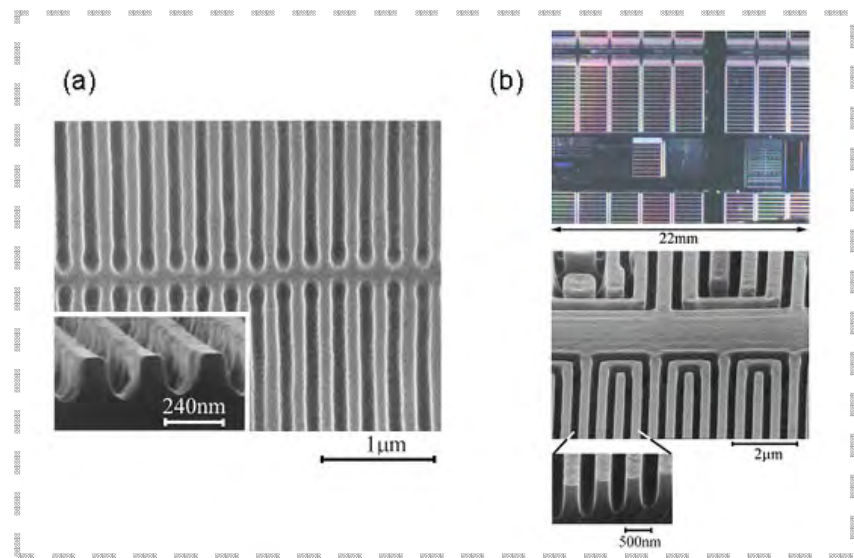
Los microscopios atómicos son excelentes nanoplumas. Una muestra de moléculas y átomos es colocada en la punta de la nanopluma para después desplazarla haciendo líneas y patrones en la superficie. Para esta técnica se puede utilizar prácticamente cualquier tipo de átomo como tinta y se puede aplicar en prácticamente cualquier superficie, permitiendo hacer estructuras muy detalladas por la facilidad de uso de la nanopluma del microscopio atómico.

La desventaja de esta técnica es la lentitud con que se crea una estructura, por lo que actualmente se está trabajando en acelerar el proceso.

LITOGRAFÍA CON ELECTRONES

Debido a la ya mencionada longitud de onda tan grande de la luz, se ha sustituido la luz por electrones que permiten manipular estructuras de la misma forma que la litografía normal.

Actualmente, **este** método se utiliza en la manufactura de dispositivos microelectrónicos. .



Nanolitografía
Imagen tomada con microscopio electrónico

LITOGRAFÍA CON MASCARILLA

Funciona como una hoja de papel con recortes en su interior que sirve como mascarilla a la que se rocía con pintura en aerosol para pintar sobre una superficie plasmando solo las zonas recortadas de la hoja. En el caso de la nanoescala se utilizan patrones de moléculas y otras estructuras que funcionan como la hoja de papel que después de ser rociadas con átomos, los dejan pasar sólo por los espacios libres para que, al ser retiradas, dejen una capa de átomos con el dibujo del patrón hecho.

SÍNTESIS MOLECULAR

Tiene que ver con hacer moléculas para propósitos específicos. Actualmente, existen medicinas como la penicilina que tienen una complicada síntesis química. Por ejemplo, se puede utilizar una molécula como protección de átomos que estén en su interior sin que haya una unión química entre ellos para protegerlos hasta que se quiera utilizar el átomo del interior.

El problema de esta técnica es que manipular átomos uno por uno es demasiado lento y no tiene una repercusión a gran escala como se pretende en el futuro.

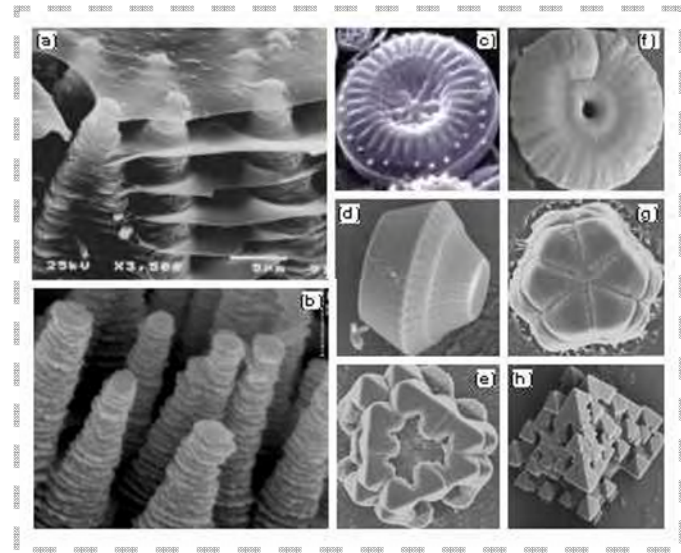


La penicilina utiliza síntesis molecular en su estructura a nanoescala.

CRISTALES AUMENTADOS

Estos cristales pueden funcionar como modelo o semilla para que otros átomos imiten el patrón de su estructura, esto es realizado comúnmente en soluciones líquidas.

A través de una selección cuidadosa de los cristales en condiciones propicias para su crecimiento, es posible crear formas inusuales. Actualmente, se han creado materiales con excelente conductividad eléctrica con importantes aplicaciones en óptica y electrónicos.



Nanocrisales. La forma de los cristales depende de las condiciones de crecimiento y pueden ser controladas.

POLIMERIZACIÓN

Los polímeros, como hemos visto antes, son moléculas muy largas con millones de átomos. Los tipos industriales son Polietileno, Poliestireno o PVC.

Entre los monómeros y los enormes polímeros existen unas estructuras hechas con muchos monómeros sin llegar a ser polímeros, estas son llamadas oligonucleótidos. También se pueden entender como fragmentos pequeños de DNA.

Para formar DNA se introduce un oligonucleótido sintético en el DNA de una bacteria para que se reproduzca creando una cadena. A través de reacciones químicas se consigue modificar el DNA de la bacteria para convertirla en una máquina de genes. Con varias bacterias de este tipo es posible crear una fábrica de proteínas. Un posible uso de esto sería crear insulina para el tratamiento de la diabetes.

Este fenómeno junto al auto ensamble y el reconocimiento molecular, es la forma en que las células se reproducen naturalmente. En esta técnica se modifica una partícula engañando a la bacteria para que se replique.

NANO LADRILLOS

En teoría podríamos decir que un átomo es el ladrillo para construir un material, pero a una nanomáquina ensambladora le tomaría 19 millones de años construir un material átomo por átomo, debido a que un material común está formado por alrededor de 6×10^{23} átomos.

Para evitar este largo proceso actualmente se utilizan nano ladrillos semimoleculares, con un tamaño mucho mayor que un átomo, como son los nanotubos.

NANO CAD

Existen actualmente programas diseñados para calcular el posible comportamiento de una nanoestructura basados en la mecánica cuántica y la física tradicional. Con ellos se puede predecir el resultado de una unión de partículas y sus posibles características, sin embargo, lo más importante es la intuición, experiencia e inspiración del investigador.

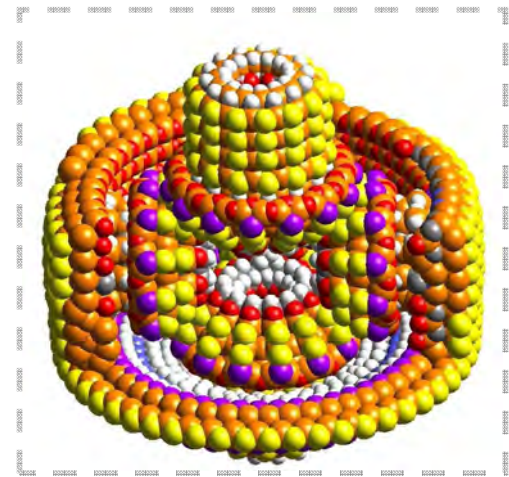


Imagen en computadora de un motor molecular

¿Qué tipo de leyes existen en la nanoescala?

AUTOENSAMBLE (técnica utilizada en el kevlar del chaleco antibalas)

La idea final de esta característica de algunas moléculas es unir dos partículas sólo colocándolas una junto a otra a través de leyes físicas como la ley de Coulomb. La unión de estas partículas es más débil que la unión que existe entre los átomos de las moléculas, pero es suficiente para mantener unidos a los componentes. Ejemplo de este tipo de unión son las partículas de agua que son estables mientras no se calienten convirtiéndose en vapor por la separación del hidrógeno y el oxígeno.

Lo que sucede en nanoescala cuando se autoensambla una estructura es la búsqueda por minimizar la energía, es decir, es una ley natural como cuando se deja caer una piedra de la mano al suelo en la que la piedra trata de minimizar la fuerza de la gravedad acercándose a ella.

Para realizar esta tarea se requiere un nanoconstructor que introduce átomos o moléculas a una superficie o estructura preconstruída. Estas partículas se alinean en posiciones particulares formando algunas veces uniones débiles y algunas veces uniones fuertes, siempre buscando minimizar la energía.

Este tipo de técnica sirve, por ejemplo, para hacer a una misma superficie impermeable o totalmente permeable.

Es la técnica más usada actualmente en la fabricación a nanoescala, además es de bajo costo.



LEYES EN NANOESCALA (leyes que influyen en el nanomaterial)

Se ha descubierto que las leyes físicas no siempre son exactas a nanoescala, debido a esto, se comienza a hablar de mecánica cuántica.

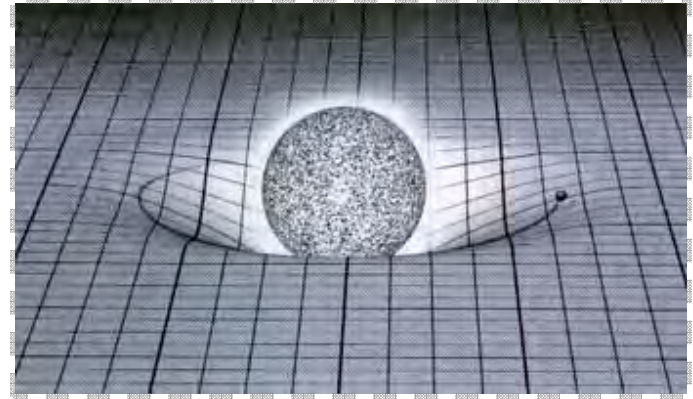
MECÁNICA CUÁNTICA Y ÓPTICA

Hasta el siglo XX la física de los materiales fue dominada por las ideas y fórmulas de Isaac Newton que con el complemento de algunos otros, creó las bases de la mecánica clásica. Estas reglas son demostrables cuando, por ejemplo, se mueve una pelota a través de una patada, a pesar de esto, cuando se trata de estructuras muy pequeñas a nanoescala, muchas de estas reglas clásicas cambian. Debido a estos y otros cambios, la física clásica fue reemplazada o complementada por una nueva teoría llamada mecánica cuántica.

En nanoescala no es posible agregar cargas eléctricas continuas y es necesario agregarla en fragmentos energéticos llamados "cuantos". Por esto cuando a un ion se le agrega la carga de un electrón, la carga del primero aumenta cuánticamente.

El agregar cuantos de energía puede cambiar la carga de una molécula o hacer que ésta actúe como un elemento de memoria. También de estas reglas depende el grosor mínimo de un cable para que pueda seguir conduciendo electricidad.

En la percepción de color, es posible agregar cuantos de luz a una molécula que da un color azul para que cambie su estructura química o geométrica y se perciba otro color.



Simulación de la ley de gravedad

Las leyes de la física clásica fueron reemplazadas o complementadas por una nueva teoría llamada mecánica cuántica que explica mejor lo que sucede con las nanopartículas a nanoescala.

¿Qué tipo de nanopartículas existen?



MATERIA PRIMA DE LA NANOCIENCIA
(átomos del nanomaterial)

tema nanociencia	sub/tema nanopartículas	cap (2.5.4)
----------------------------	-----------------------------------	-----------------------

| | | | | | | | | |
0.063 pag

Una vez que sabemos cómo ver y manipular nanopartículas, es momento de conocer los diferentes tipos que existen.

Para la ciencia existen tres tipos principales de materiales: metales, polímeros y cerámicos.

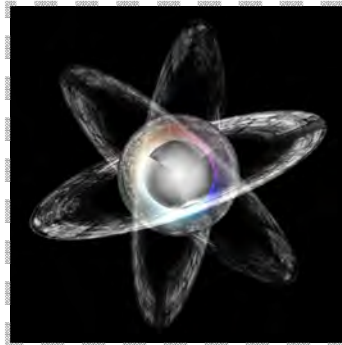
Los metales son un conjunto de átomos iguales unidos entre sí formando grandes moléculas estructuradas con billones de átomos del mismo tipo.

Los polímeros más comunes son los plásticos. Muchos polímeros están hechos con carbono porque éste tiene una habilidad casi única de unirse consigo mismo. Los polímeros son moléculas formadas por patrones de átomos llamados monómeros encadenados entre sí. No son conductores de electricidad normalmente, pero es posible hacer polímeros conductores.

Los cerámicos son comúnmente óxidos y están formados por muchos tipos de átomos. Estos materiales no son comúnmente estudiados, pero se piensa que pueden llegar a remplazar a los huesos.

Todos los demás materiales como, madera, fibra o comidas, están hechos con estructuras no homogéneas. Estos materiales son muy utilizados por la ingeniería pero no por la nanociencia.

Los elementos naturales son los ingredientes de los materiales



Las nanopartículas se forman pegando moléculas entre sí, ahora mencionamos las moléculas más comunes y la forma de unirlos.

RECONOCIMIENTO MOLECULAR

Este reconocimiento se basa en la atracción y unión de moléculas a través de cargas opuestas (ley de Coulomb). Es la causa básica de las alergias, el olfato, atracción hormonal, saciar la sed, pegamentos, etc. Puede ser utilizada en nanotecnología como estrategia de unión entre moléculas.

Existen a su vez 4 clases principales de moléculas biológicas:

Proteínas: Forman nuestras uñas, llevan oxígeno a la sangre, etc. Son las máquinas de la biología que permiten el buen funcionamiento de las cosas.

Carbohidratos: También llamados polisacáridos, son azúcares hechos con moléculas muy largas. Son imprescindibles para el buen funcionamiento de las células. No son muy utilizados en nanotecnología.

Ácidos nucleicos: Existen dos categorías DNA y RNA. Ambas son necesarias para producir proteínas. En nanotecnología se estudia mayormente el DNA.

Partículas especiales: Aquí se encuentran las moléculas de agua, oxígeno, dióxido de carbono, óxido nítrico y drogas o medicamentos.



Oler es una consecuencia del reconocimiento molecular de nuestra nariz.

¿Existe algo más pequeño que las moléculas?

Estos elementos que forman y unen a las moléculas son llamados también biosistemas

Muchos de los 91 elementos naturales los podemos encontrar en biología.

Los animales, plantas y polímeros sintéticos están formados en un 95% por cuatro elementos principales: hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y carbono.

Estos 4 elementos tienen una capacidad única de formar varios tipos de unión con otros elementos; debido a esto, la naturaleza y los científicos pueden utilizarlos para formar nanoestructuras muy complicadas y nuevos materiales.

En nuestro cuerpo las moléculas realizan la respiración, digestión, regulan la temperatura, protegen contra enfermedades, etc.



4 elementos principales:

hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y carbono.

Tienen capacidad única de unirse a otros elementos naturales. La naturaleza y los científicos forman nanoestructuras muy complicadas y nuevos materiales con ellos.

Prácticamente no existe nada más pequeño que los átomos que forman todo lo que existe.

Los átomos están formados por un gran núcleo de electrones y protones (+) rodeado de electrones (-).

Dependiendo de la cantidad de protones (+) que tenga el núcleo será más o menos pesado teniendo desde +1 hasta +92 que es el más pesado.

Un átomo neutro tiene igual número de electrones y protones, si esto no fuera así se llamaría ión (positivo con más protones o negativo con más electrones). Todos los átomos están dentro de la nanoescala, su tamaño oscila entre 0.1 nm hasta 0.22nm.

Existen 91 elementos en la naturaleza, estos son los 91 átomos que tiene la naturaleza para construir todo lo que vemos. Al combinarse los átomos se forman las moléculas. La naturaleza y el investigador de nanociencia utilizan estos 91 átomos para combinarlos entre sí.

Se conocen millones de moléculas y cientos de ellas son hechas o descubiertas cada año. La unión entre moléculas está dada por los electrones (-) y los iones (+) que al tener cargas opuestas son atraídos (ley de Coulomb), es decir, la unión o separación de las moléculas es una reacción química que depende de los electrones, por lo que los éstos son responsables de las propiedades químicas de los átomos y las moléculas, por lo que si se modifican los electrones, se modifican las propiedades también. Un buen ejemplo es la sal de mesa que está formada por cloruro y sodio, ambos átomos son tóxicos por separado pero son seguros mientras están unidos.

Las uniones son claves en la nanociencia. Se combinan átomos y iones en moléculas que funcionan como dispositivos mecánicos a nanoescala. Para una escala como la microscópica, las uniones sólo crean materiales y reacciones, sin embargo, en la nanoescala las uniones son sólo componentes de los dispositivos (moléculas).

En el caso del agua que puede estar en diferentes estados (sólido, líquido y gaseoso), las moléculas son las mismas pero acomodadas de manera distinta en cada uno.

Existen moléculas de mucho mayor tamaño que se llaman Polímeros constituyendo en sí mismos un material que también es clave para la nanociencia.

Sin embargo, para finalizar con el concepto de nanopartículas debemos hablar de los elementos que forman a los átomos

PROTONES Y ELECTRONES

Existen dos partículas más pequeñas que los átomos: protón y electrón. El neutrón es la combinación de ambos. Los protones y electrones representan las partículas más simples de la materia.

Los electrones son 2,000 veces más ligeros que el átomo más pequeño (hidrógeno). Los electrones tienen carga negativa y los protones carga positiva.

Cuando los electrones con carga negativa se acercan unos a otros se repelen dejando espacios entre ellos, los cuales serán ocupados por otros electrones dentro de una corriente eléctrica a través los circuitos.

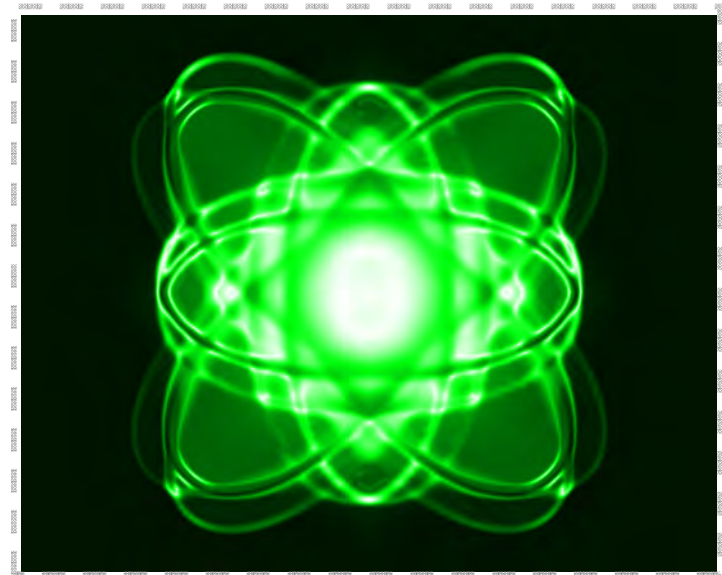
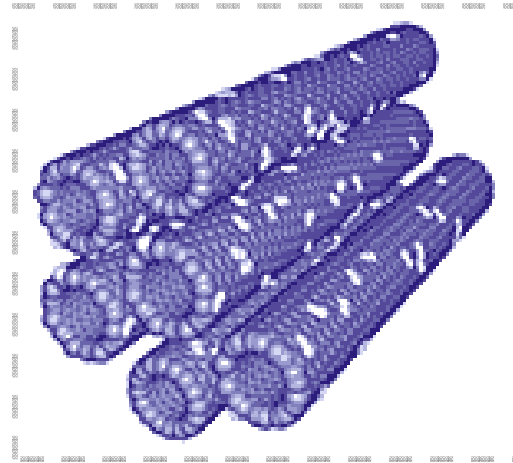


Imagen similar a un átomo



NANOTUBOS
(100% nanomaterial)

tema
nanotubos

sub/tema
—

cap
(2.6)

0.069 pag

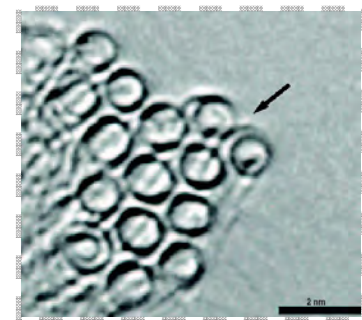
Ya en el decenio de 1970, el grupo de Morinobu Endo, de la Universidad de Shinshu, había publicado las primeras imágenes (tomadas por microscopía electrónica de transmisión) de nanotubos de carbono de una y varias capas. Sin embargo, en aquel entonces el interés se centraba en la fabricación de microfibras de carbono, por lo que dicho hallazgo no recibió su merecida atención. La revolución de los nanotubos no llegó hasta casi veinte años más tarde. En 1991, Sumio Iijima, del Laboratorio de Investigación Fundamental de NEC en Tsukuba, observó y caracterizó unas extrañas fibras nanoscópicas depositadas sobre una mota de hollín. Constituidas por carbono, regulares y simétricas, estas finas macromoléculas de impresionante longitud no tardaron en llamarse nanotubos. Aunque se crean espontáneamente en cualquier hoguera, se han descubierto varias formas de sintetizar estas estructuras tubulares: arco eléctrico entre electrodos de grafito, pirólisis de hidrocarburos sobre catalizadores metálicos, vaporización de grafito por rayo láser, vaporización de substratos carbonosos por energía solar y electrólisis mediante electrodos de grafito en sales iónicas fundidas.

Más resistentes que el acero, ligeros, conductores térmicos, semiconductores y superconductores eléctricos, los nanotubos de carbono han revolucionado la ciencia de los materiales. Combinando las reglas cuánticas que rigen la conductividad eléctrica con el tamaño y la geometría, los nanotubos presentan una complejidad electrónica única. Desde el carácter semimetálico/semiconductor del grafito hasta la superconducción, estas estructuras tubulares exhiben una gran variedad de comportamientos eléctricos en función del diámetro, la "torsión" (quiralidad) y el número de capas componentes.

Estructuras de varias capas presentan semiconducción.

Nanotubos de una capa 0,4 nm de diámetro = superconductores.

Nanotubos de una capa con diámetros del orden de 1,4 nm = conductores cuánticos.



HAZ DE CATORCE NANOTUBOS de carbono de una capa y 1,4 nanómetros de diámetro. Microscopio electrónico.

Debido a estas características los nanotubos de carbono se han venido utilizando en dispositivos nanoelectrónicos.

El enlace entre átomos de carbono constituye uno de los más fuertes de la naturaleza.

Esta característica confiere a los nanotubos (igual que a los diamantes y a los fullerenos, ambas estructuras con enlaces C-C en las tres dimensiones del espacio) unas propiedades mecánicas excepcionales.

En función de la técnica usada para medir las deformaciones ocasionadas por la vibración térmica y las particularidades de la estructura molecular, el módulo de Young (parámetro que define la resistencia a la deformación) de los nanotubos oscila entre 1,3 y 1,8 terapascal. Tanta elasticidad prácticamente los convierte en las nanofibras más resistentes.

Además, esta excelencia mecánica podría potenciarse mediante la unión de varios nanotubos de una sola capa en haces o cuerdas. De romperse un nanotubo, la fractura no se propagaría a los otros, puesto que se comportan como unidades independientes.

Merced a la buena relación entre diámetro y longitud, la excelente transferencia de sus propiedades mecánicas, la baja densidad y la alta conductividad eléctrica, los nanotubos constituyen unas de las mejores estructuras para introducirlas en matrices poliméricas. **Basta un uno por ciento (en peso) de nanotubos multicapa para aumentar en un 40 por ciento la resistencia mecánica de un polímero.** Otra forma de aprovechar las propiedades de los nanotubos consiste en recubrirlos con materiales cerámicos, como el óxido de silicio (vidrio) y el óxido de aluminio. Así, se mejoran las propiedades mecánicas y se evita la degradación en atmósferas oxidantes.

La posibilidad de transmitir calor a lo largo del eje del cilindro confiere a los nanotubos una conductividad térmica mayor, a temperatura ambiente, que la del diamante y el grafito. Los nanotubos multicapa son mejores conductores térmicos que las "esterillas" de nanotubos de una capa alineados. Por ese motivo, los nanotubos de carbono de una y varias capas podrían utilizarse como DISIPADORES DE CALOR. Sin embargo, los estudios en este campo son todavía escasos.

APLICACIONES EN TECNOLOGÍA DE LOS NANOTUBOS

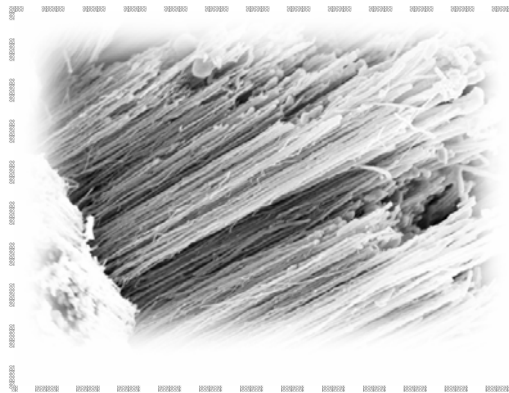
La combinación de todas estas propiedades físicas, derivadas de la estructura molecular de los nanotubos, ofrece un amplio abanico de aplicaciones que la ingeniería está aprovechando en forma de dispositivos innovadores. Algunas de estas aplicaciones pueden ser utilizadas y aprovechadas por los diseñadores industriales.

ALMACENAMIENTO DE GASES: Las celdas de hidrógeno facilitan una combustión limpia (únicamente liberan agua al medio). Muy recientemente, se ha demostrado que es posible almacenar nitrógeno, argón y helio a presiones elevadas en el conducto interno de tubos multicapa. Por esto, los nanotubos podrían albergar hidrocarburos como el metano y convertirse así en los menores cilindros jamás construidos.

TRANSPORTE ECOLÓGICO: Aprovechando la capacidad de almacenar gases de los nanotubos, se puede pensar en el mejoramiento de este tipo de transporte, sin embargo, todavía existen algunas dificultades técnicas que impiden su aplicación. El principal problema radica en la necesidad de celdas livianas que acopien grandes cantidades de combustible.

SENSORES QUÍMICOS DE GASES TÓXICOS: Si los nanotubos se exponen a un medio con 200 ppm (partes por millón o miligramos por litro) de dióxido de nitrógeno, la resistividad disminuye drásticamente. Esta propiedad permite pensar en mejores sensores químicos.

SUPERCAPACITORES: Dada la gran superficie y alta conductividad eléctrica, los nanotubos de carbono resultan también adecuados en este tipo de dispositivos electroquímicos cuyas celdas alcanzarían densidades de potencia superiores a 8000 watt por kilogramo. Supercapacitores de nanotubos multicapa podrían satisfacer la necesidad de grandes potencias y capacidades de almacenamiento de energía.



Nanotubos de carbono

APLICACIONES EN TECNOLOGÍA DE LOS NANOTUBOS

MÚSCULOS ARTIFICIALES: Los nanoactuadores podrían utilizarse para fabricarlos. En nanotubos de una capa, se han observado resistencias a la deformación de unos 26 MPa (valor 100 veces mayor a los observados en los músculos animales). Estos dispositivos podrían trabajar con bajos voltajes a temperaturas de alrededor de los 350°C.

AUMENTO DE ESPACIO EN LOS MICROCHIPS: Por ser ultrafinos liberan espacio en los microchips para alojar más transistores solucionando además problemas térmicos y de estabilidad.

MEJORES BATERÍAS DE LITIO: Sustituyendo el grafito, utilizado actualmente, por nanofibras de carbono se aumenta la eficiencia de dichas baterías.

MEJOR DEFINICIÓN DE TV: Dopados con boro, los nanotubos emiten electrones a voltajes aún menores y ofrecen mayor intensidad luminosa. En las pantallas cada píxel está formado por uno o varios nanotubos.

LÁMPARAS DE ALTA LUMINOSIDAD ECONÓMICAS: consiguen funcionar con voltajes muy reducidos y exhiben vidas de larga duración (superiores a las 8000 horas en la emisión).

MICROGRAFÍAS DE HUESOS HUMANOS: Reemplazando la pantalla de fósforo por blancos de metal, se generan rayos X que permiten estas micrografías.

ALMACENAMIENTO MAGNÉTICO DE INFORMACIÓN: Durante los últimos decenios, la generación de nanoalambres de hierro ha fracasado a causa de su fácil oxidación. Dado que los nanotubos se pueden llenar con metales y aleaciones, los nanoalambres se podrían encapsular dentro de nanotubos de carbono para prevenir la formación de óxidos que alteren el campo magnético. Cada nanoalambre se magnetizaría en dos posibles direcciones (correspondientes a 0 ó 1 en el código binario). Así, cada nanoestructura constituiría un bit y aumentaría la densidad de información. A partir de estos materiales pueden desarrollarse nuevos productos para la industria de la xerografía y tóners magnéticos.

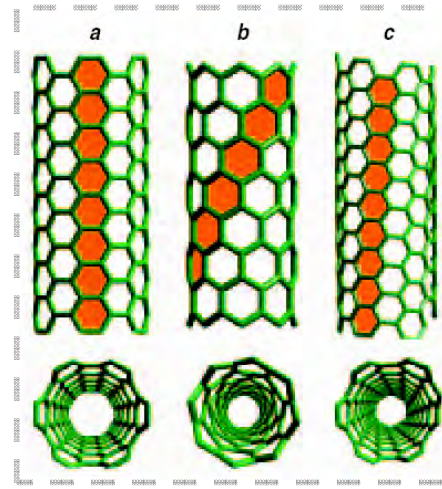
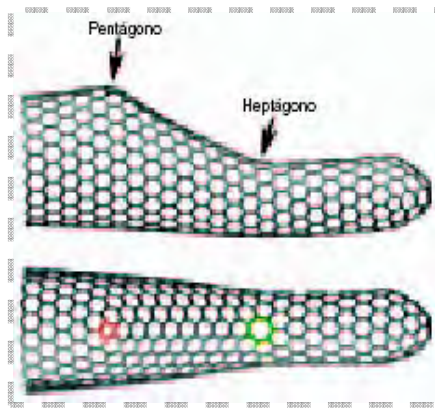
GEOMETRÍA Y PROPIEDADES ELÉCTRICAS

Cuanto más fácil sea el acceso de electrones, mayor será la conductividad eléctrica. En los nanotubos de carbono de una capa, esta conducción eléctrica varía en función de la orientación de los hexágonos con respecto al eje del tubo y del diámetro del mismo. Por tanto, sus propiedades eléctricas dependen de la geometría de la molécula.

A = conductor

B = tiende a ser conductor

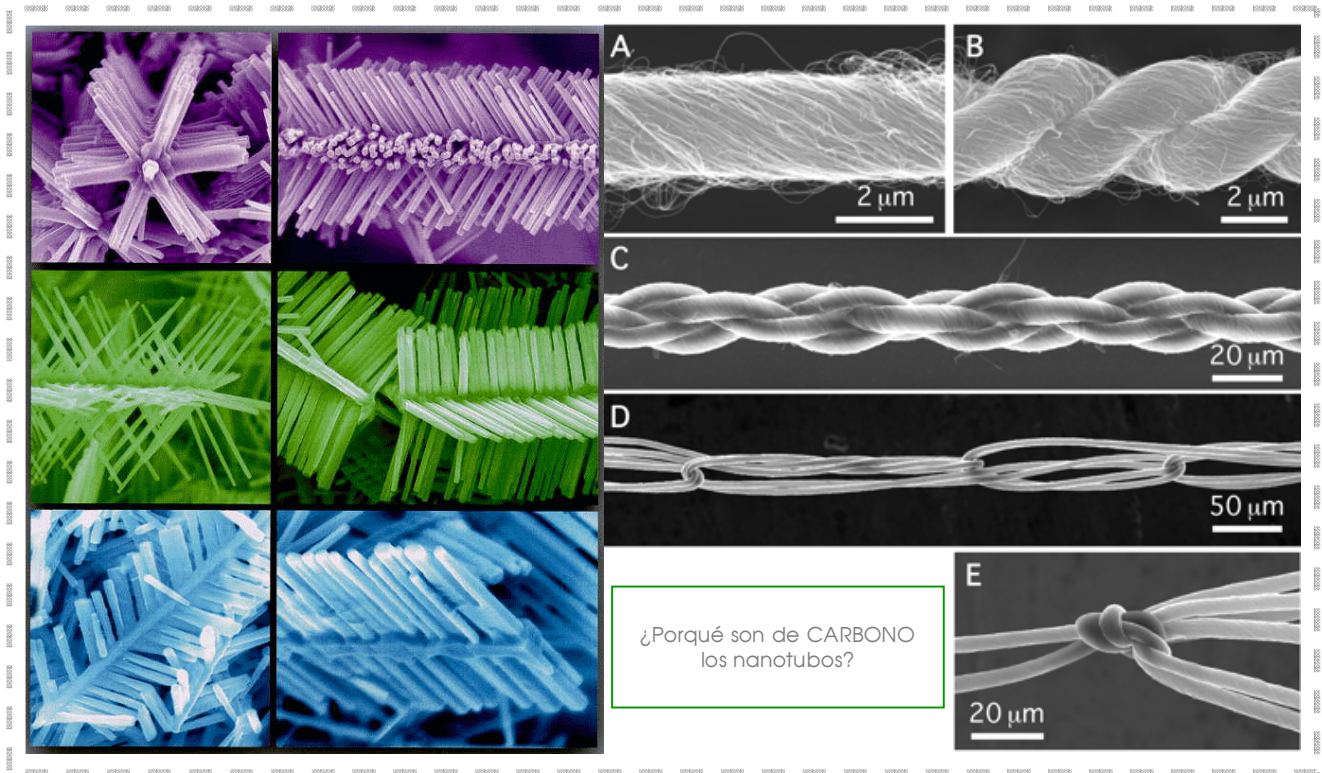
C = tiende a no ser conductor



LA COMBINACIÓN DE DEFECTOS ESTRUCTURALES EN LA RED HEXAGONAL DEL GRAFENO PERMITE TRANSFORMAR LOS NANOTUBOS EN UNA GRAN VARIEDAD DE ESTRUCTURAS.

La versatilidad de los nanotubos permite unirlos y manipularlos como se ve a continuación:

Imágenes de nanotubos unidos tomadas con microscopio electrónico



El carbono puede revolucionar la ciencia de materiales y la nanotecnología del siglo XXI. A partir de estas polifacéticas moléculas se fabricarán nuevos polímeros, sensores y fuentes luminosas. Sin embargo, nos hallamos muy lejos de ver cómo podrían las nanoestructuras de carbono sustituir los microchips de silicio. Debemos desarrollar nuevos sistemas, controlar la producción y abaratar los procesos de su elaboración, si queremos que el sueño de las nanoestructuras de carbono se convierta en realidad en los años venideros.

Algunas aplicaciones actuales de los nanotubos no aprovechan cabalmente las características de los mismos, sin embargo, agregando unos cuantos gramos de éstos en la conformación a nanoescala de ciertos materiales, se logra mejorar en un 30% la resistencia y disminuye su peso total.



La tan mencionada versatilidad del carbono le ha permitido adoptar nuevas estructuras nanométricas con propiedades físicas y químicas que abren un horizonte inmenso de aplicaciones.

El grafito del lápiz y el diamante están hechos con el mismo tipo de átomos, a saber, átomos de carbono. Se trata de formas alotrópicas, es decir, estructuras con propiedades físicas distintas, pero constituidas por el mismo elemento químico. Además del grafito y el diamante, el carbono puede formar moléculas nanométricas: fullerenos y nanotubos.

Este tipo de estructuras representan los primeros nanomateriales desarrollados a nivel molecular. Las estimaciones varían acerca de su fortaleza, se cree que un nanotubo del tamaño de un cabello humano podría sostener el peso de un camión o bien, que un nanotubo podría estirarse hasta el espacio exterior pudiendo soportarse a sí mismo.

Las llamadas fábricas de nanotubos más productivas, generan apenas algunos gramos de éstos a la semana, por lo que resultan difíciles de obtener y de costear. Estos nanomateriales no se generan en la naturaleza.

Actualmente, existen materiales mejorados a través de los nanotubos, es decir, agregando pequeñas cantidades de nanotubos se crea un compuesto que mejora la durabilidad y fortaleza de pelotas de tenis, raquetas y palos de golf. También se utilizan para mejorar transistores. Este tipo de compuesto no aprovecha totalmente las propiedades de los nanotubos, sin embargo, muestra su gran potencial a futuro.



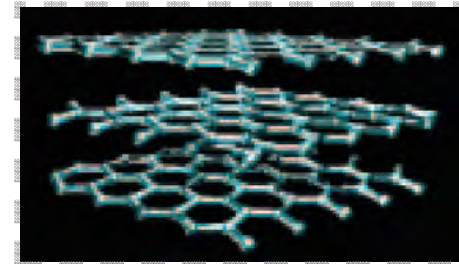
LA ALOTROPÍA DEL CARBONO

Esta propiedad define la característica que tienen algunos elementos químicos de presentarse bajo estructuras distintas. En función de su ordenamiento en el espacio un solo tipo de átomos genera una amplia variedad de materiales y propiedades físicas. La forma alotrópica más común del carbono es el grafito, aunque bajo presiones muy elevadas también se encuentra en forma de diamante.

GRAFITO

ESTRUCTURA: Cada átomo de carbono se une a otros tres, formando capas planas de hexágonos. El ángulo entre tres átomos vecinos es de 120° . Las capas están separadas por una distancia de 0.335 nanómetros.

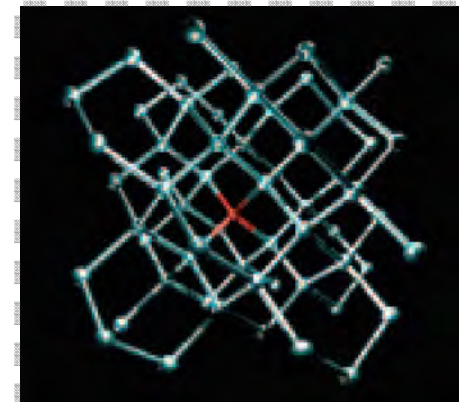
PROPIEDADES FÍSICAS: El grafito es un sólido negro muy blando, puesto que sus capas de hexágonos, débilmente unidas, se deslizan entre sí con facilidad. Esta libertad de movimiento se traduce en una conductividad térmica semejante a la del cobre. El cuarto electrón de valencia de cada átomo (los otros tres se utilizan para unirse a los átomos vecinos) le confiere una conductividad eléctrica moderada.



DIAMANTE

ESTRUCTURA: Cada átomo de carbono se une a otros cuatro (rojo), localizados en los vértices de un tetraedro y separados a una distancia de 0.156 nanómetros. El ángulo entre tres átomos vecinos es de 109° .

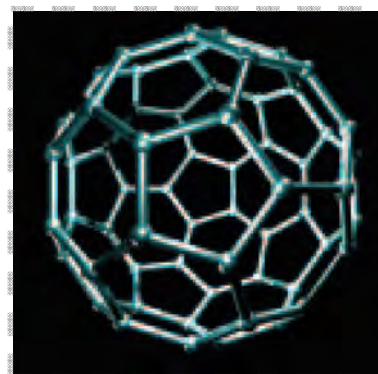
PROPIEDADES FÍSICAS: Incoloro y transparente, el diamante es el material más duro que se conoce (10 en la escala de Mohs). Dado que las uniones entre átomos de carbono ocurren en las tres direcciones espaciales, su estructura es capaz de resistir presiones enormes sin romperse (1180 GPa). Todos los electrones de valencia se utilizan para formar la red; por lo tanto, no conduce la electricidad. Su conductividad térmica quintuplica la del cobre.



FULLERENOS

ESTRUCTURA: Los átomos de carbono se organizan en una red esférica, de igual simetría que una pelota de fútbol. Cada molécula contiene al menos 12 pentágonos y más de un hexágono. El C₆₀ (fullereno de 60 átomos de carbono) tiene un diámetro de 0.7 nanómetros y consta de 20 hexágonos y 12 pentágonos.

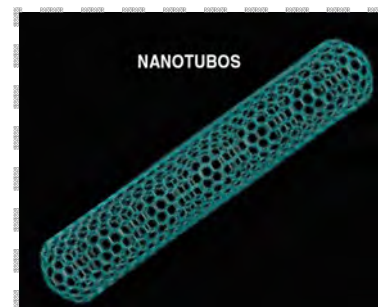
PROPIEDADES FÍSICAS: Las fulleritas, cristales de fullerenos, son blandas como el grafito. Sin embargo, si se comprime su volumen hasta un 70 % del valor inicial, superan la dureza del diamante. Sus propiedades eléctricas varían de un extremo a otro en función del compuesto: las fulleritas puras son aislantes; ahora bien, modificadas con metales alcalinos se comportan como superconductores a temperaturas que alcanzan los 40 K.



NANOTUBOS

ESTRUCTURA: Los átomos de carbono se organizan en una red cilíndrica de hexágonos, que puede estar tapada por disposiciones hexagonales (con 6 pentágonos por hemisferio) o bien quedar abierta (con los extremos saturados con átomos de hidrógeno u otros grupos químicos). El diámetro oscila entre 0.4 y 100 nanómetros y la longitud puede alcanzar milímetros e incluso centímetros. Pueden tener una o varias capas.

PROPIEDADES FÍSICAS: En función de la orientación de los hexágonos con respecto al eje del tubo y del diámetro del mismo, encontramos nanotubos conductores o semiconductores. Estas nanofibras resisten presiones enormes sin romperse (1.8 TPa). Puesto que la estructura cede a movimientos longitudinales, la conductividad térmica resulta elevada a lo largo del tubo pero escasa en la dirección perpendicular.



FULLERENOS Y NANOCEBOLLAS

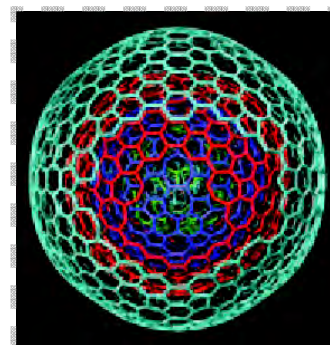
En 1985, mediante la simulación de explosiones interestelares en el laboratorio, Harold Kroto, de la Universidad de Sussex, y sus compañeros Richard E. Smalley y Robert F. Curl, de la Universidad de Rice, encontraron una nueva molécula de carbono (el hallazgo les valió el premio Nobel de química en 1996). Formada por 60 átomos de carbono (C₆₀) ordenados esféricamente, recibió el nombre de buckminsterfullereno, en honor al arquitecto que diseñó los primeros domos geodésicos: Richard Buckminsterfuller. En 1990, Wolfgang Krätschmer, del Instituto Max Planck, y Donald Huffman, de la Universidad de Arizona, sintetizaron los primeros cristales de C₆₀.

Había nacido la nanotecnología del carbono. En la década de los ochenta, Sumio Iijima, del Laboratorio de Investigación Fundamental de NEC en Tsukuba, descubrió una estructura concéntrica de partículas poliédricas de grafito en películas delgadas de carbono amorfo. En 1992, Daniel Ugarte, de la Escuela Politécnica de Lausana, observó que la irradiación de electrones dentro de un microscopio electrónico permitía generar estructuras de carbono cuasiesféricas. Se trataba de fullerenos gigantes anidados: nanocebollas.

Puesto que la molécula más interna resultó ser el C₆₀, las restantes fueron consideradas fullerenos gigantes. En 1997, los autores del artículo propusieron un modelo teórico que permitía comprender la formación del grafito cuasiesférico. Las partículas poliédricas de éste, podían tomarse esféricas si se les añadían anillos heptagonales y pentagonales. Esta hipótesis concordaba con los resultados experimentales que Ugarte halló en 1992.

Las propiedades de las nanocebollas posibilitan múltiples aplicaciones. Pueden albergar metales magnéticos y carburos, lo que permitiría su uso para almacenar información.

Bajo tratamiento térmico e irradiación simultánea se puede transformar su interior en diamante. Encapsulados en nanocebollas de carbono, el estaño o el plomo incrementan su punto de fusión hasta en 265 °C, fenómeno que se podría aprovechar en la fabricación de dispositivos electrónicos operativos a temperaturas elevadas.



SIMULACIÓN TEÓRICA
nanocebolla cuasiesférica
con anillos heptagonales,
hexagonales y pentagonales.

La ciencia puede representar el comienzo del desarrollo de un producto agregando valor en la forma, la función, la ergonomía y la estética, como se verá en capítulos posteriores.

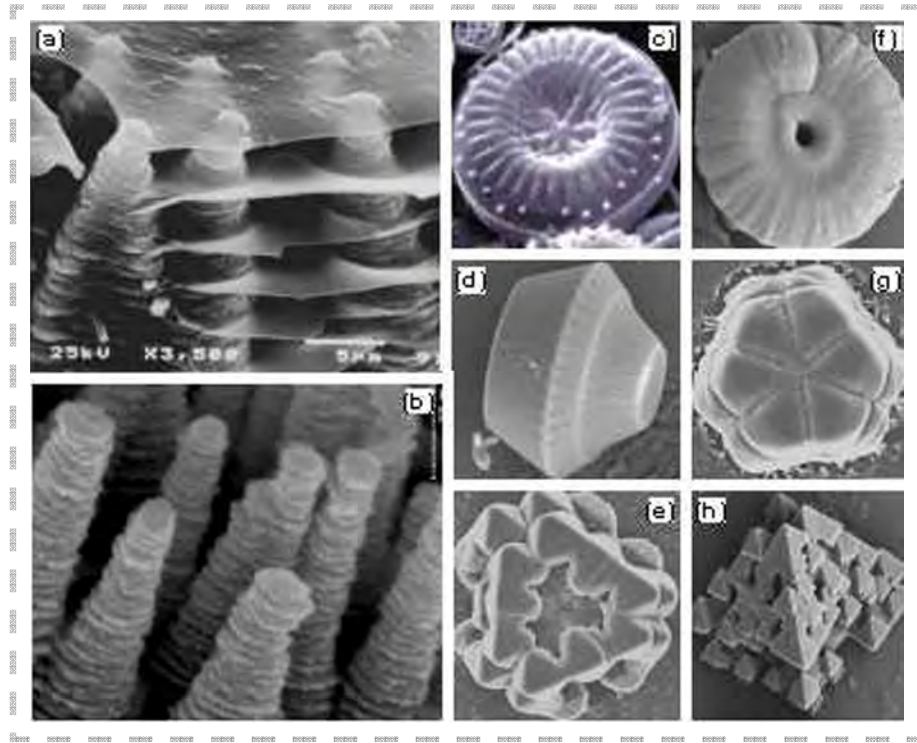
Para poder aprovechar estos valores que brinda la ciencia al diseño industrial, consideramos necesario entender de forma básica los principios científicos de la Nanotecnología, al tiempo de entender cómo se pueden hacer realidad todas las promesas de esta tecnología y las razones por las que es considerada como la Segunda Revolución Industrial.

Una vez que entendimos la forma de hacer ciencia podemos aprovechar mejor las nuevas herramientas que nos brinda, como pueden ser nuevos materiales, novedosas funciones, estética de vanguardia y procesos con menos restricciones.

Además de esta actualización que representa en sí misma la comprensión básica de los aspectos relevantes para el Diseño Industrial de la Nanotecnología, podremos aventurarnos a plantear nuevas hipótesis en el proceso de diseño fundamentadas científicamente, es decir, podremos, como diseñadores, adelantarnos a conocer materiales, procesos o tendencias que se vean venir o estén desarrollándose. Consiguiendo en dado caso INNOVACIÓN en los productos.

CAPÍTULO 3

NANOTENDENCIAS



Pensemos en tendencia como la propensión o inclinación estética y funcional de los objetos.

La nanociencia muestra fenómenos y propiedades totalmente novedosos, tanto en materiales como en formas, texturas, colores, tamaños, patrones, etc.

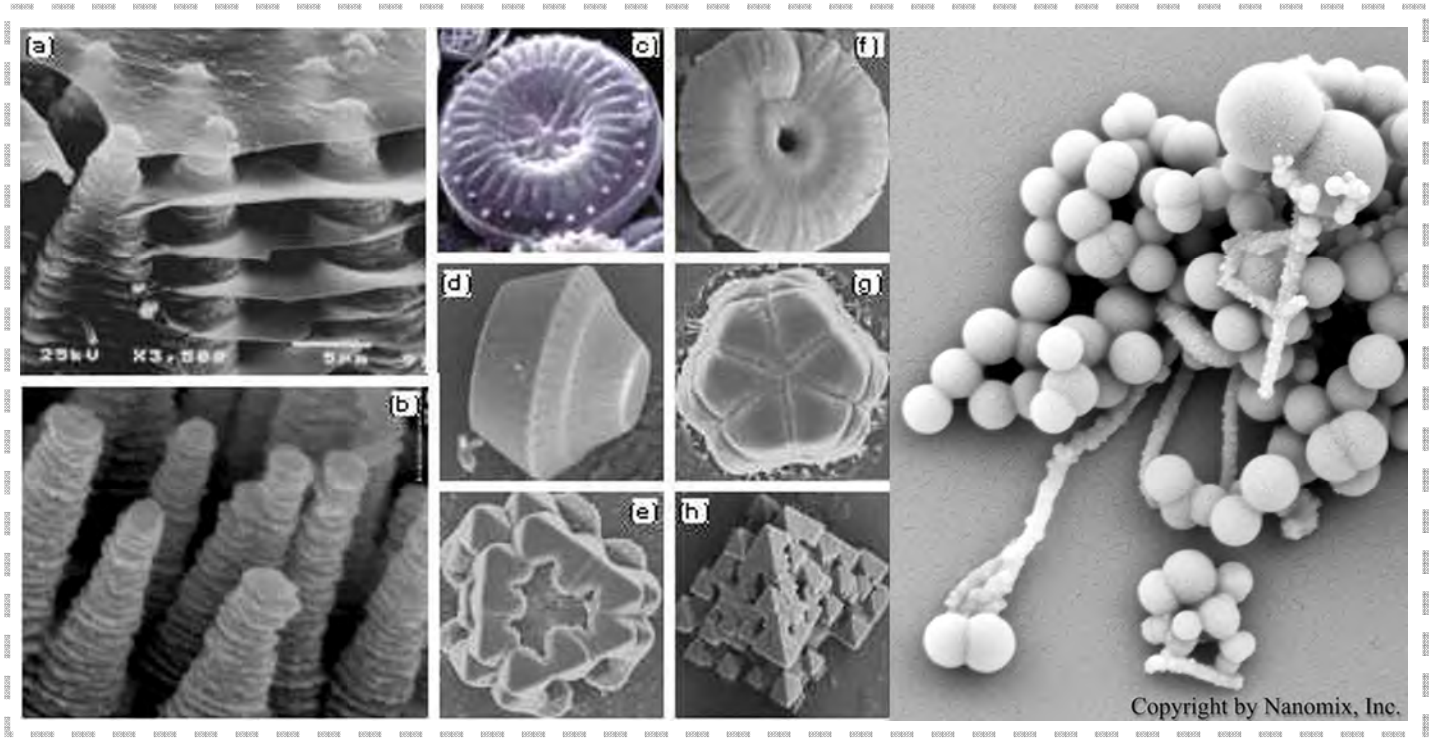
Antes de que existiera el microscopio electrónico, ya existían estas formas, texturas, colores, tamaños, patrones, pero no era posible verlos. En la actualidad y a lo largo de la historia han existido algunas tendencias orgánicas inspiradas en la naturaleza, ya sean mecanismos del cuerpo de los animales, formas que se encuentran en el reino vegetal, texturas microscópicas, colores naturales, etc.

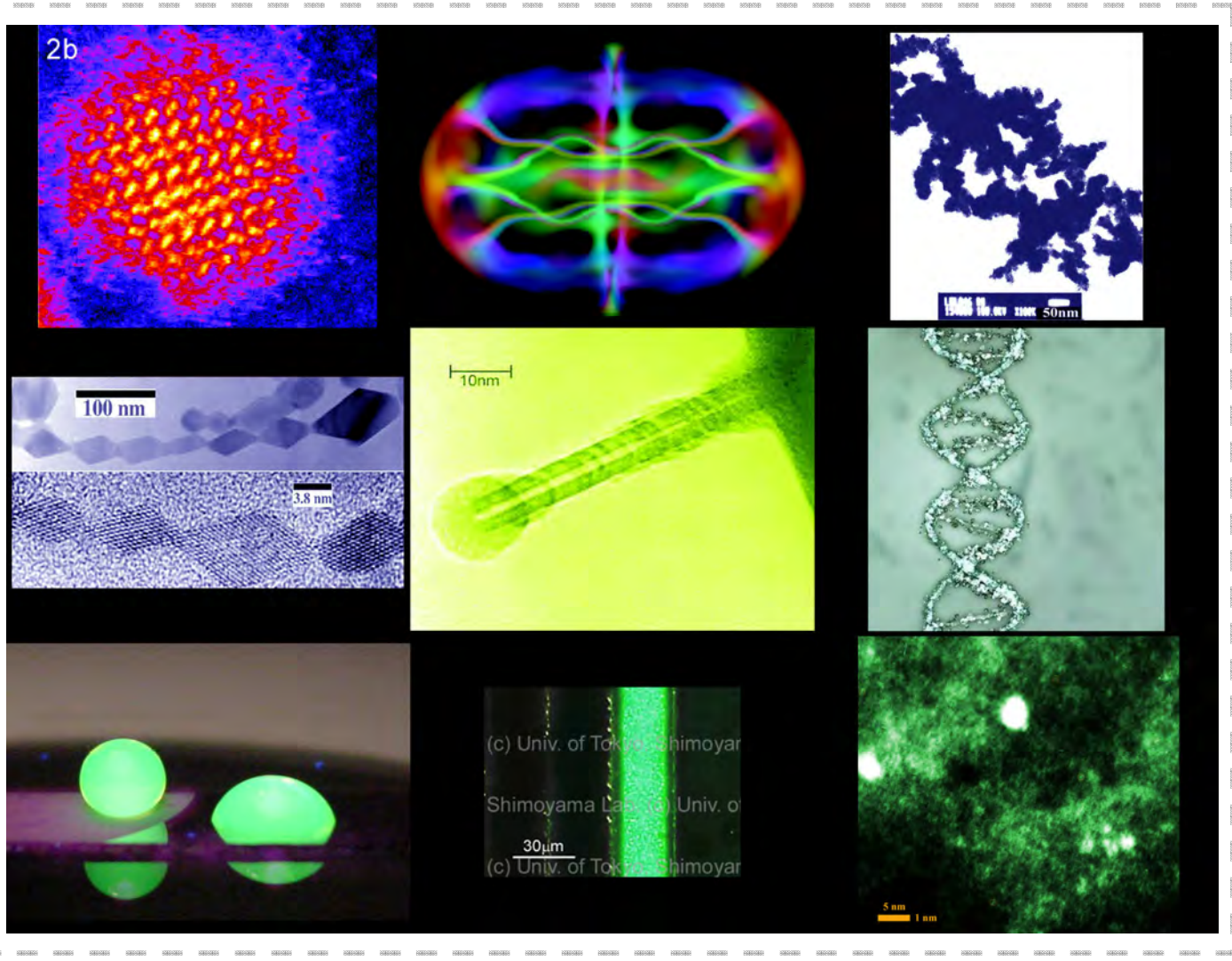
Al aplicarse estas tendencias en los objetos o productos que competen al diseño industrial, podemos observar una gran riqueza morfo-funcional que ayuda a mejorar su estética y funcionamiento.

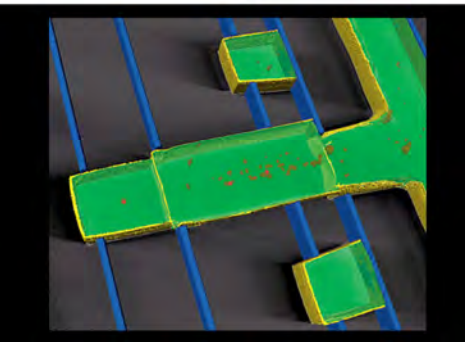
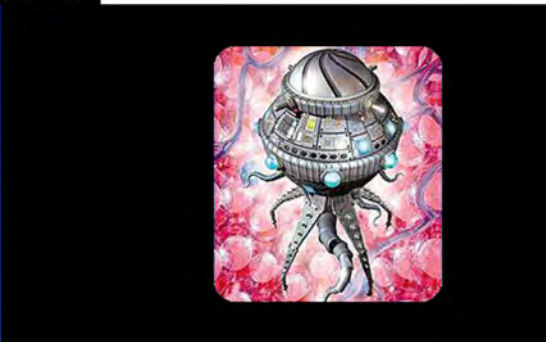
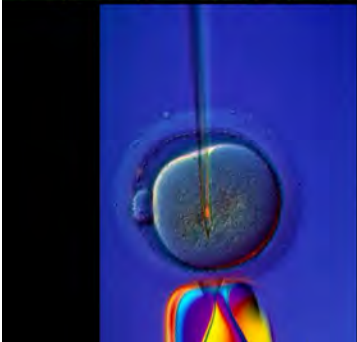
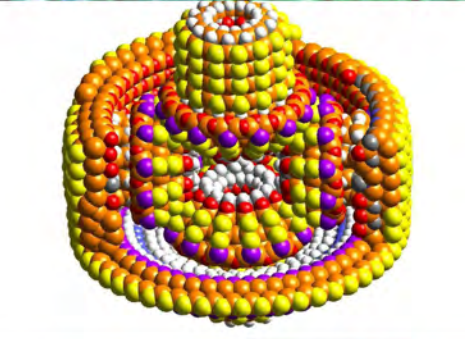
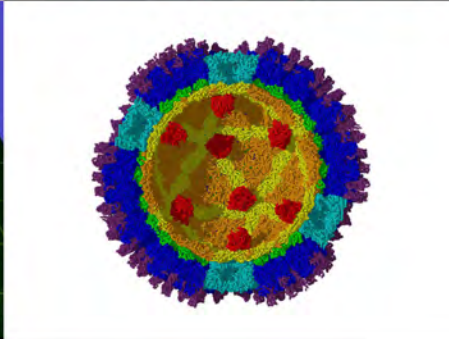
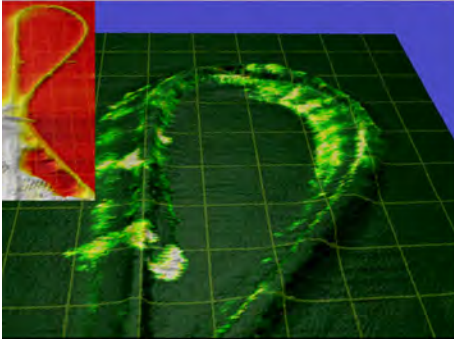
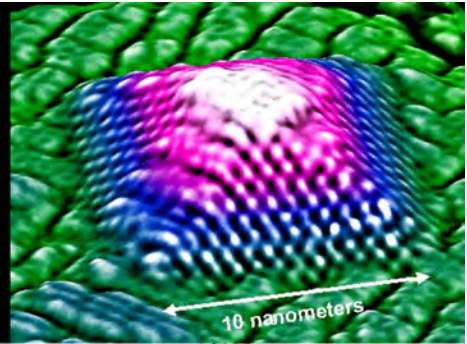
El aspecto innovador de la nanotecnología radica en la posibilidad de conocer y manipular mejor la materia, es decir, sacar mayor provecho de las características naturales de los materiales. Dentro de este aspecto innovador de la nanotecnología se abre un abanico inmenso de oportunidades para un diseñador industrial.

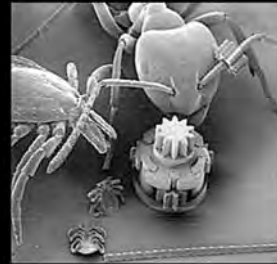
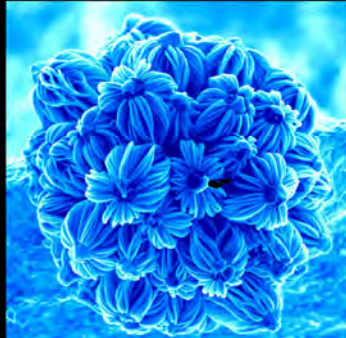
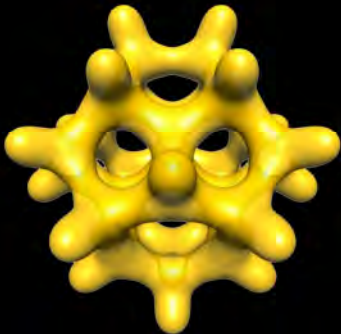
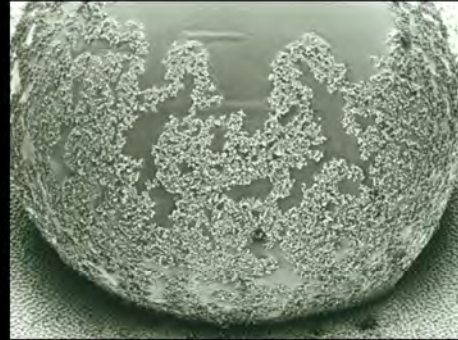
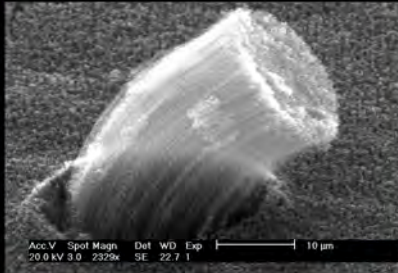
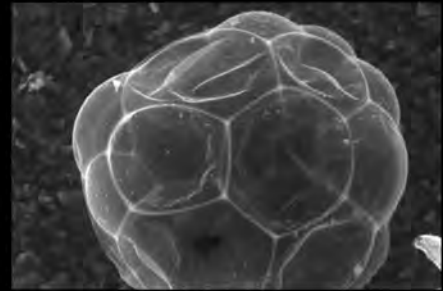
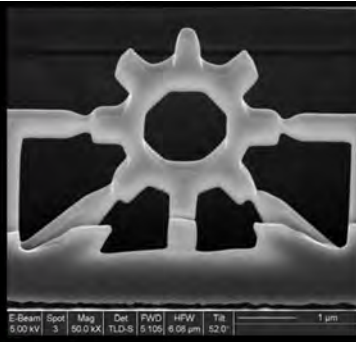
La materia prima creativa con la que cuenta un diseñador industrial para integrar un producto, se puede dividir en cuatro campos: función, producción, ergonomía y estética. Los nuevos materiales permiten mejorar la función y los procesos de producción. Las nuevas formas, texturas, colores y patrones, permiten cambiar la estética. Debido a esta corriente de mejoramiento e innovación, podemos hablar de una tendencia, que surge a partir de la nanoescala, por lo que podemos llamarla **NANOTENDENCIA**.

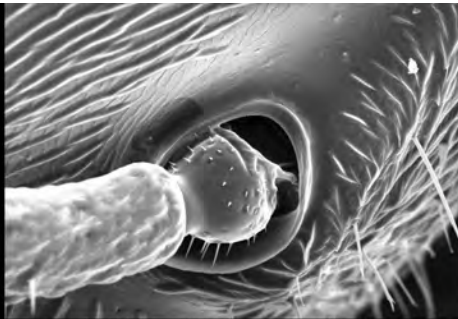
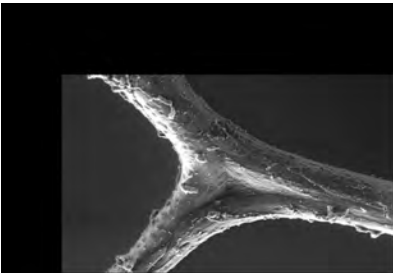
En estas imágenes vemos algunos ejemplos de los fenómenos y propiedades formales, texturas, colores, tamaños y patrones, que encontramos al entrar en la nanoescala.







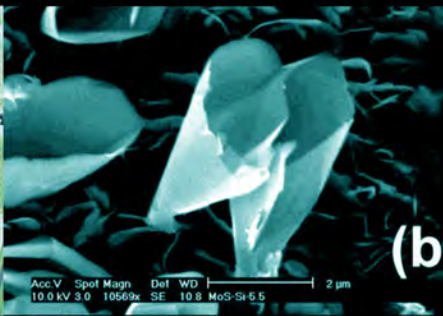
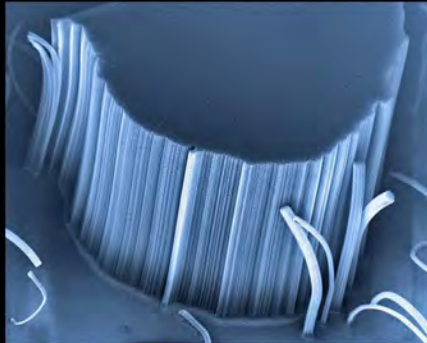




IMC/LP/PRO/CNIS
10-3um-1999

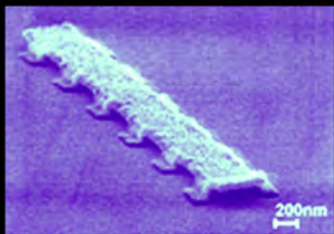
ID: 12 mm
EHT-15.00 kV

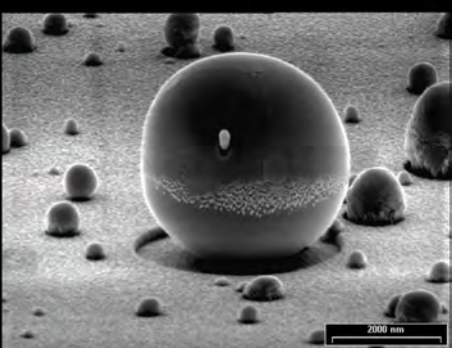
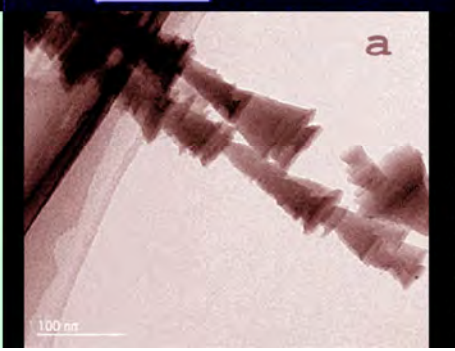
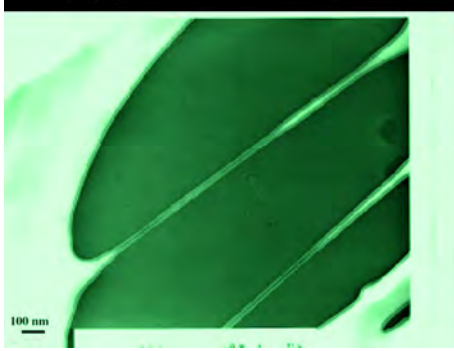
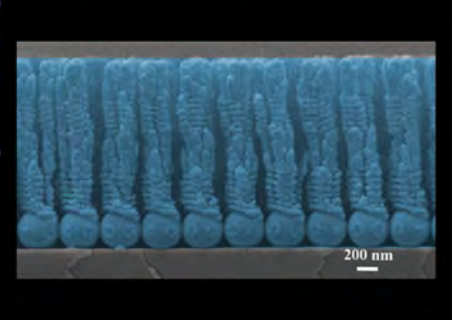
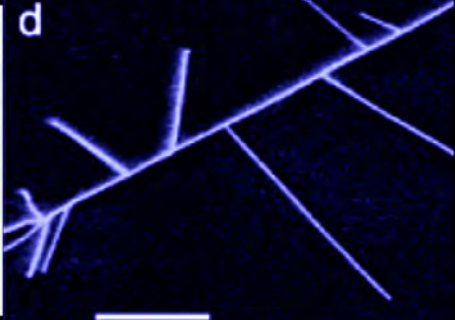
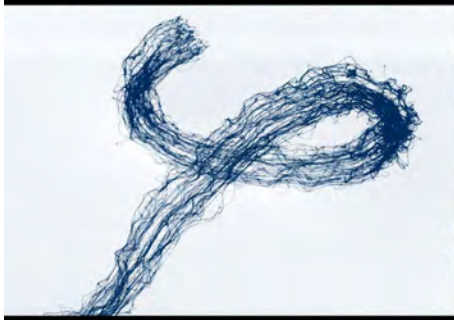
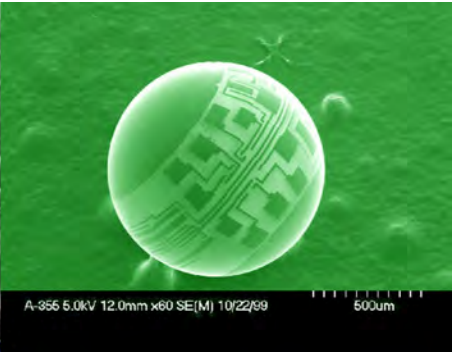
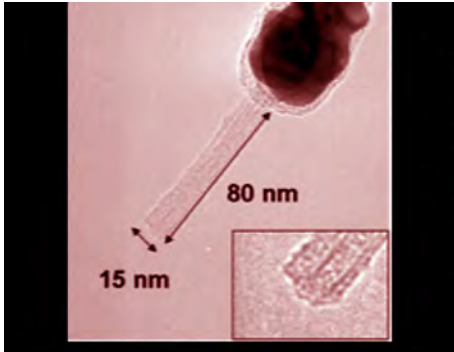
Mag: 492 X
9um

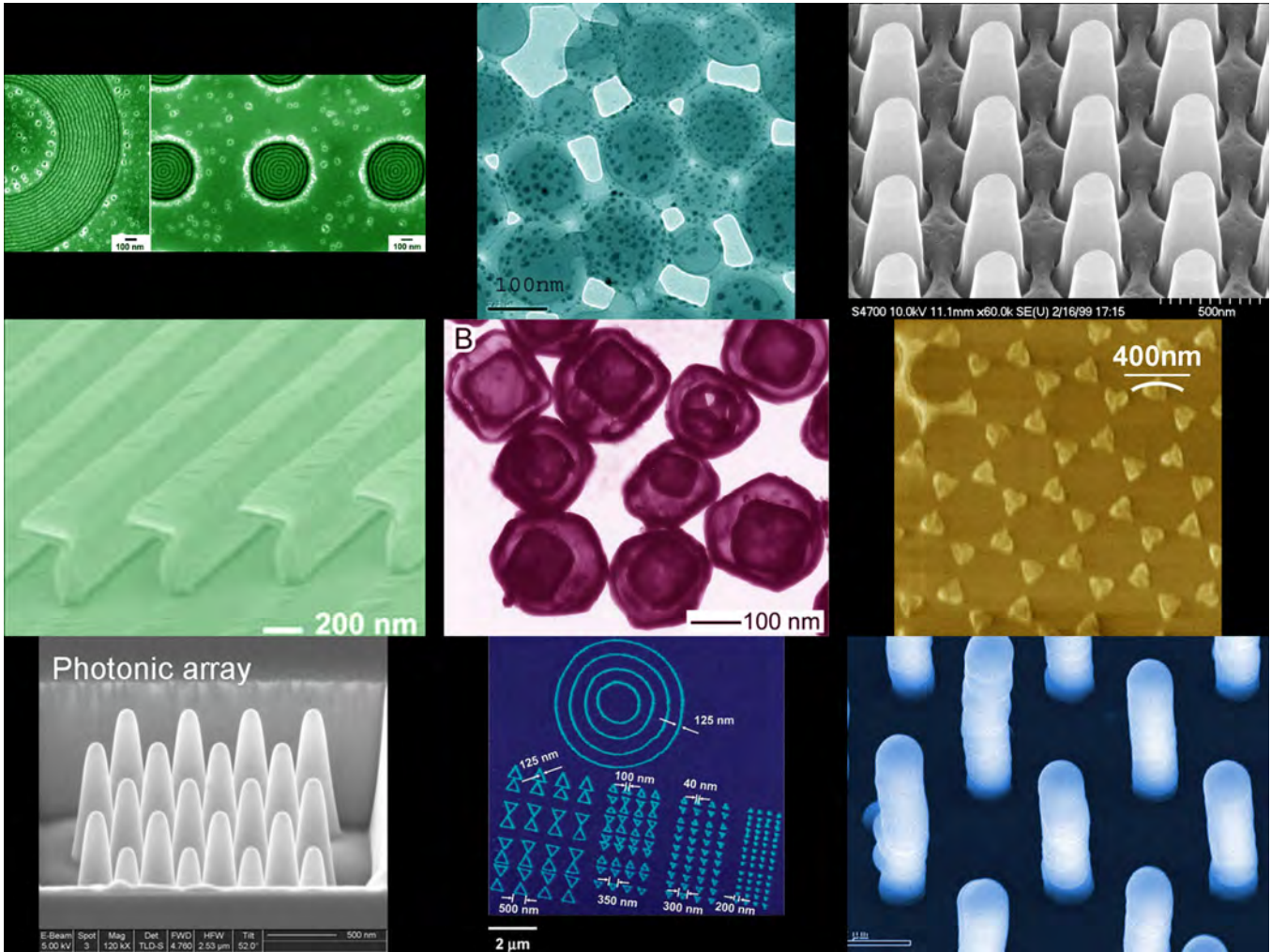


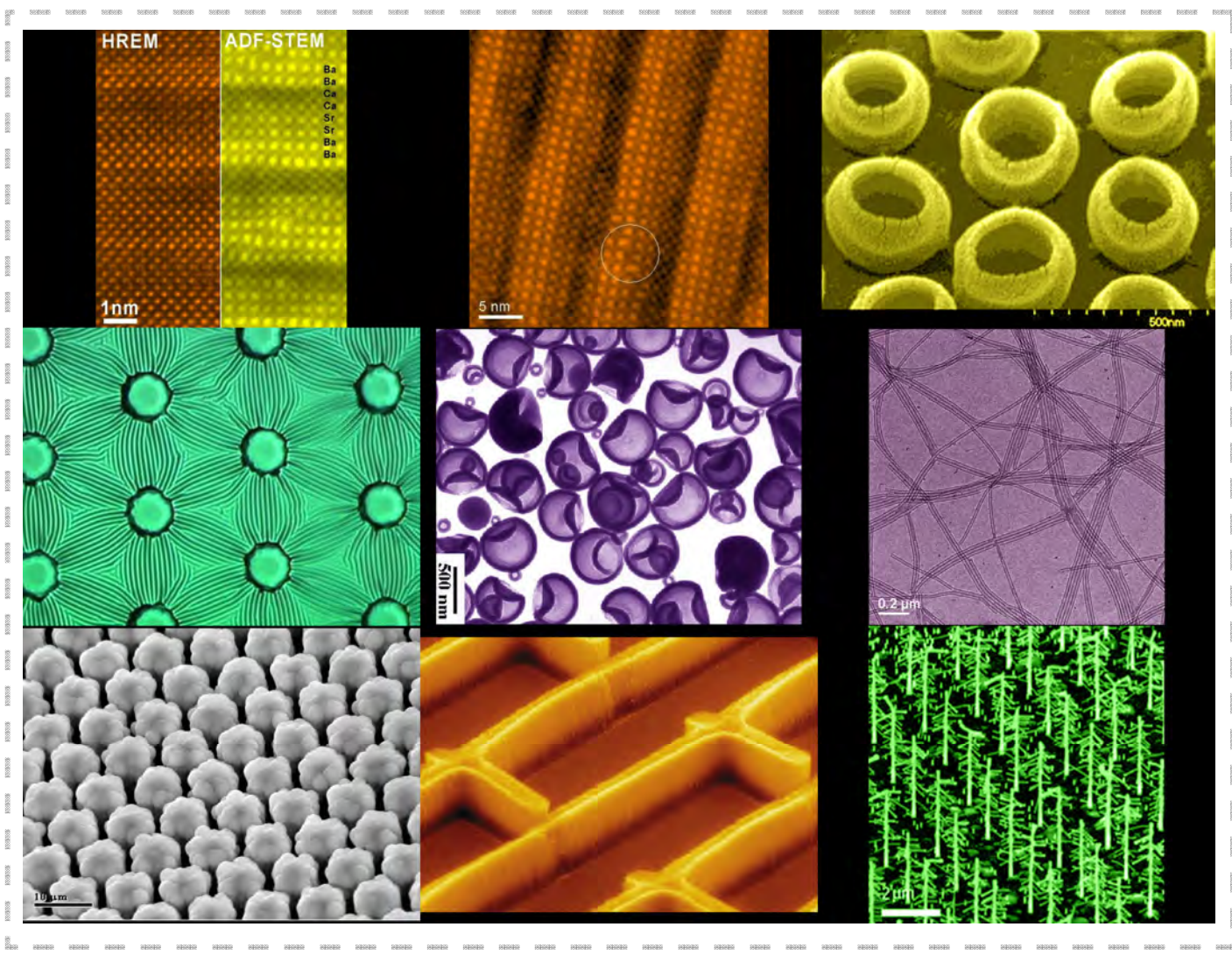
Acc.V Spot Magn Del WD
10.0 kV 3.0 10569x SE 10.8 MoS-Si-5.5

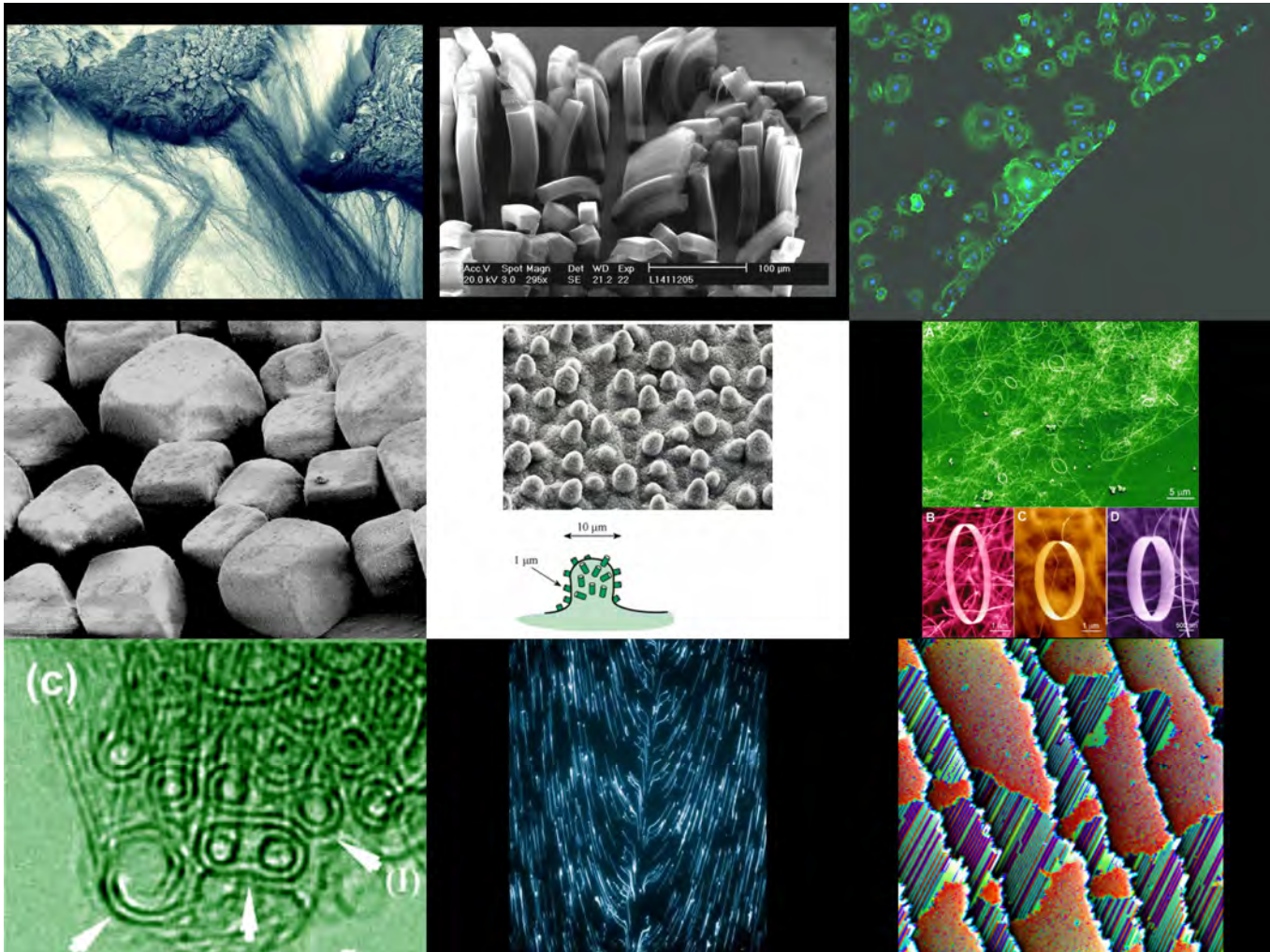
(b)

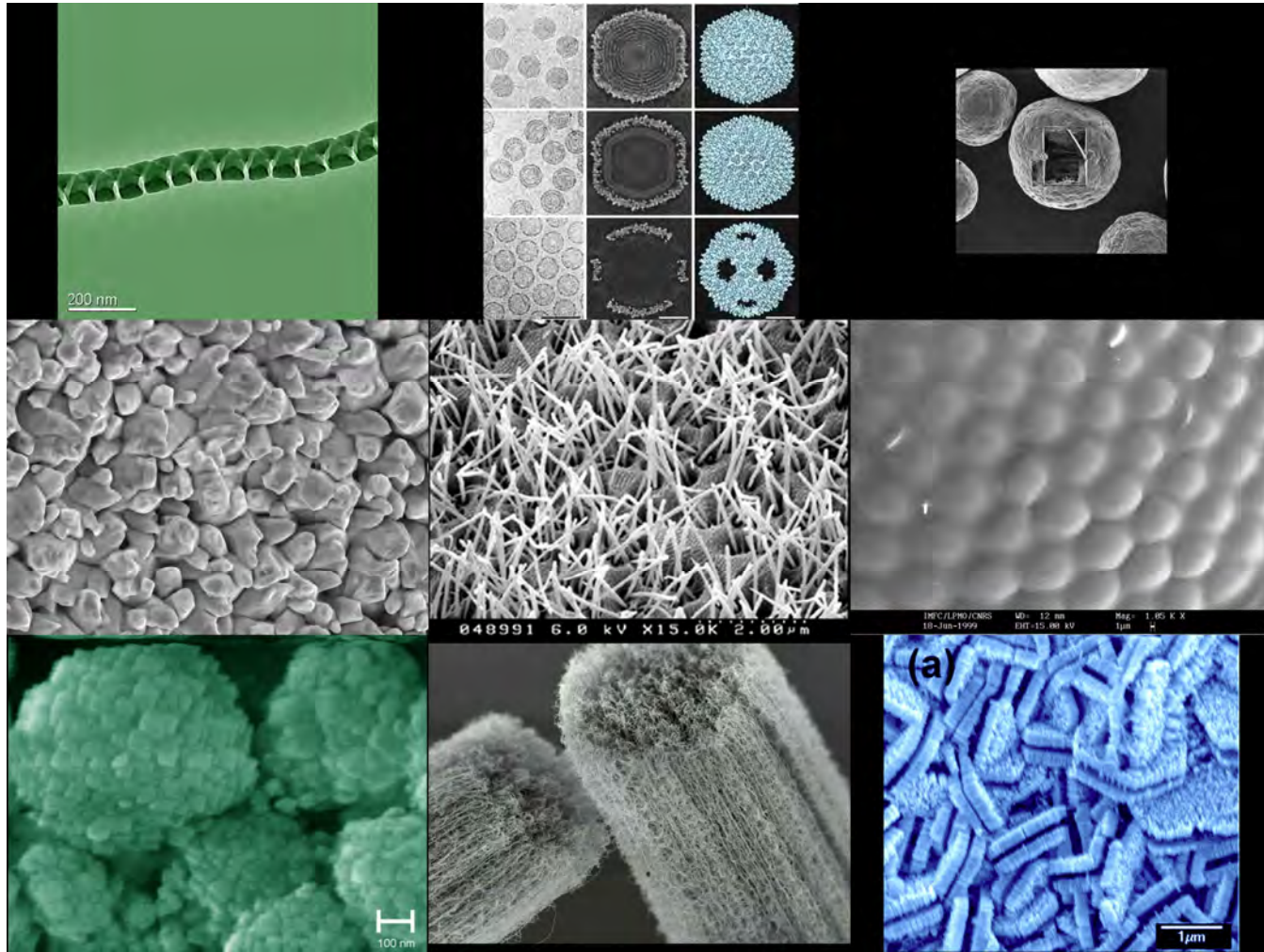


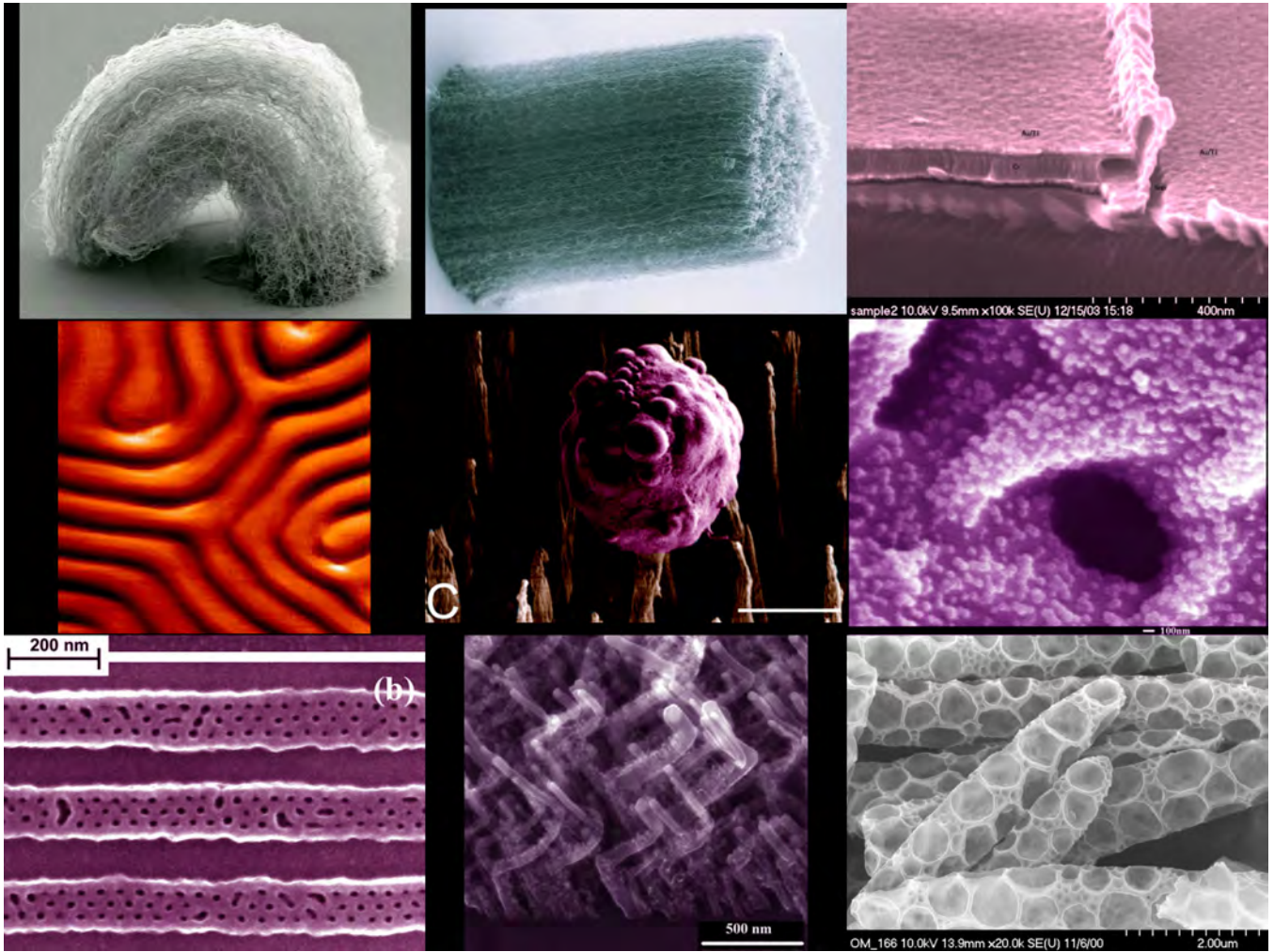


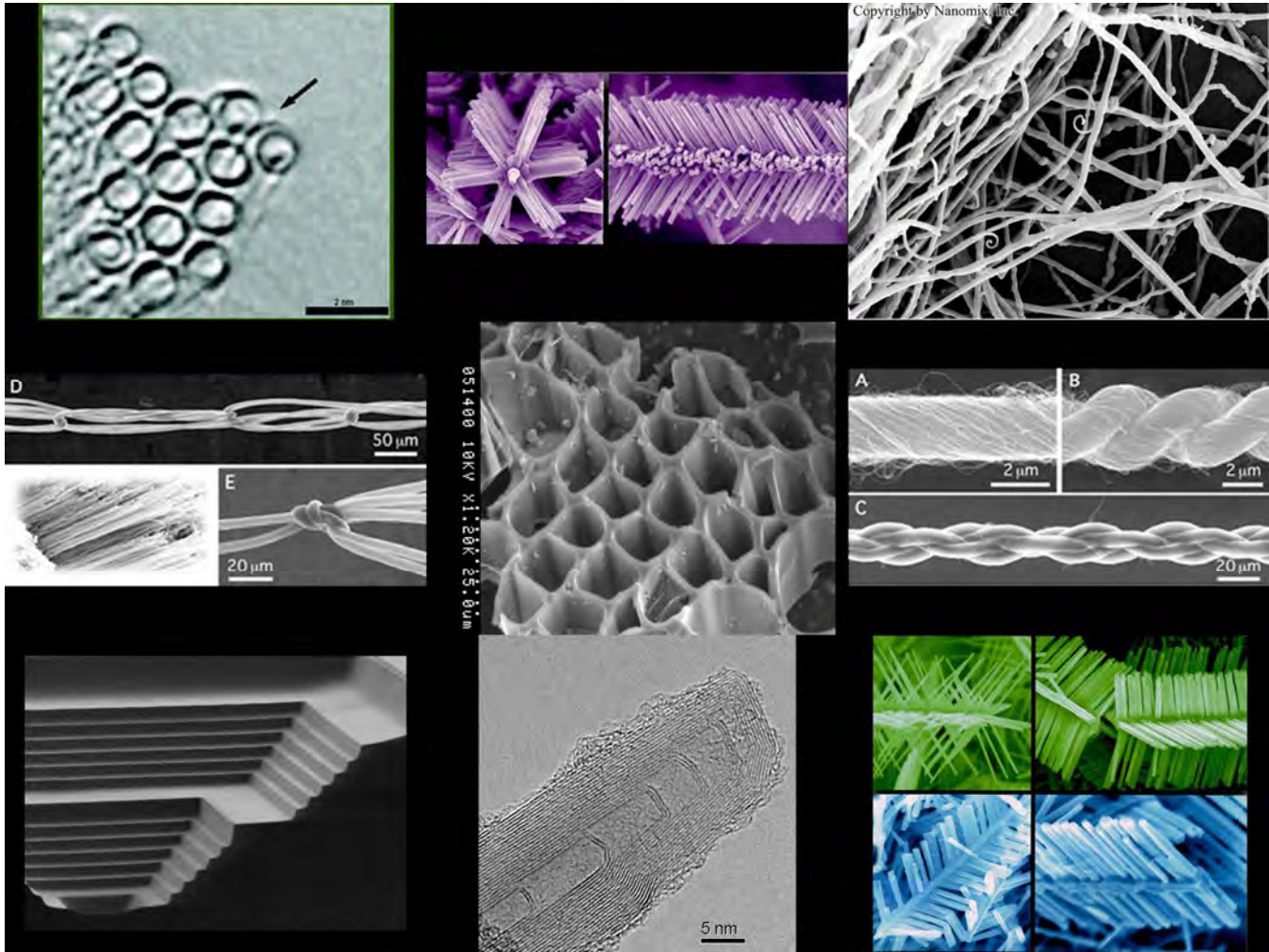








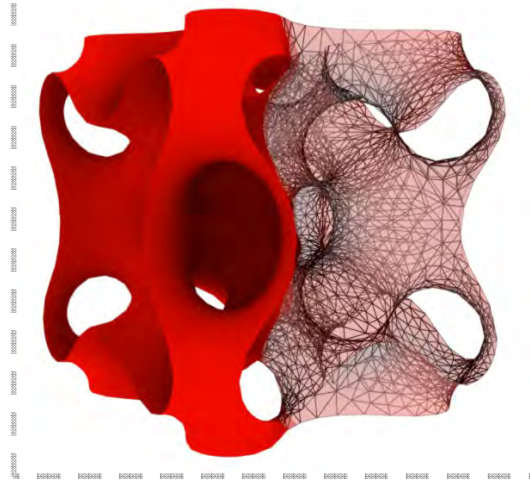
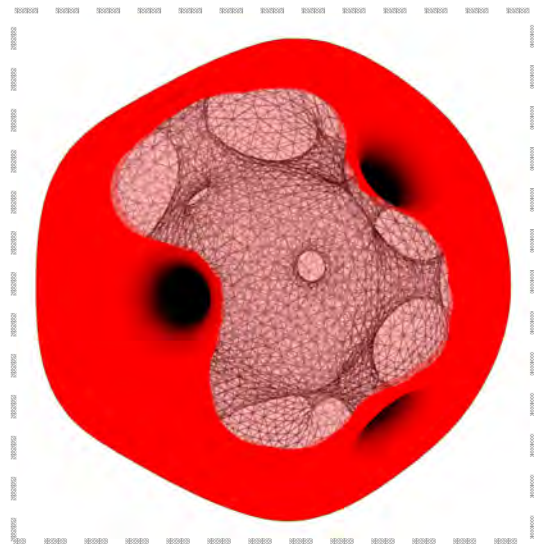
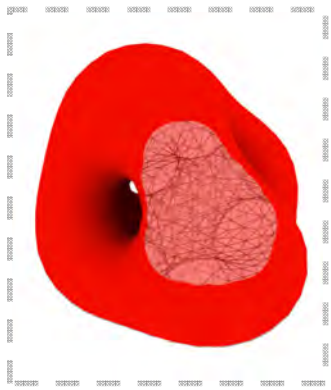




Algunos científicos y artistas desarrollan modelos aplicando distintos tipos de geometría euclidiana con diversos fines, ya sean estéticos o funcionales.

Así como los nanotubos presentan características extraordinarias de fuerza, flexibilidad, etc. Se pueden desarrollar otro tipo de nanoestructuras que podrían presentar características parecidas o superiores.

Este tipo de estructuras teóricas pueden representar a su vez una gran fuente de inspiración para que los diseñadores industriales puedan encontrar formas novedosas y complicadas con ayuda de los cálculos matemáticos.



Como parte de este proyecto de tesis, se realizaron algunas actividades como:

1. Taller experimental de diseño industrial con nanotecnología, Nanodiseño 2005, en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI) los días 3 y 4 de Noviembre del año 2005.
2. Plática del Dr. Mauricio Terrones Maldonado en el CIDI en Febrero de 2005.
3. Sitio Web basado en este documento de tesis, cuya dirección electrónica es:
<http://borges.dgsca.unam.mx:18080/zwikiz/cidinano/Nano>



Nanodiseño 2005 Taller experimental



Platica del Dr. Mauricio Terrones
en el CIDI



Sitio web "CIDINANO"

Como parte de este proyecto de tesis, se realizó un taller experimental de diseño industrial con nanotecnología en el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI) los días 3 y 4 de Noviembre del año 2005.

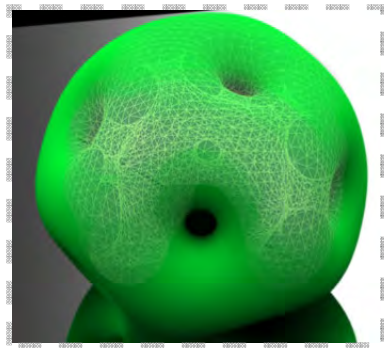
El taller experimental contó con la presencia del Dr. Mauricio Terrones Maldonado, especialista en nanotubos de carbono, junto con DI Luis Equihua, responsable del Departamento de Investigación del CIDI y José Ledón, alumno del CIDI, autor de este documento de tesis. Hubo 18 participantes entre alumnos, exalumnos y alumnos externos.

El objetivo del taller fue introducir la nanotecnología al proceso de desarrollo de un producto.

A partir de la FORMA y/o ESTRUCTURA de un modelo nanométrico descubierto por el Dr. Mauricio Terrones Maldonado dentro de su laboratorio, se encontraron algunas aplicaciones a nivel macro. Dichas aplicaciones podrían ser un juguete, un mueble, un empaque, una pieza de joyería, etc. Los productos resultantes son nanoproductos por haber nacido a partir de una nanoestructura.



TALLER EXPERIMENTAL DE DISEÑO INDUSTRIAL CON NANOTECNOLOGÍA



Holeyball, modelo del Dr. Mauricio Terrones



Participantes haciendo un nanotubo



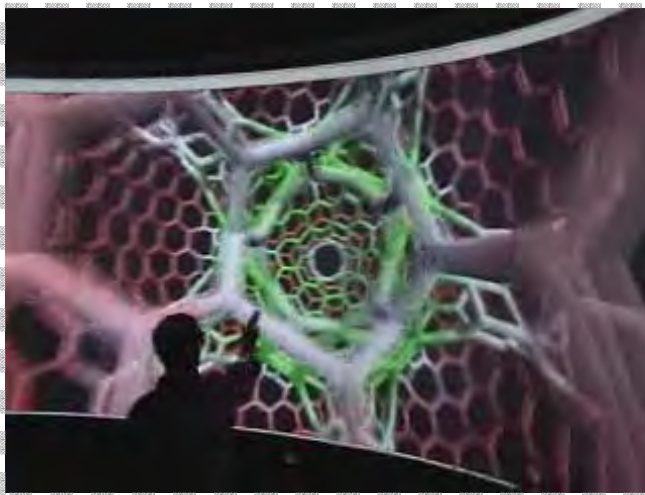
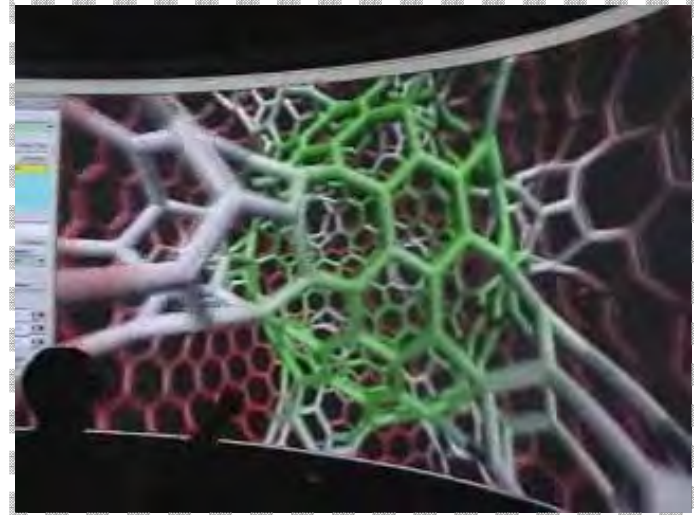
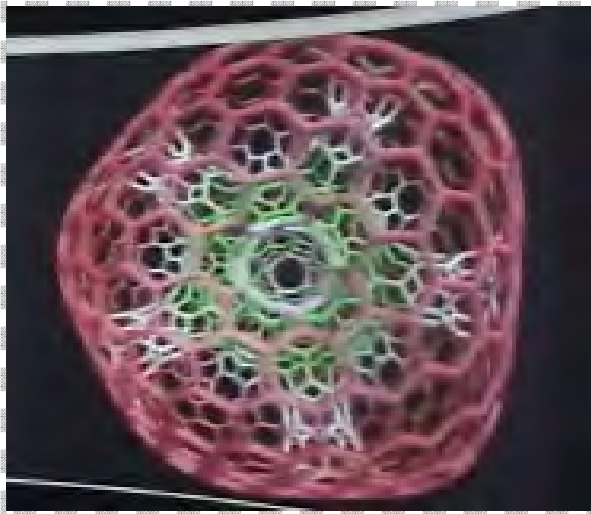
Introducción del taller



Dr. Mauricio Terrones



Algunos participantes del taller



Presentación en el Ixtli, UNAM.

Para hacer la presentación de la molécula en la que se basaría el taller experimental, se utilizó el observatorio de visualización de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para poder apreciar mejor cada detalle de su estructura. La explicación de las características de la "holeyball" fue hecha por el Dr. Mauricio Terrones Maldonado.



Presentación de proyectos

Al término del segundo día de actividades, se hizo la presentación de bocetos de todos los participantes donde se votaron los tres mejores.

El taller se dividió en 4 etapas, la primera de introducción a la nanociencia, seguida de la selección del tipo de objeto que se diseñaría, el segundo día comenzó con la presentación en el IXTLI de la "holeyball" y por último una sesión de bocetos y presentación de ideas.

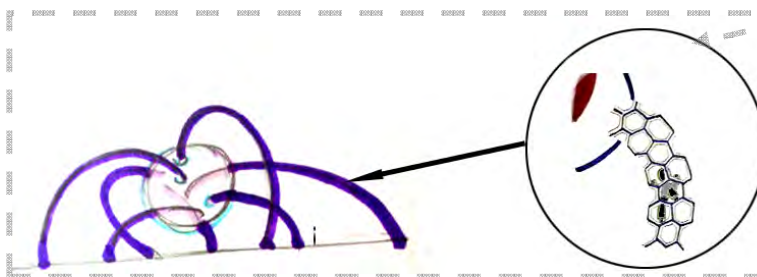


En estas imágenes se muestran los 3 mejores proyectos realizados a partir de la molécula "holeyball".

Lámpara de emergencia para auto
Andross Morales



Mesa con asientos
Fernando Jiménez



Juego para niños y adultos
María Esther Mejía

Como parte de este proyecto de tesis, se realizó una página de Internet llamada "cidinano" que está basada en este documento de tesis cuya dirección es:

<http://borges.dgsca.unam.mx:18080/zwikz/cidinano/Nano>



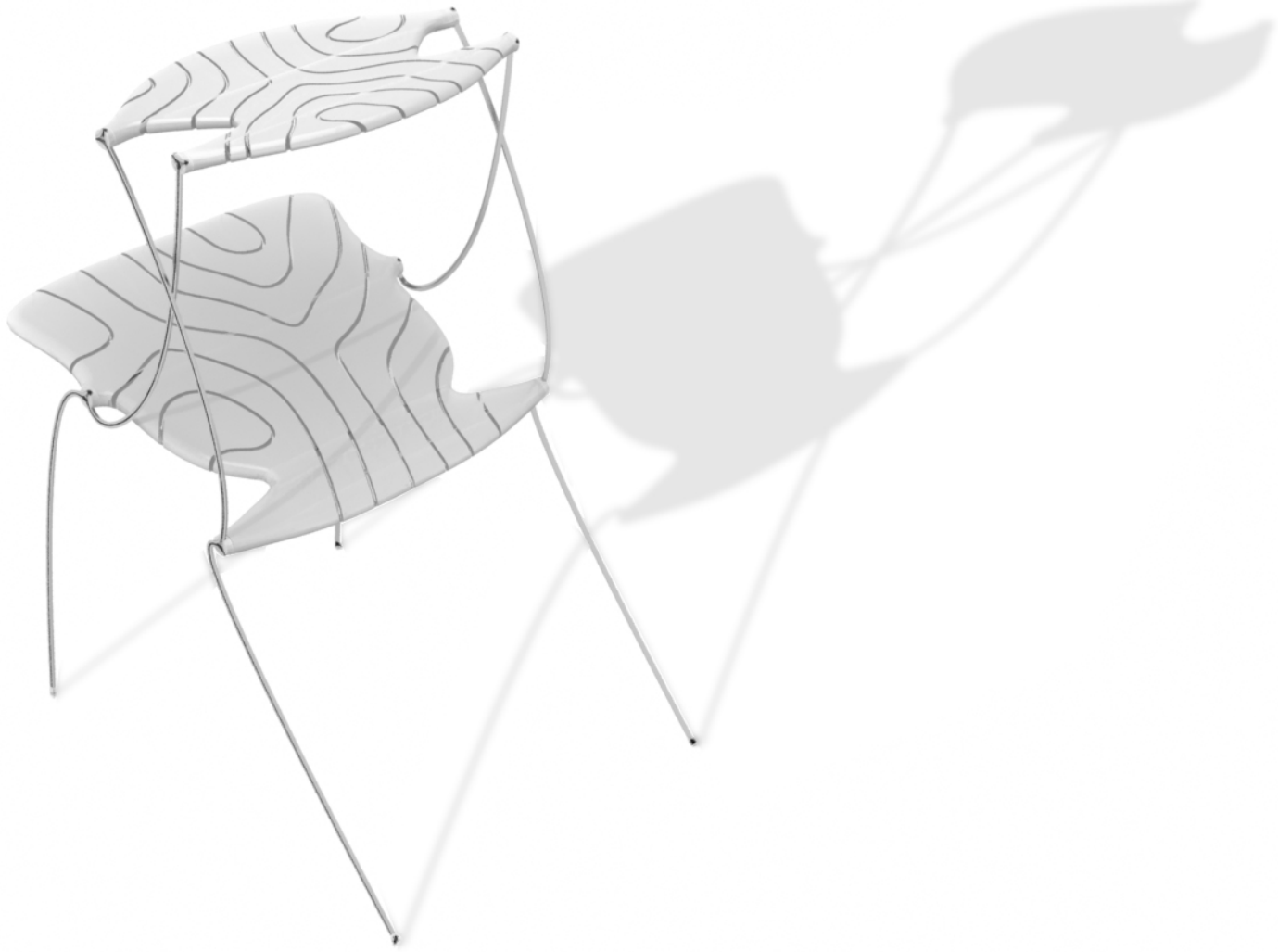


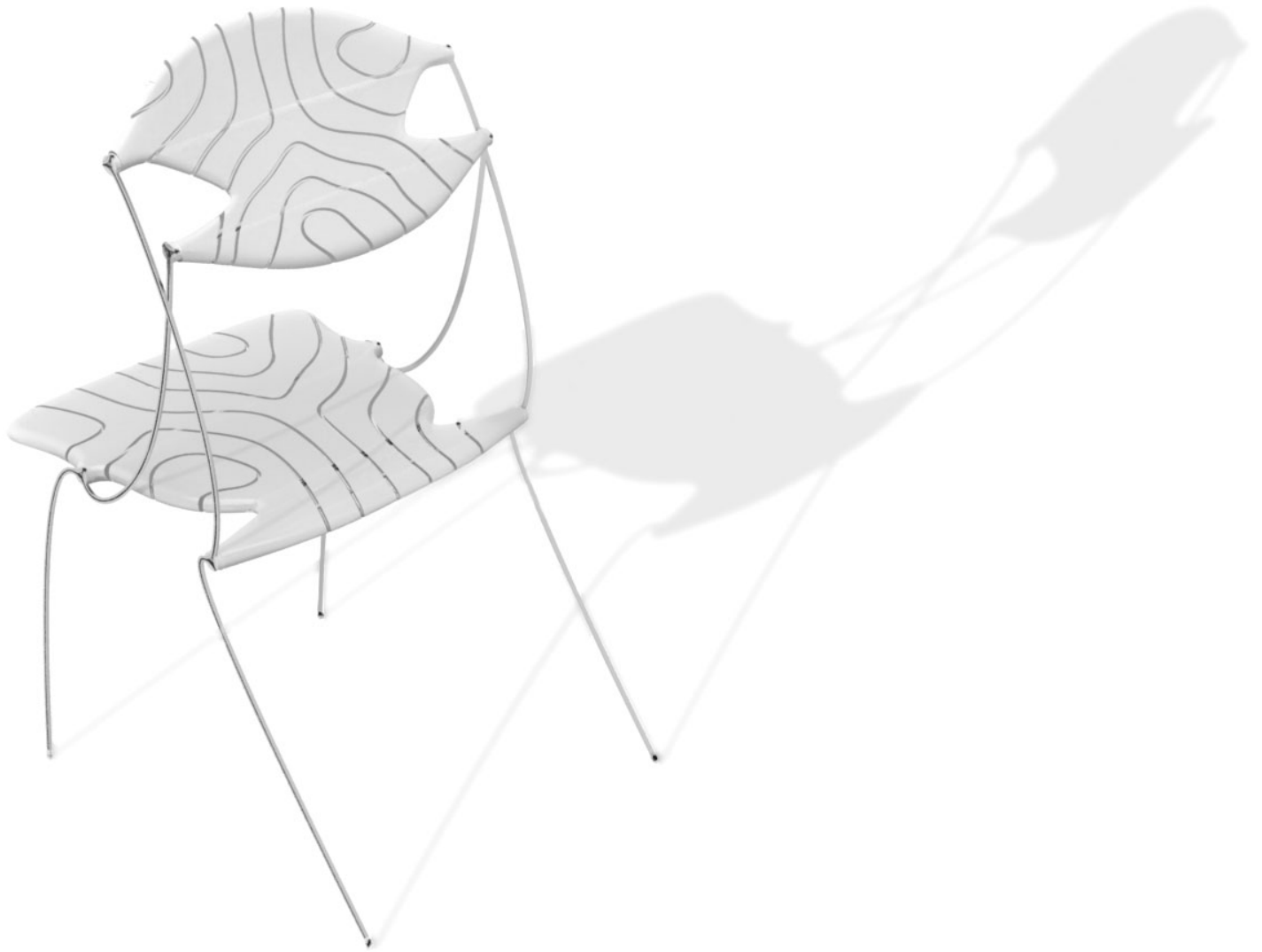
Esta página web, junto con el taller experimental y las pláticas sobre nanotecnología son actividades que pretendemos continuar incluso después de concluido este documento. Todos los conceptos explorados a lo largo de esta investigación están estrechamente relacionados con la propuesta de producto realizada en esta tesis, concluyendo con el diseño de la silla banco plegable, NANOKATANA.

CAPÍTULO 4

(aplicación de la NT en un producto de DI)







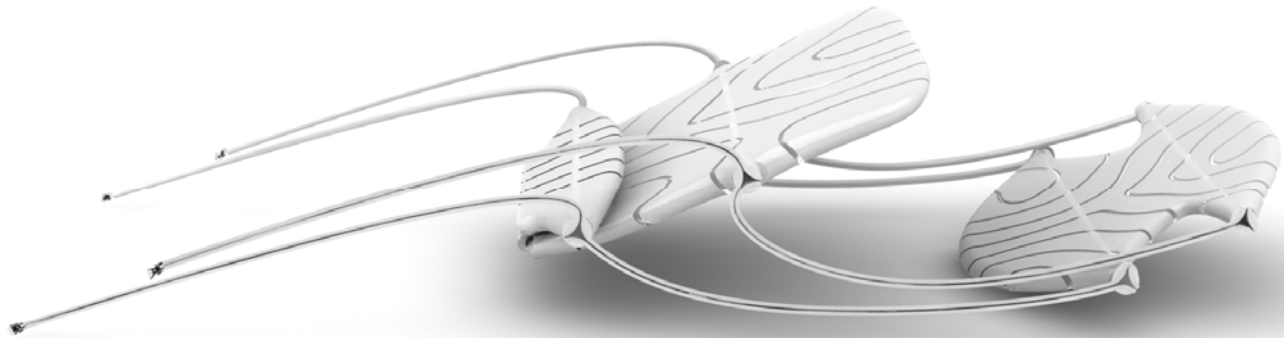


0.110 pag

tema
nanokatana

sub/tema
vistas

cap
(4.1)







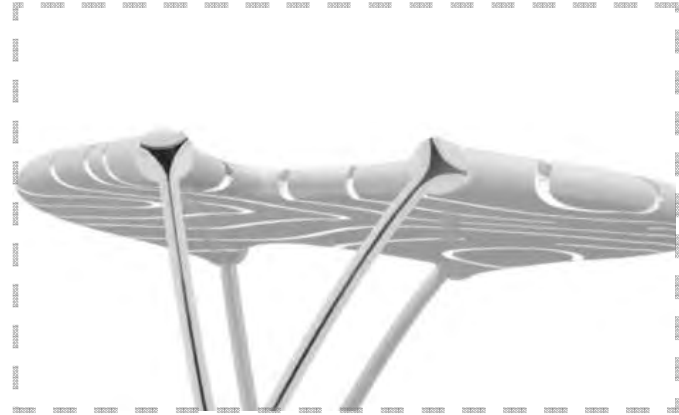
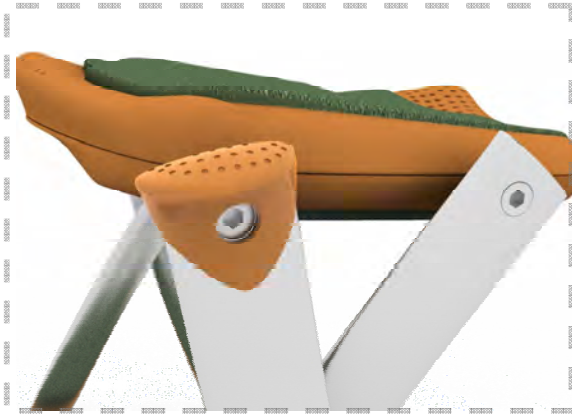












REDI SEÑO
(xhikatana – nanokatana)

Una vez que sabemos que tipo de productos se fabricado hasta la fecha utilizando la Nanotecnología, las características de los nuevos materiales, nanoestructuras, nanotendencias, etc. Veremos el proceso para aplicar alguno de estos elementos en una silla – banco.

El concepto de conexión o integración es intrínseco al diseño industrial y el mejor ejemplo lo encontramos en las sillas. Ningún otro tipo de mueble permite integrar tantos elementos en un mismo objeto. Debido a esto, muchos esfuerzos y recursos se han destinado a la creación de sillas más que ningún otro tipo de mueble. Junto con el automóvil, la silla es el artefacto que más se diseña e investiga en la era moderna. Esto la convierte en icono del Diseño Industrial.

Vale la pena aclarar que este documento no pretende mostrar el proceso evolutivo de la silla como objeto, y en cambio sólo se quiere aprovechar su nivel icónico para aplicar la Nanotecnología.

Al momento de elegir el tipo de silla que se debería utilizar, se decidió tomar una silla – banco plegable ya que permitía mayor complejidad en formas, uniones y mecanismos. Esta silla tiene el nombre de Xhikatana, haciendo alusión a una hormiga llamada chikatana.

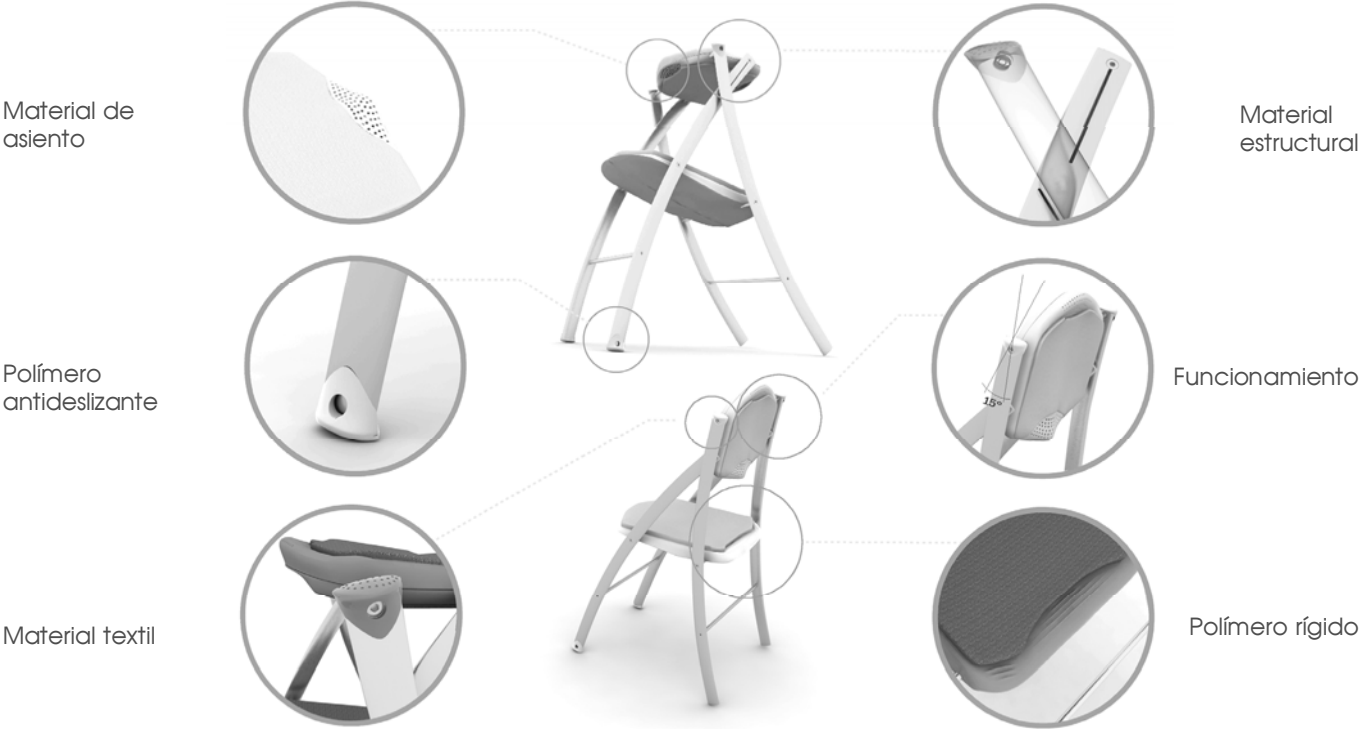
Una vez que la silla Xhikatana fue rediseñada con ayuda de los conceptos antes mencionados en este documento, se decidió nombrar a la nueva silla como Nanokatana, expresamente por la medida “nano” y a la integración con su antecesora, Xhi-katana.



Xhikatana
Silla banco plegable.

Para hacer el rediseño de Xhikatana se analizaron los elementos prescindibles e imprescindibles del producto.

El primer punto del análisis consiste en desensamblar los elementos que conforman a Xhikatana, poniendo especial atención en los materiales, espesores, funcionamiento y las limitaciones de éstos; para poder posteriormente mejorar dichas características agregando valor al objeto a través de la Nanotecnología.



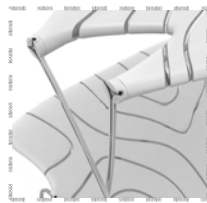
Material de asiento



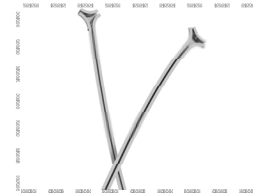
Polímero antideslizante



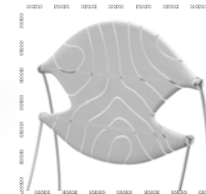
Material textil



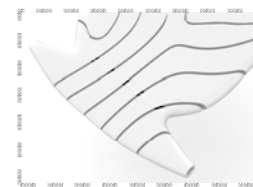
Material estructural

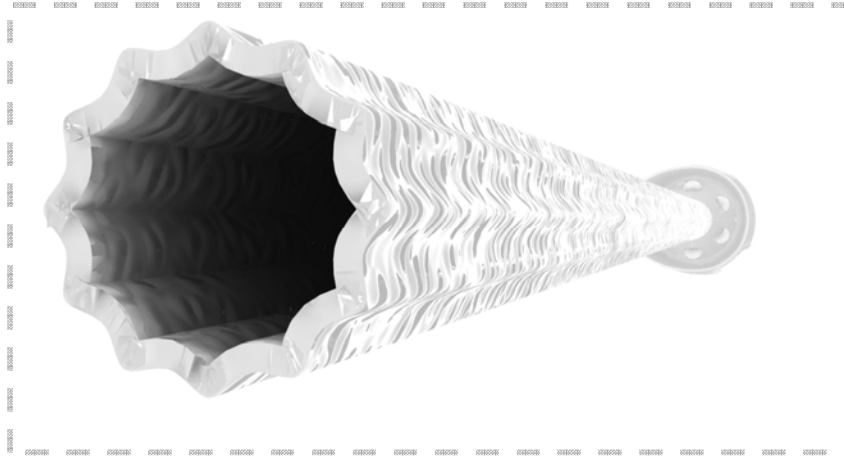


Funcionamiento



Polímero rígido





MATERIALES Y PROCESOS

tema
materiales y
procesos

sub/tema | cap
— | (4.3)

| | | | | | | | | |
0.123 pag

La promesa o realidad de la nanotecnología hablando de materiales es: mayor ligereza, mayor resistencia, mayor flexibilidad. Por esto, trasladaremos estas características directamente a los materiales actuales, a través de comparaciones directas entre los antiguos materiales y los nanomateriales.

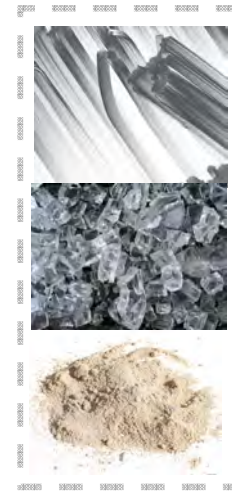
Como se explicó en capítulos anteriores, para hacer la Nanokatana, se han planteado diversas mejoras de materiales comunes con nanoestructuras, estos "nanomateriales" responden en algunos casos a perspectivas científicas que se están realizando actualmente, materiales utilizados hoy en día o propuestas que surgen específicamente para esta tesis como resultado de la propia investigación realizada.

De esta manera, se utilizan tres materiales y un solo proceso de producción para realizar el producto Nanokatana. De los materiales propuestos, dos están actualmente en el mercado y otro es prospectivo, en cuanto al proceso de estereolitografía para producirlos, actualmente se podrían desarrollar dos de los materiales.

En otras palabras, se puede decir que este producto es 70% por ciento producible en nuestros días y 100% producible en un lapso entre 5 y 10 años. Por lo cual, afirmamos que se ha logrado un diseño prospectivo fundamentado en la investigación realizada.



NANOMATERIALES



NANOPARTÍCULAS

El proceso de estereolitografía es actualmente uno de los procesos de prototipaje rápido más utilizados por las ventajas que representa para la elaboración de muestras funcionales que imitan piezas cerámicas, plásticas, metálicas, etc.

Sin embargo, con los avances actuales en ciencia de materiales, se comienza a pensar en la estereolitografía como un proceso de manufactura y no sólo de prototipaje rápido.

Existen diferentes tipos de máquinas para estereolitografía, algunas utilizan polvo de calcio y otras utilizan distintos tipos de resina. En el caso que compete al producto Nanokatana, se plantea utilizar este proceso con resinas líquidas y polvos para el total de su producción.



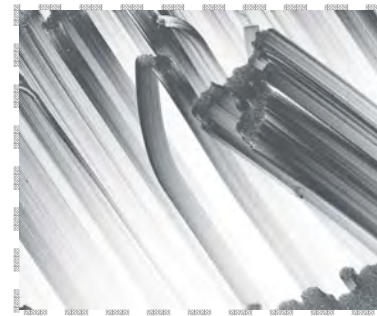
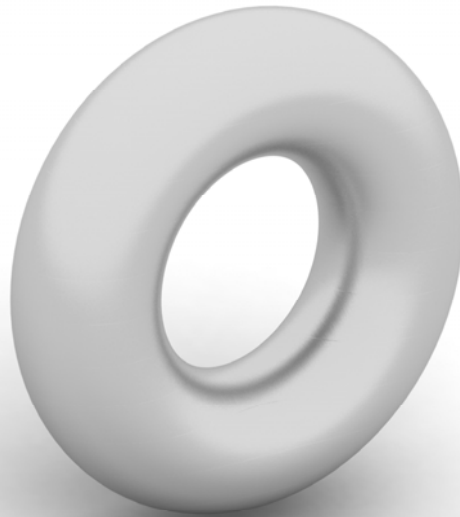
Sinterpro de 3D systems
Máquina para estereolitografía con resina

ALUMINIO

REFORZADO CON 2% DE NANOTUBOS MULTICAPA DE CARBONO CON RESPECTO A SU PESO TOTAL
(ACTUALMENTE DESARROLLADO)

PROCESO ESTEREOLITOGRAFÍA.

UTILIZADO EN EL 60% DE LAS PATAS.



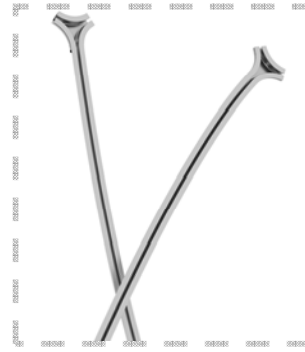
NANOTUBOS DE CARBONO

XHIKATANA



Ligero
Resistente
Durable

NANOKATANA



50% más ligero
80% más resistente
Durable

Agregando 1% de nanotubos multicapa sobre el peso total del aluminio se mejora en 40% su resistencia mecánica, por lo que se requiere menor cantidad de material sin perder funcionalidad.

En el caso del aluminio no existe un cambio de color importante al momento de agregar el polvo negro de nanotubos en su conformación molecular.

La dureza del aluminio reforzado no lo convierte en un material quebradizo ya que los nanotubos de carbono tienen el enlace molecular más fuerte de la naturaleza como se aprecia, por ejemplo, en los enlaces del diamante.

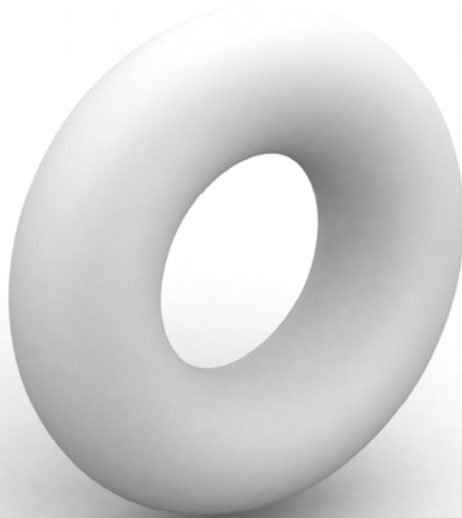
Al momento de tener semejante resistencia y dureza ya no es necesario reforzar la estructura de las patas con travesaños que las conecten.

NANOFORM 15120

MATERIAL REFORZADO CON NANOPARTÍCULAS CERÁMICAS Y DE VIDRIO.
(MATERIAL ACTUALMENTE EN EL MERCADO).

PROCESO ESTEREOLITOGRAFÍA.

UTILIZADO EN EL 85% DE LOS ASIENTOS.

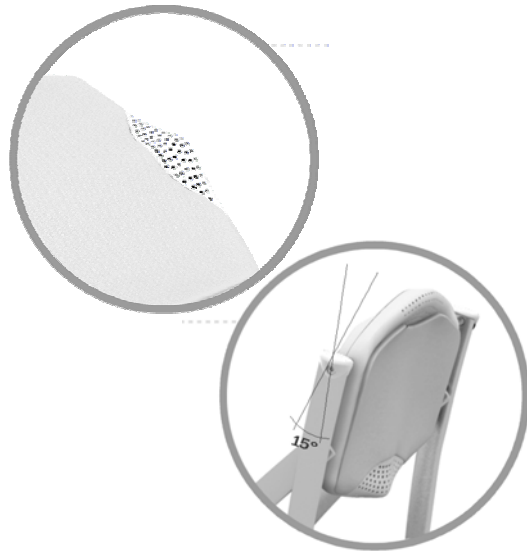


PARTÍCULAS CERÁMICAS

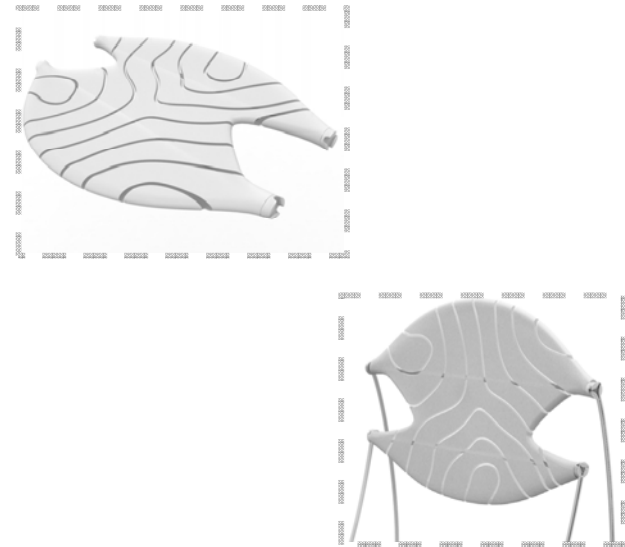


PARTÍCULAS DE VIDRIO

XHIKATANA



NANOKATANA



La compañía holandesa de innovación en materiales DSM (Dutch State Mines), a través de su rama DSM SOMOS, ha lanzado al mercado desde el 2003 el NanoForm 15120 material "protocompuesto" para estereolitografía reforzado con partículas cerámicas y de vidrio utilizando métodos de nanotecnología para lograrlo.

Dicho material mejora las características de dureza y resistencia de los materiales para prototipos rápidos utilizados normalmente. Es posible conseguir piezas extremadamente precisas y detalladas. Actualmente se pueden replicar las características de diversos plásticos utilizados en producción como polipropileno, polietileno, PBT y ABS.

Debido a las características antes mencionadas este material permite pensar en la estereolitografía como un proceso de manufactura rápida y no más como un proceso exclusivo para prototipos, siendo factibles pequeñas producciones de 500 piezas a la semana sin mayor problema.

Este tipo de investigación es realizada como parte del programa ACT-SL (Advanced Composite Technology for Stereolithography).

NANOGEUZ (Material prospectivo).

PROCESO ESTEREOLITOGRAFÍA.

UTILIZADO EN 15% POR CIENTO DE LOS ASIENTOS, 40% DE LAS PATAS Y EN LAS GOMAS ANTIDERRAPANTES.



El material Nanogeluz se propone tomando algunas características de los materiales abajo mencionados como elasticidad, transparencia, fuerza, durabilidad, cambio de color, almacenamiento de energía y emisión de luz.

Nanoform 15120 (material para stl resistente)
Somos ULM™ 17220 (material para stl elástico)
WaterShed 11120 (material para stl transparente)

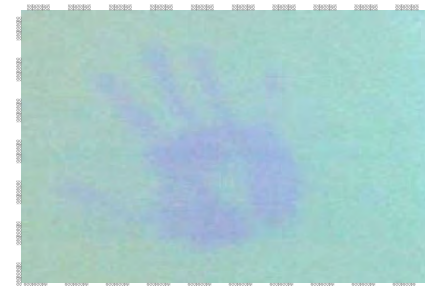
Todos desarrollados por la compañía holandesa DSM.



Materiales Estereolitográficos

Pigmentos termocrómicos como los desarrollados por la industria química H.W. SANDS CORP, que permiten que un sustrato (cerámica, vidrio, etc) cambie de color al aplicar cierta temperatura.

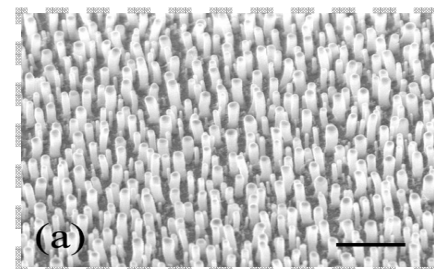
Plásticos Termocrómicos desarrollados en Helsinki University of Technology de Finlandia. Este trabajo de investigación aparece en Noviembre 28, 2004 en la revista Nature Materials.



Material Termocrómico

Nanotubos de Carbono receptores y almacenadores de energía como los propuestos por Yang Wang del Colegio Universitario de Boston, USA. Este trabajo de investigación fue publicado en la revista Applied Physics Letters.

Nanotubos de Carbono generadores de luz en proceso de desarrollo por IBM desde mayo de 2003.



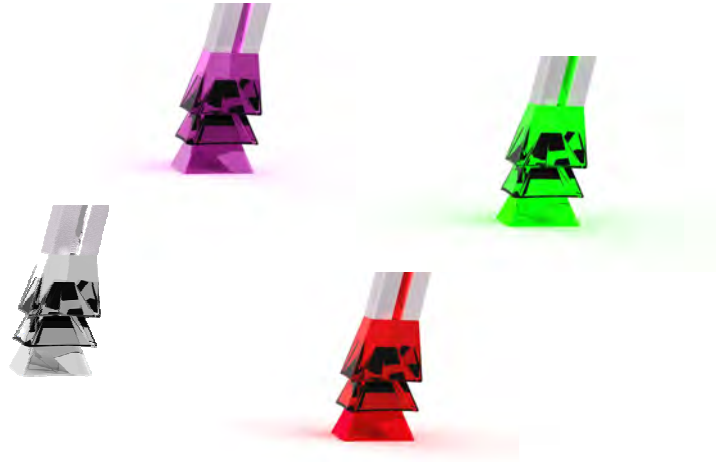
Nanotubos de Carbono

XHIKATANA



Goma antiderrapante

NANOKATANA



Gomas antiderrapantes con sensor de peso para cambiar de color

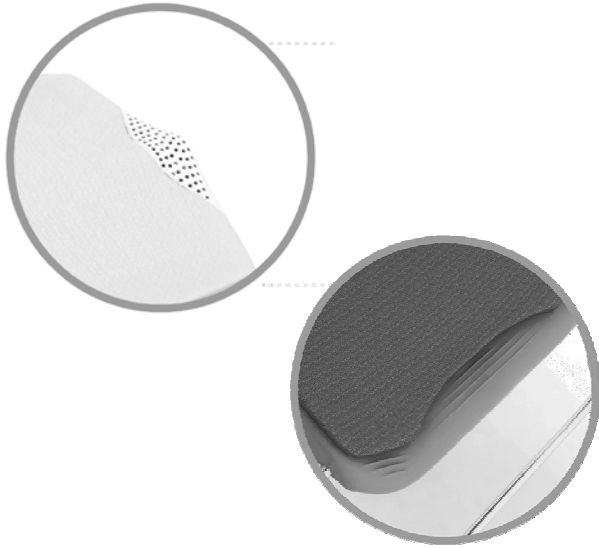
El Material Nanogeluz es termocromático, es decir, cambia de color conforme la temperatura aumenta. Para que la temperatura aumente basta con que el usuario se siente en la Nanokatana provocando que los nanotubos receptores almacenen la energía del cuerpo y a la vez generen luz que aumenta la intensidad del color tanto en las patas como en los asientos.

El color en frío es transparente, pasando paulatinamente a verde, violeta y rojo.

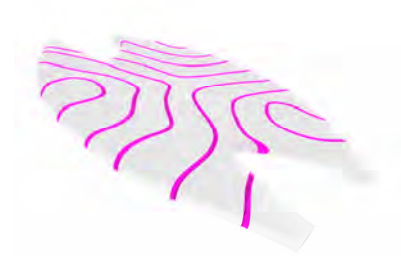
Cuando la temperatura llega a un nivel ligeramente elevado y se mantiene por un lapso de tiempo mayor al recomendado para evitar problemas físicos, se cambia el color violeta por un color rojo que funciona como alerta **alarma** para poder evitar el llamado “sedentarismo” que causa problemas a las personas que **cuando** pasan demasiado tiempo sentadas sin modificar su postura.

Al tener cierta elasticidad, Nanogeluz funciona como goma antiderrapante para las patas, además de otras funciones que se describirán más adelante.

XHIKATANA



NANOKATANA



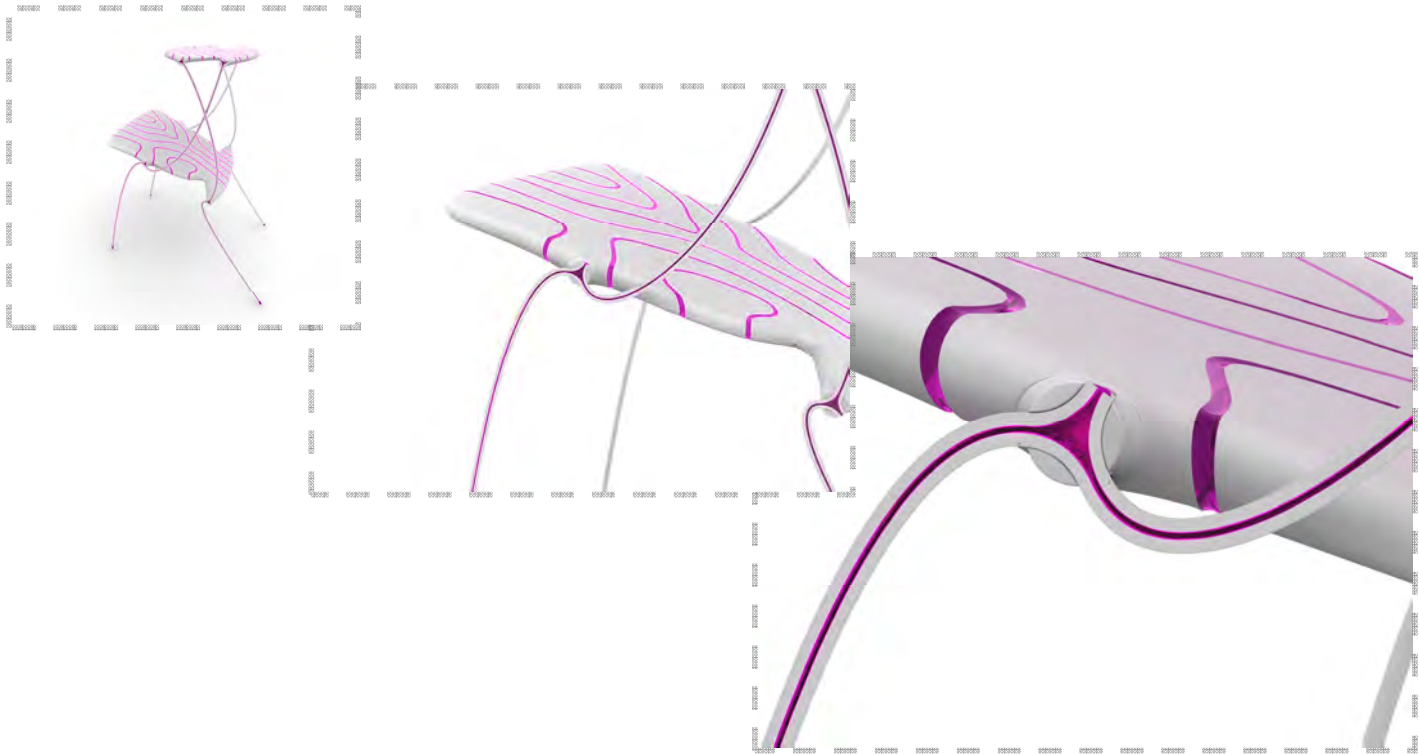
Nanogeluz utilizado en los asientos brinda características cromáticas igual que en las gomas antiderrapantes de las patas de Nanokatana.

MATERIAL INTERIOR DE LOS ASIENTOS, RESPALDO Y PATAS

NANOGELOZ

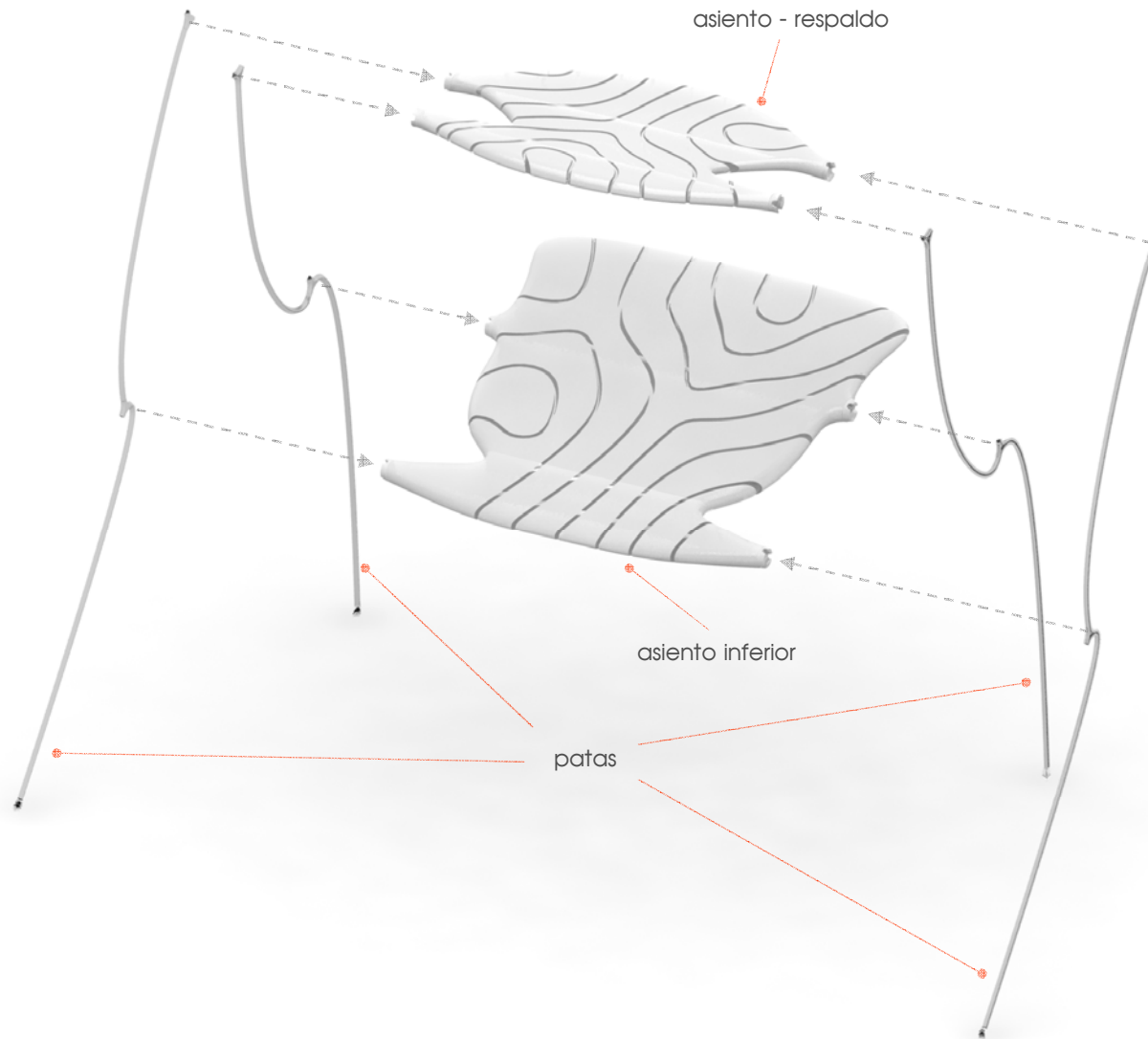
Material prospectivo propuesto a partir de algunos otros materiales actualmente en el mercado, citados en la siguiente página.

Tomando algunas características de los materiales mencionados como elasticidad, transparencia, fuerza, durabilidad, cambio de color, almacenamiento de energía y emisión de luz.





FUNCIÓN Y ERGONOMÍA



En esta imagen observamos las seis piezas que forman la Nanokatana ya que por el proceso de producción utilizado (estereolitografía) permite que las piezas luzcan de esta manera, sean inseparables y se ensamblen las patas con los asientos en cuatro puntos con una simple unión macho-hembra sin necesitar ningún tipo de tornillo.

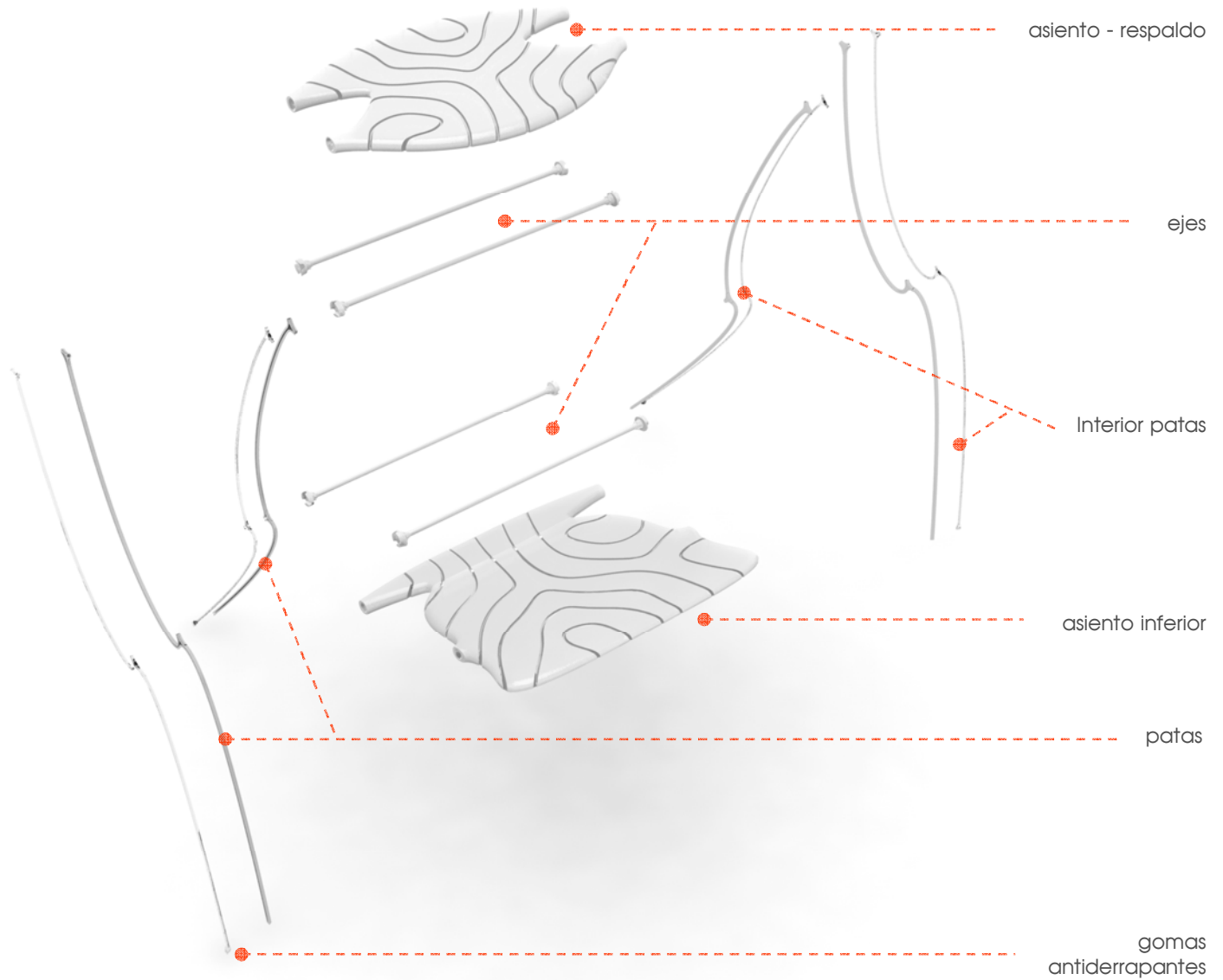
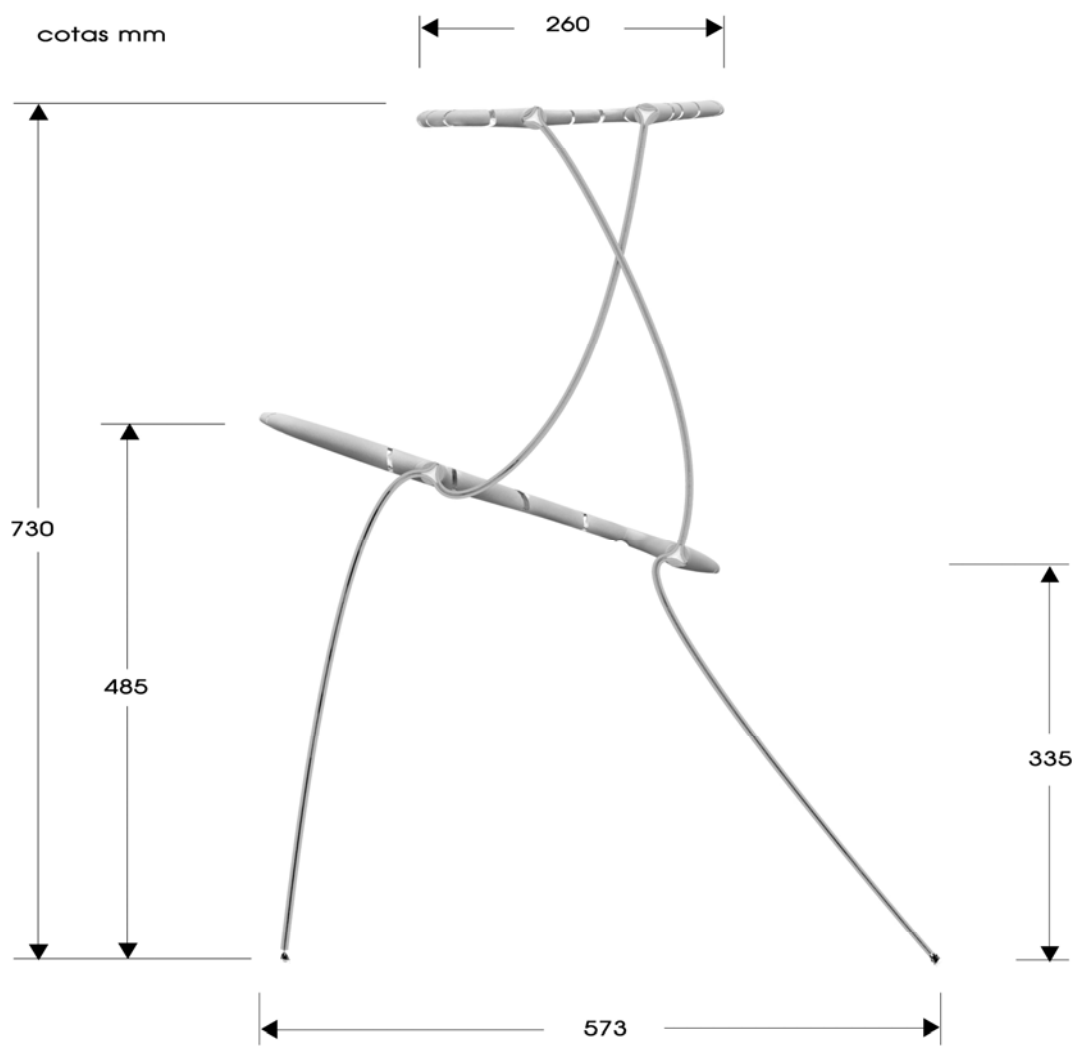
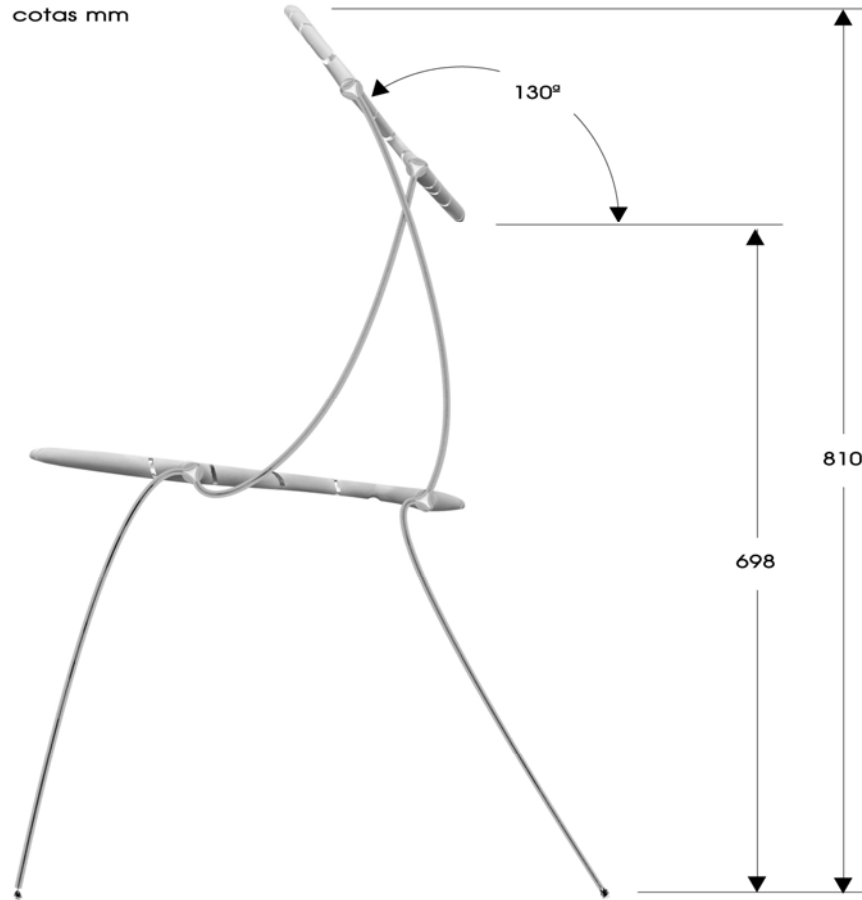


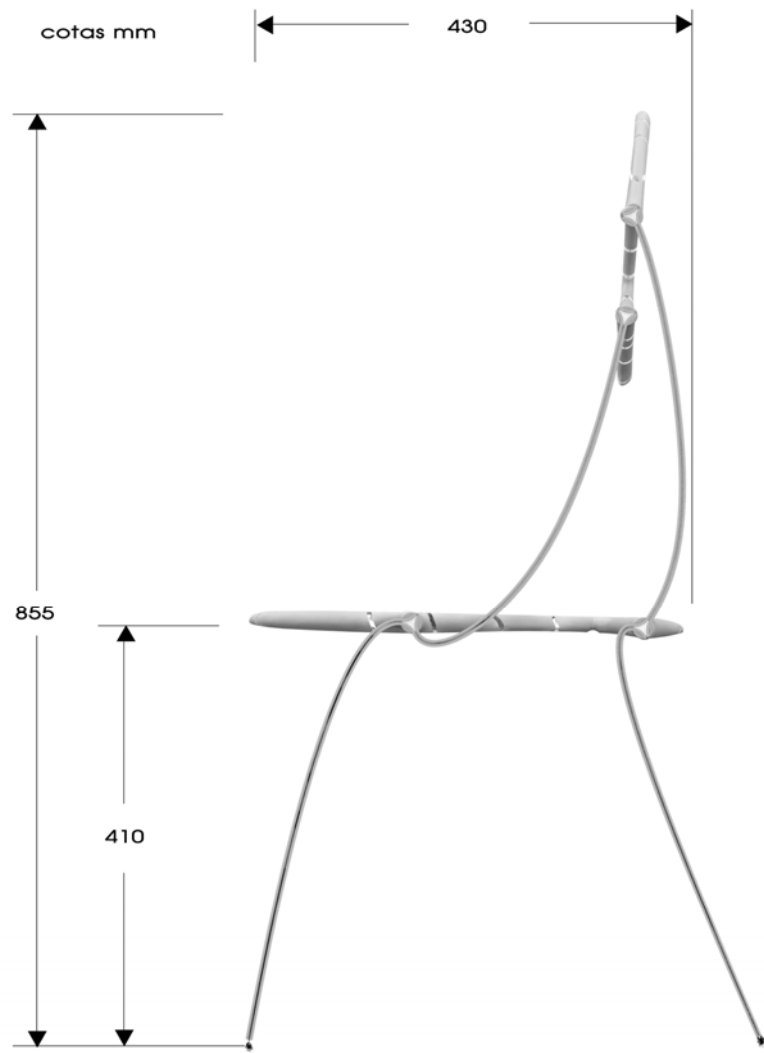
IMAGEN MODIFICADA (este despiece es imposible en la realidad).

Se pueden observar las piezas por separado a pesar de que en el proceso original no sería posible separarlas de esta manera, con el único fin de comprender mejor al objeto Nanokatana.

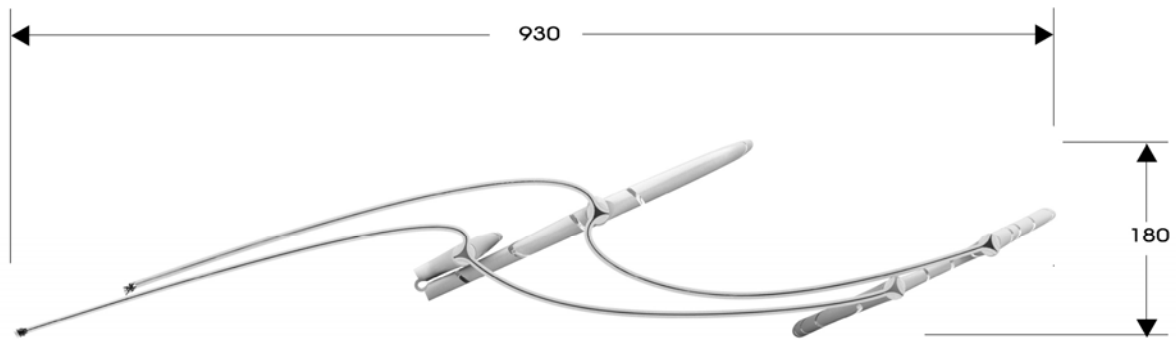


cotas mm





cotas mm



cotas mm

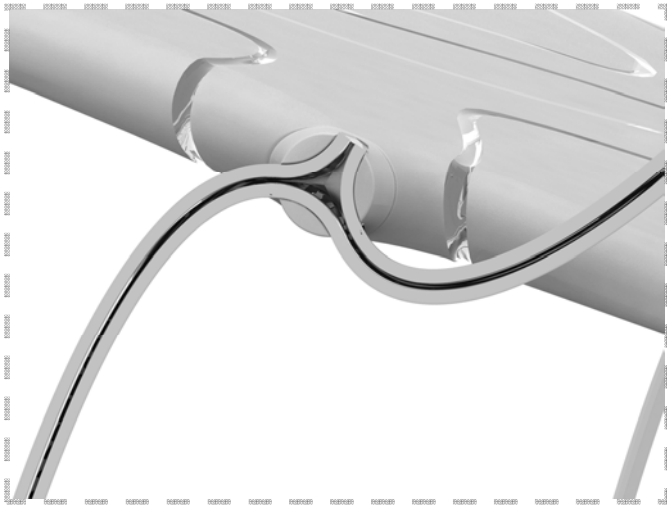
410



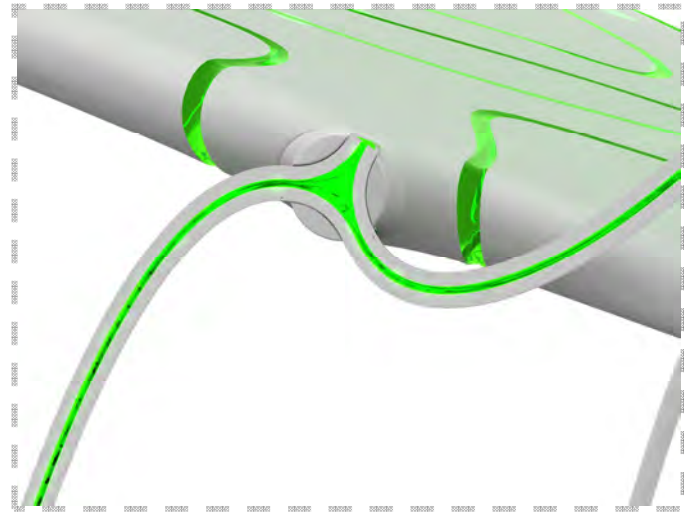
En temas ergonómicos, Nanokatana presenta varias innovaciones para objetos de su tipo. Se ha puesto especial atención a los problemas físicos provocados por la falta de movilidad del usuario durante varias horas, además de tener un sistema de “muelles” que permiten a los asientos adaptarse a la anatomía del usuario. Esto sin descuidar los aspectos básicos para el uso sencillo y apropiado del objeto en todas sus posiciones como silla, entre-silla, banco y plegado.

Existen actualmente problemas relacionados con el llamado “sedentarismo” provocado por permanecer varias horas en la misma posición, por ejemplo, personas que pasan gran parte del día sentados frente a una computadora personal sin modificar su postura. Debido a esto se pensó en aprovechar las ventajas que brindan los nanomateriales para prevenir este problema.

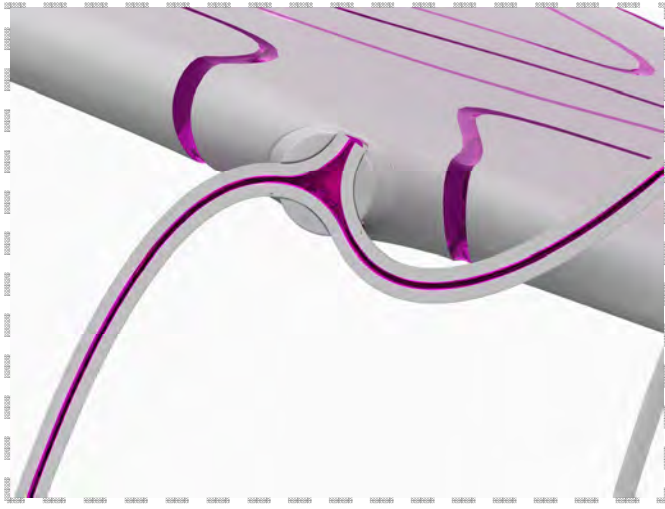
En este proyecto se incorporó, como se menciona anteriormente, el material Nanogeluz que cambia de color según el tiempo que el usuario esté sentado en la Nanokatana, esto la convierte en una alerta visual al cambiar desde un color transparente hasta llegar al color rojo, el cual indica al usuario que es tiempo de hacer un cambio de posición, sin interferir con el funcionamiento normal del producto en caso de que no adecuar su postura el usuario.



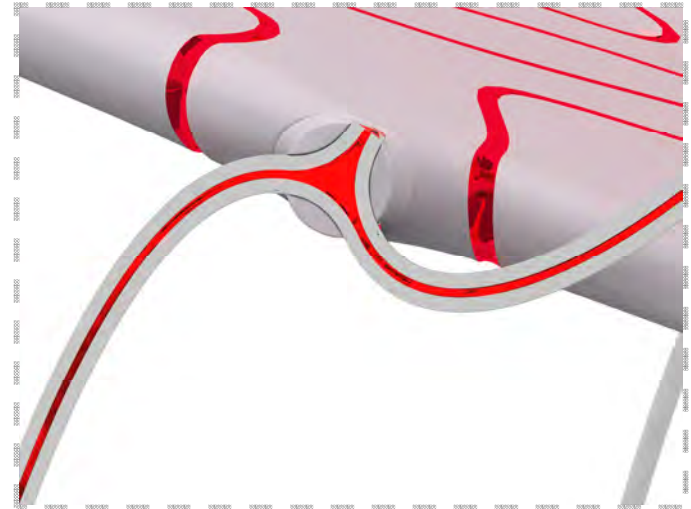
Transparente cuando no está en uso y hasta los primeros minutos en que el usuario está encima.



Verde durante todo el lapso seguro de uso.

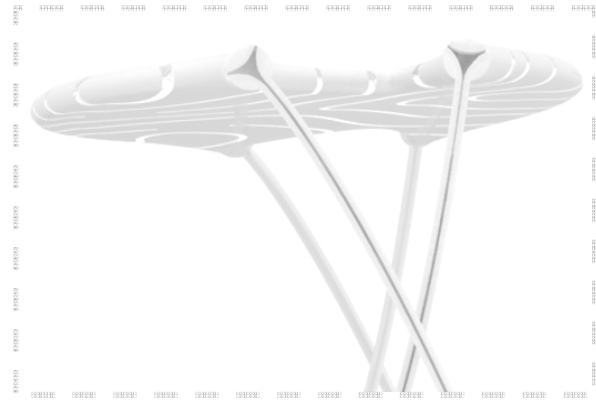


Violeta durante el lapso preventivo.



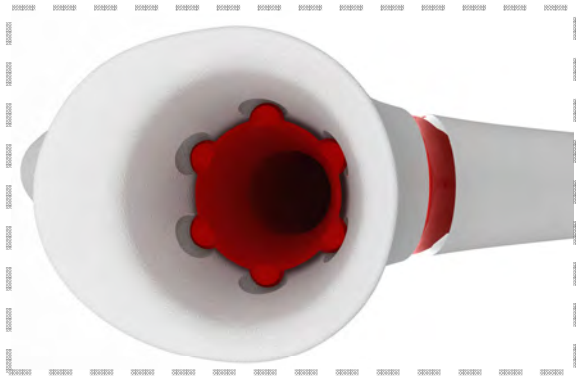
Rojo cuando sea necesario cambiar de postura.

BANCO -

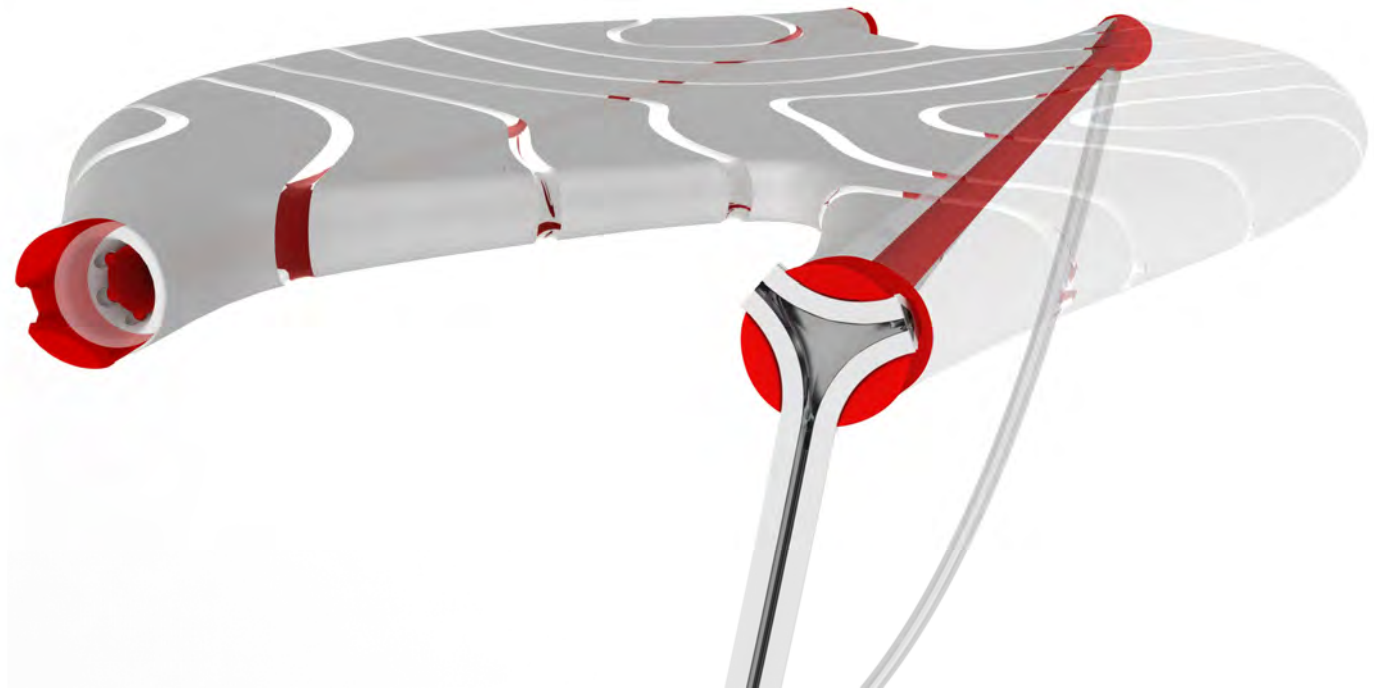


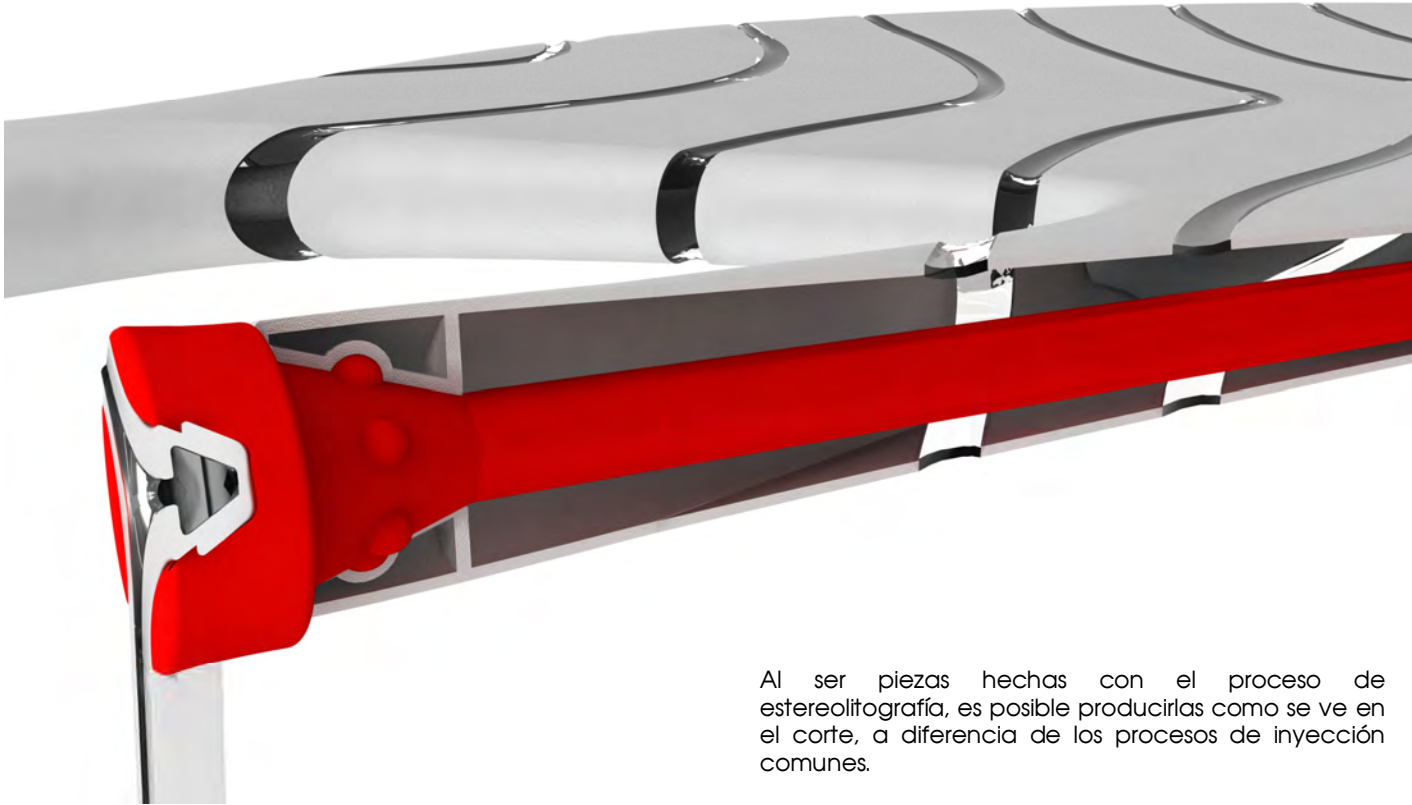
el asiento tiene un "retardante" de giro para dar mayor estabilidad sin perder movilidad como se describe en la siguiente página.





El eje, marcado en color rojo, gira dentro del asiento pero este movimiento es controlado por una sección en forma de estrella que evita algún movimiento brusco del asiento.

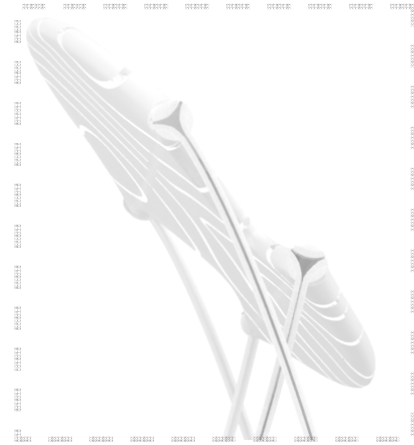




Al ser piezas hechas con el proceso de estereolitografía, es posible producirlas como se ve en el corte, a diferencia de los procesos de inyección comunes.



INTERMEDIA -



Las patas se unen con los asientos sin necesidad de atornillar como se ve en el detalle de la siguiente página.



El asiento tiene un orificio descentrado para que las patas delanteras izquierda y derecha se coloquen a presión con la misma orientación y también para vaciar el polvo excedente del proceso de estereolitografía.





SILLA -

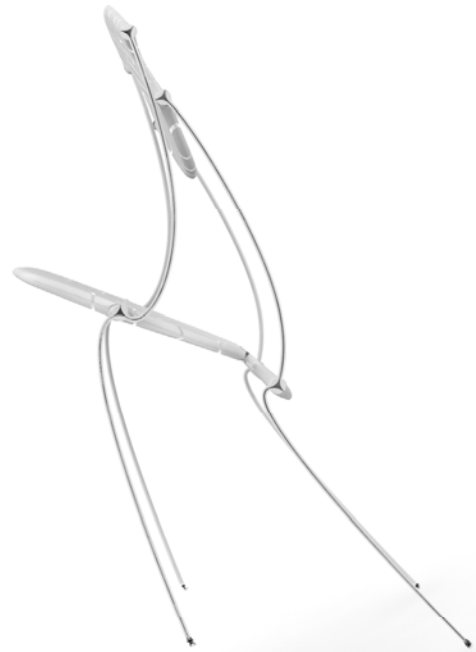
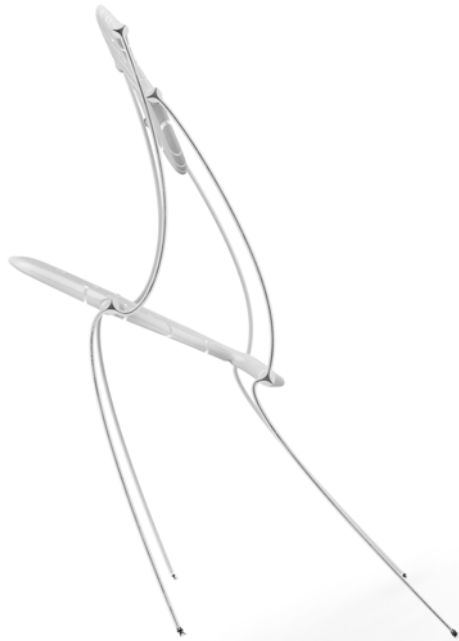


El respaldo-asiento superior, por tener esta doble función se puede flexionar en un sentido cuando es respaldo y al contrario cuando es asiento, como se ve en el detalle de la página siguiente.



El sistema de muelles flexibles (rojos), permite a los asientos adaptarse a la anatomía del usuario.





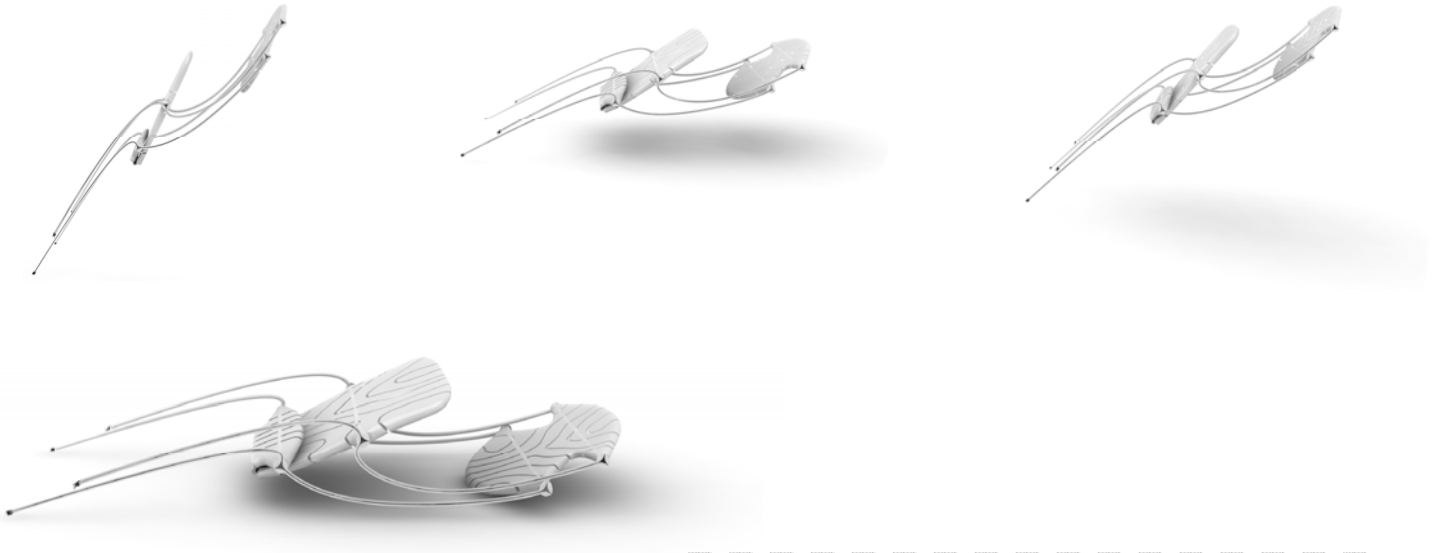


0.154 pag

tema
función y
ergonomía

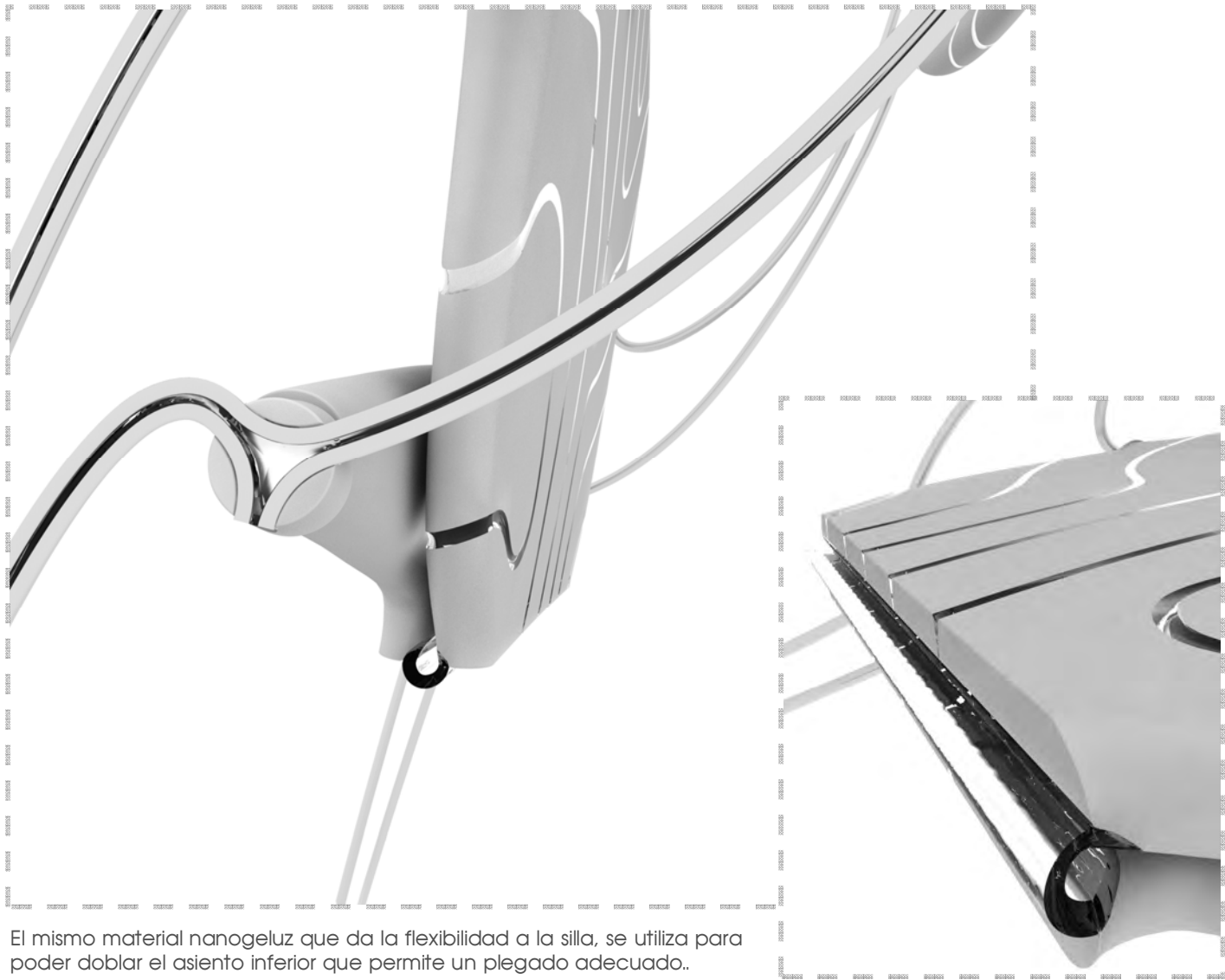
sub/tema
secuencia
de posiciones

cap
(4.4.4)

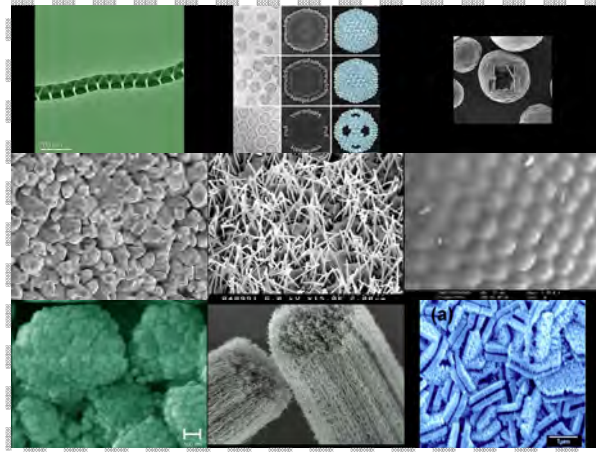


SILLA PLEGADA -





El mismo material nanogeluz que da la flexibilidad a la silla, se utiliza para poder doblar el asiento inferior que permite un plegado adecuado..



APLICACIÓN DE LAS NANOTENDENCIAS

tema
nanokatana

sub/tema
aplicación de
nanotendencias

cap
(4.5)

0.157 pag

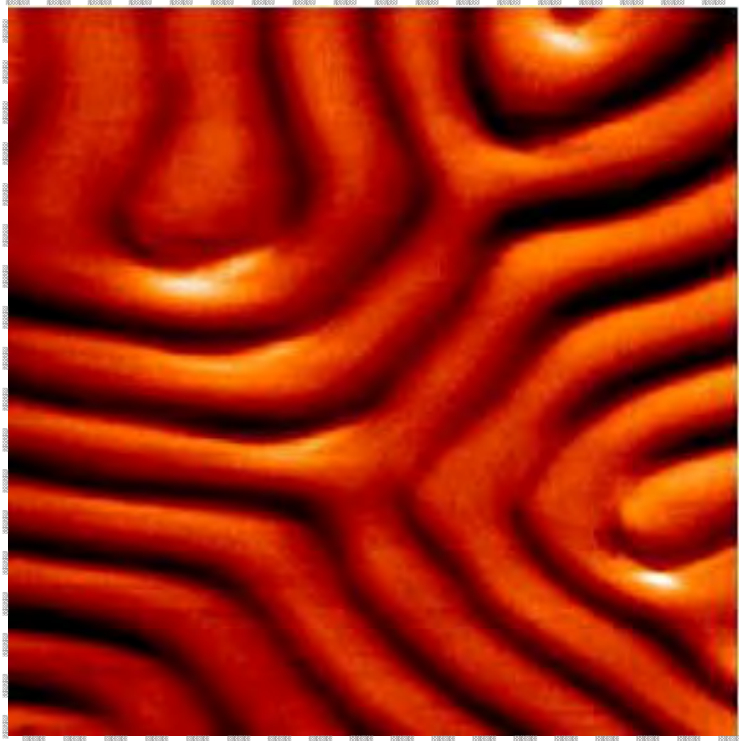
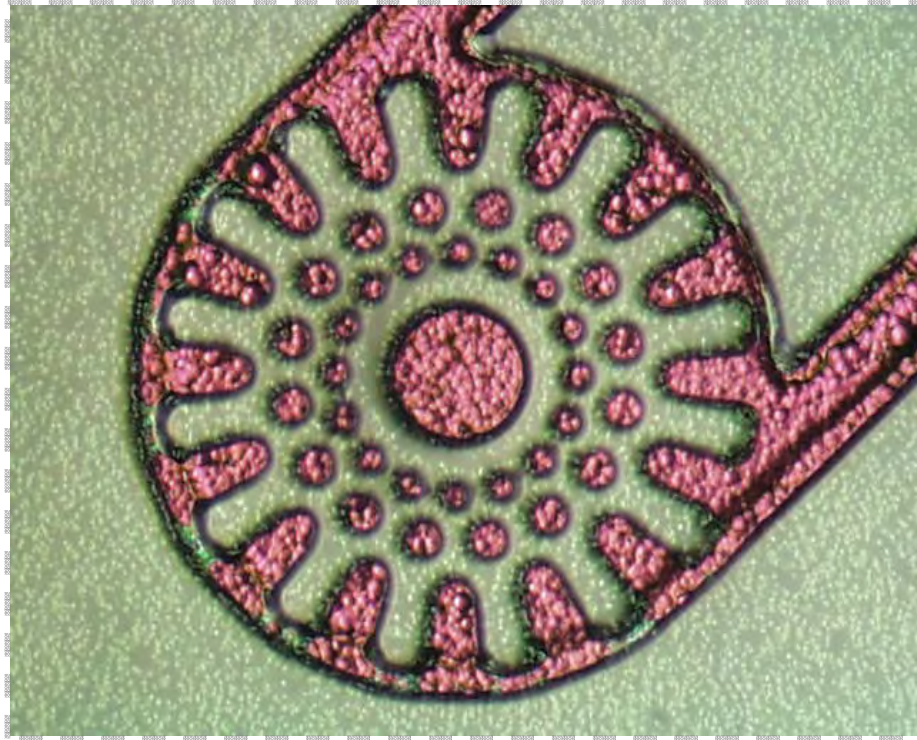


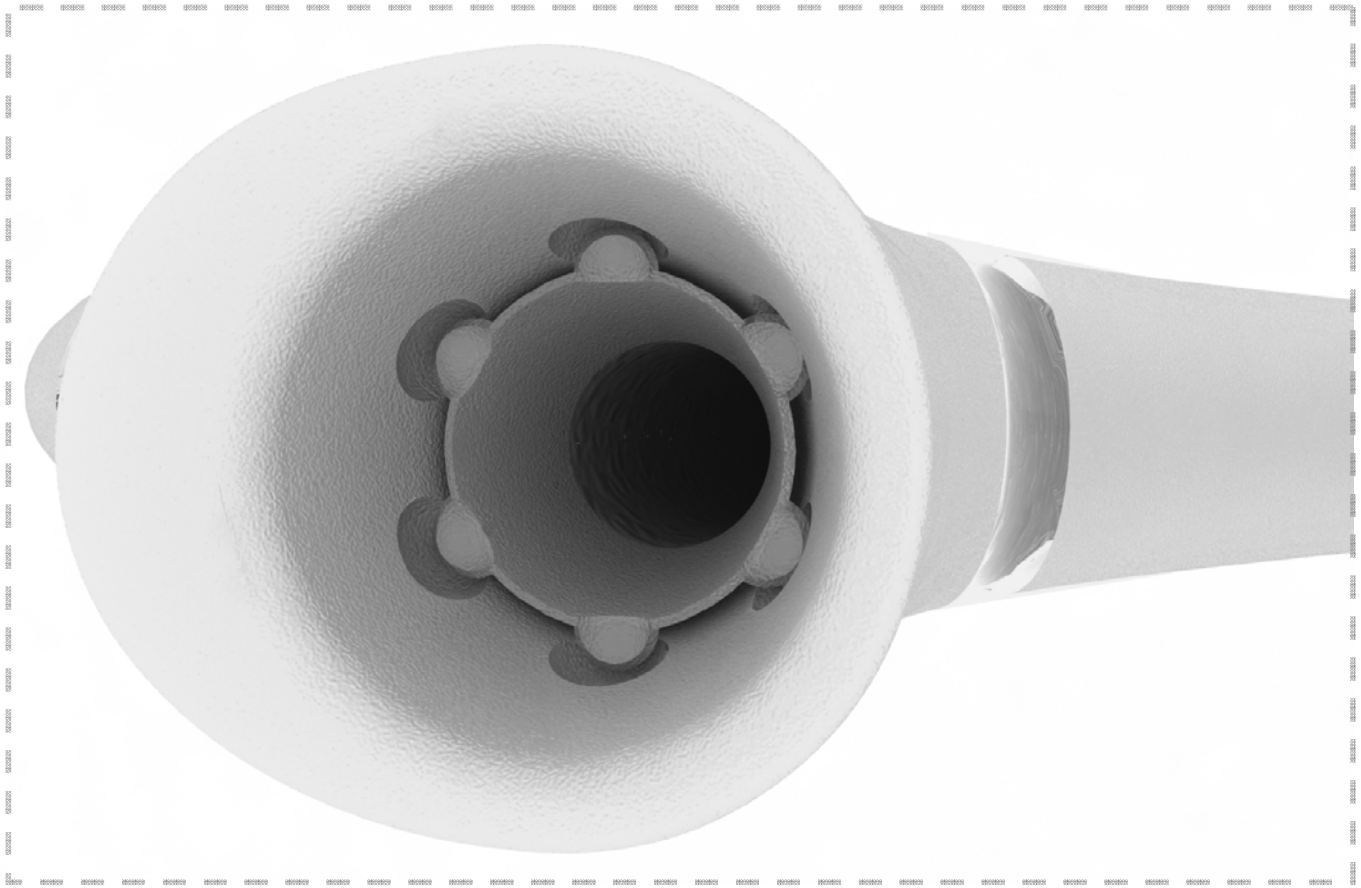
Imagen de una capa de metal sometido a un campo magnético sobre un cristal simple.



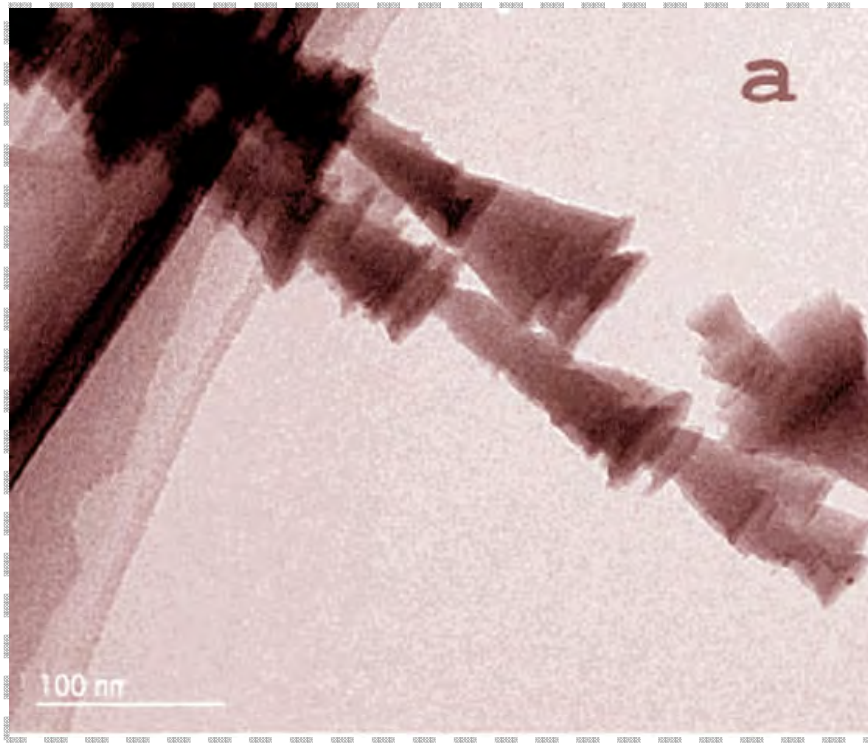
Las nervaduras flexibles de los asientos presentan una disposición similar a las de un metal magnetizado a nanoescala dando movilidad y riqueza formal al objeto.



Dispositivo rotor de MEMS (sistema micro-electro-mecánico)
los granitos de diamante ultra-nano-cristalino miden entre 2-3nm.



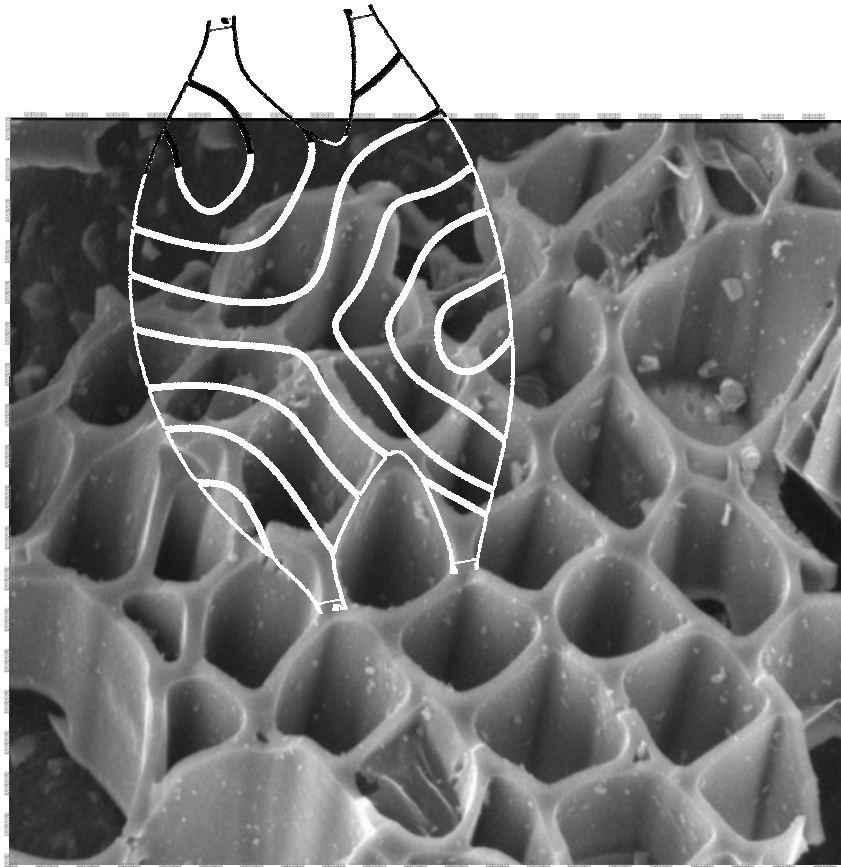
El dispositivo de MEMS a nanoescala inspira visualmente un funcionamiento similar al que finalmente se decidió implementar en los ejes de los asientos.



Poli-nanoconos
visualizados con un microscopio electrónico de alta resolución
presentan alta conductividad eléctrica por lo que se planea su uso en
células combustibles en el futuro.



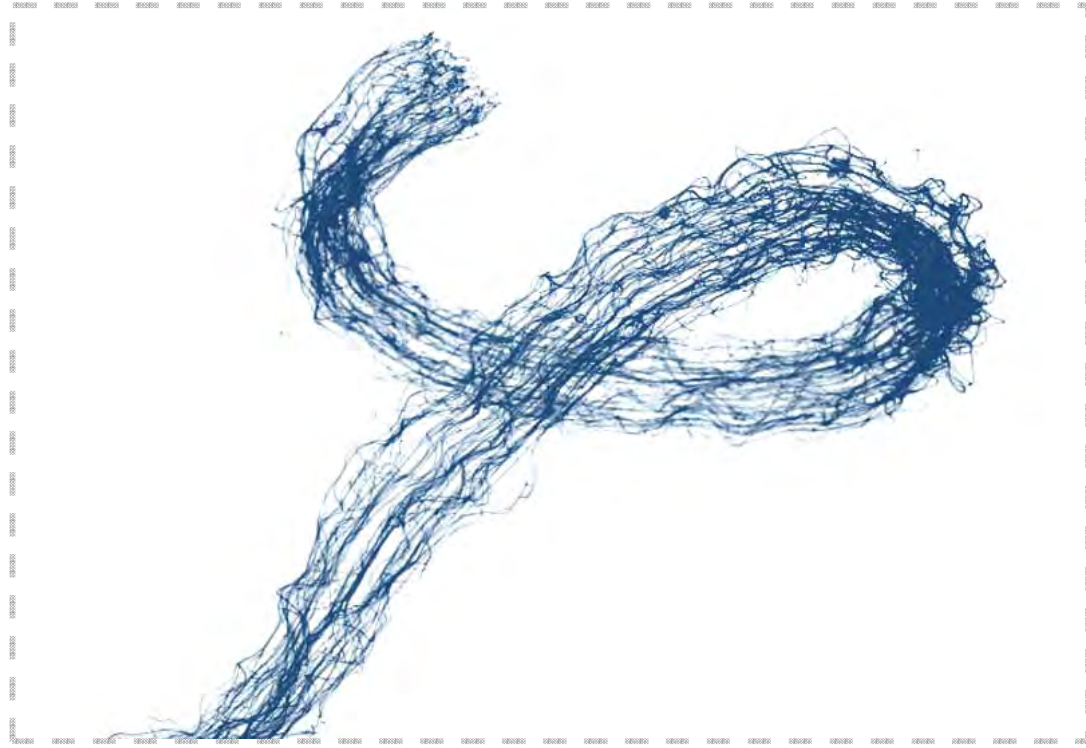
Las gomas antiderrapantes de las patas tienen una forma cónica que permite un acoplamiento similar al de un cono entrando en otro cuando se sienta el usuario.



Partícula de madera
red con orificios de unas cuantas micras de distancia.

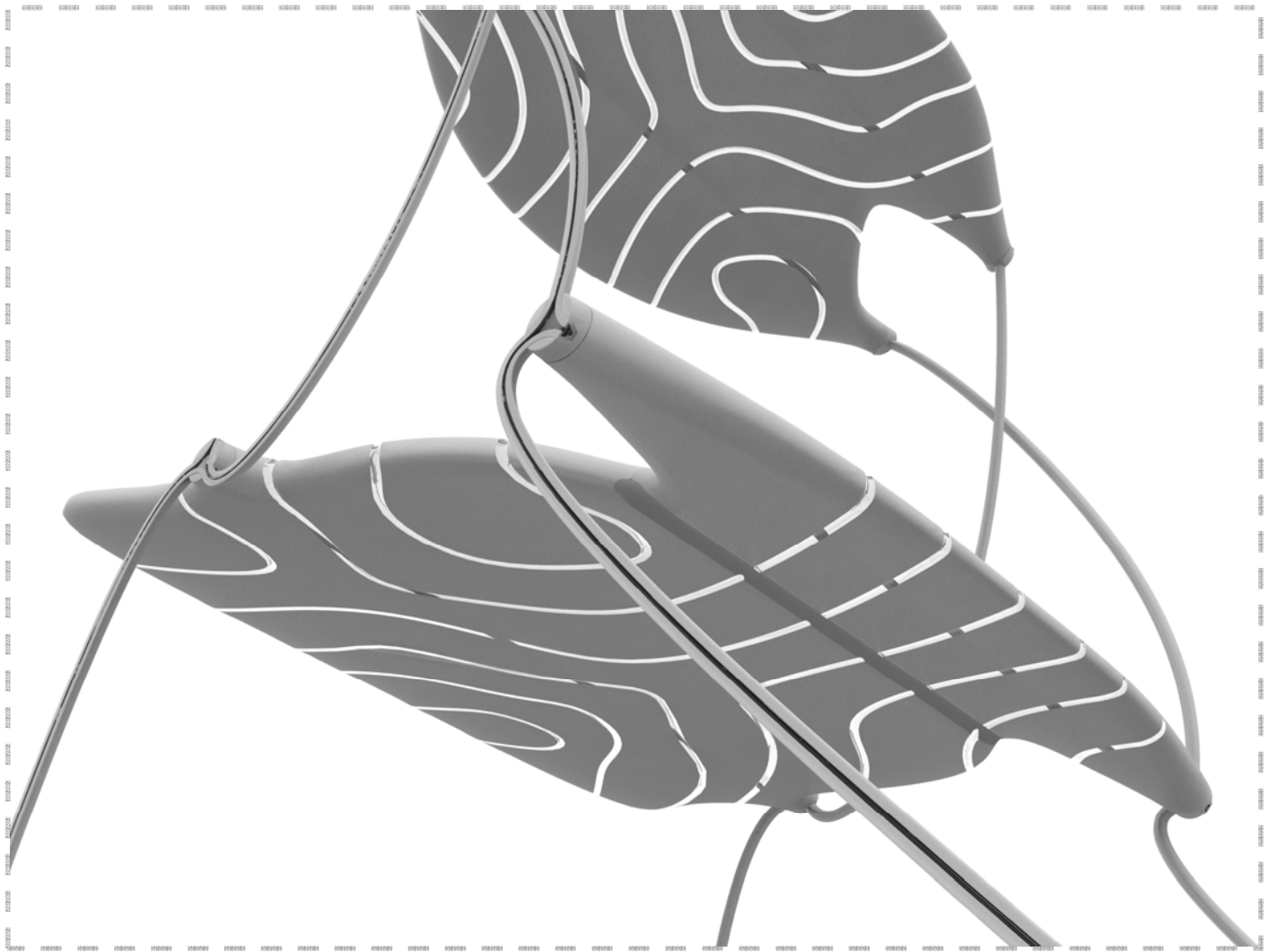


Para formar la silueta de los asientos se trató de plasmar la simetría imperfecta que presentan la mayor parte de las partículas en nanoescala.

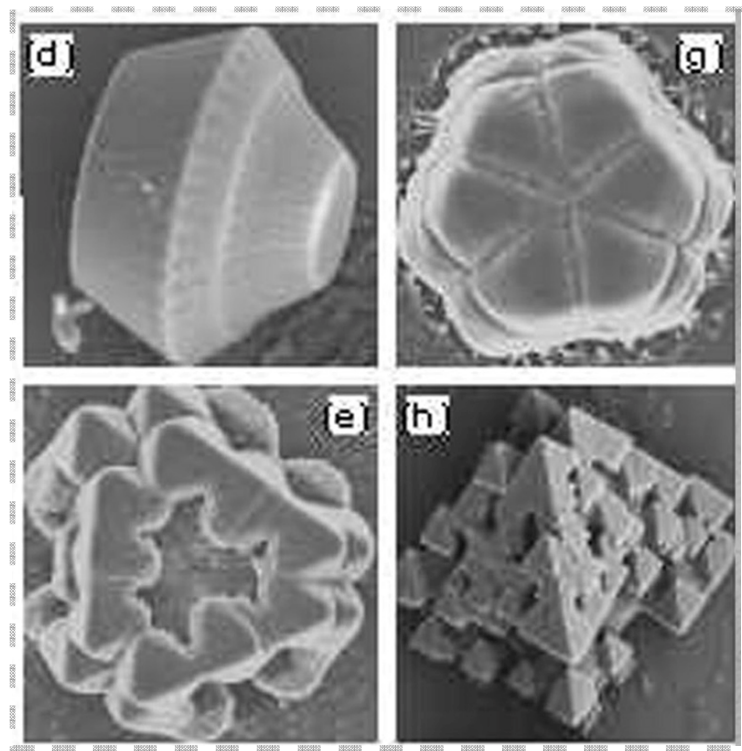


Nanotubos extruidos

Los nanotubos crecen artificialmente tomando distintas formas, también son llamadas nano torres.

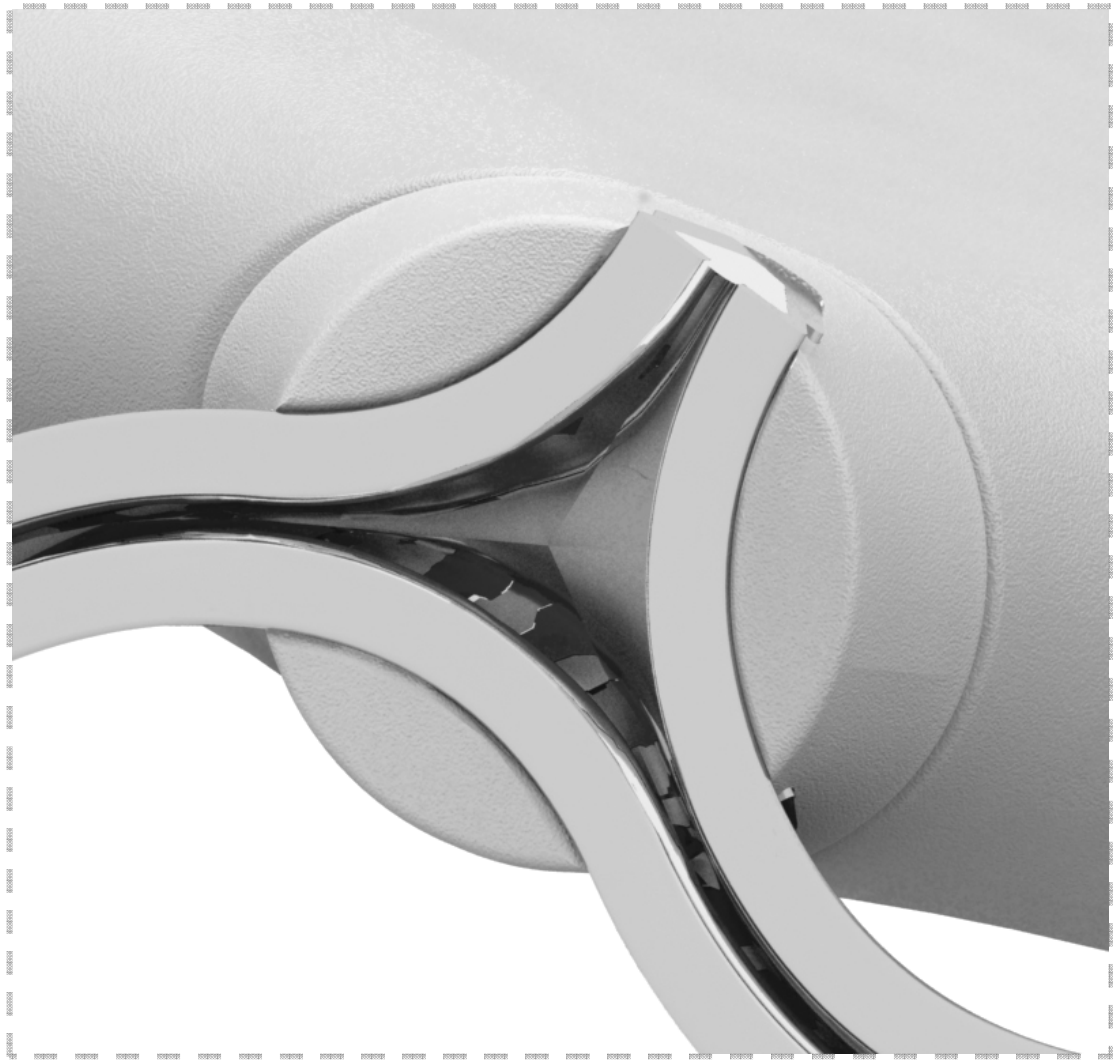


Las líneas formales de la Nanokatana están inspiradas en el aparente desorden de los nanotubos y otras nanoestructuras orgánicas.

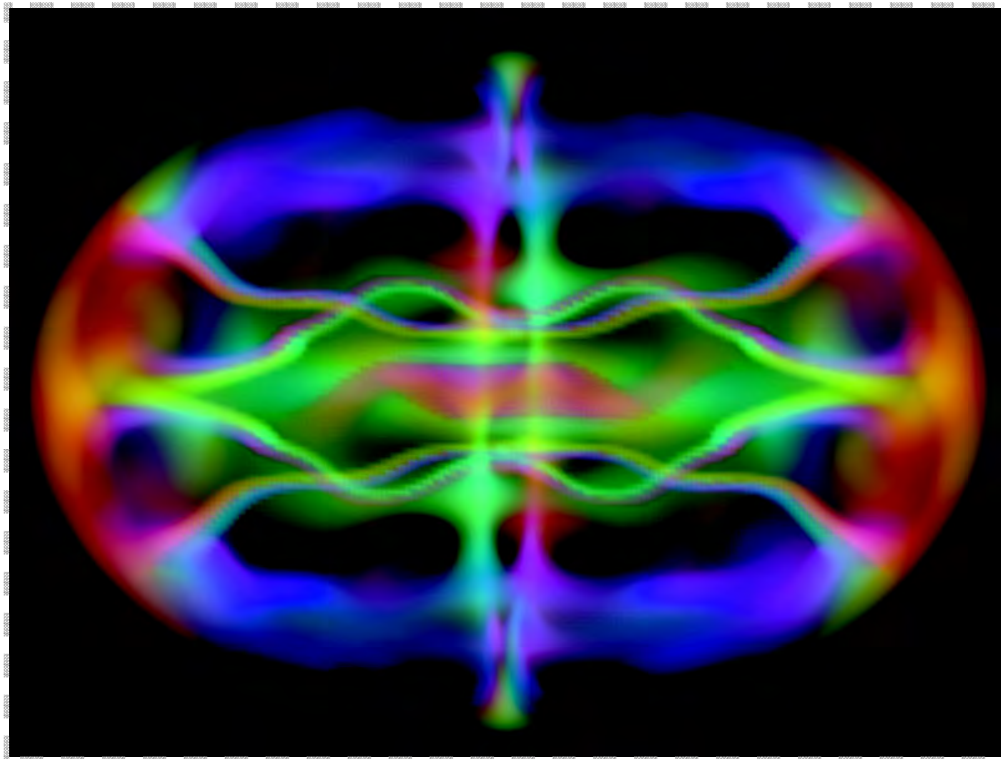


Nanocrisales

Formas creadas por científicos imitando algunas figuras que se encuentran en la naturaleza.



Son recurrentes a nanoescala las formaciones hexagonales y triangulares por lo que a partir de ellas se desarrolló esta unión de la pata con el asiento.



Formación de BEC (Bose Einstein Condensate)
Formación inusual de materia, aproximadamente 1 millón de átomos con el mismo nivel de energía comportándose de la misma manera.



Las reacciones de la materia a nanoescala son diferentes que las mostradas a macroescala, como se aprecia en el colorido de la imagen anterior, por lo que la silla es a su vez multicolor.

CAPÍTULO 5

DISEÑO DE MATERIALES - NANODISEÑO



El concepto Nanodiseño puede tener diferentes connotaciones, alguna de ellas nos puede sugerir el acomodo estético de átomos a nanoescala o un diseño a nivel molecular invisible a simple vista, sin embargo, para nuestro trabajo de investigación tiene un significado muy distinto que comentaremos a continuación.

Cuando se comenzó esta tesis se pensó aplicar el gran cúmulo de nuevas y mejores cualidades de los materiales nanoestructurados en productos de diseño industrial para poder mejorarlos y facilitar la vida del usuario. Hasta ese punto está claro que es indispensable que el diseñador aproveche el avance de la tecnología para sacarle mayor provecho, por lo que resulta obligatorio para nosotros conocer las herramientas con que contamos, léase estar actualizado en el avance tecnológico.

Debido a la estructura del plan de estudios de un diseñador, existen, según las conclusiones de este trabajo de investigación, tres formas para poder lograr esta actualización de conocimiento tecnológico:

Una va relacionada con la incorporación de una asignatura en la que se expliquen conceptos básicos de ciencia y tecnología enfocada principalmente a nuevos materiales. Esta solución tiene la ventaja de abrir el panorama del alumno desde los inicios de su formación académica, pero presenta el inconveniente de que no existiría un trabajo interdisciplinario para desarrollar un producto.

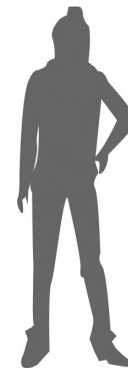
La segunda forma, sería promover trabajos interdisciplinarios entre nuestra Universidad y los distintos institutos de investigación tecnológica del país, logrando que el diseño forme parte de la estructura de un producto y no sólo intervenir al final del proceso del mismo. Este ejercicio académico daría buenos resultados para agregar valor tanto a la investigación científica, pilar de la estructura universitaria, como al Diseño Industrial al utilizar la ciencia como medio para crear tecnología, en otras palabras, para desarrollar productos de alta tecnología a partir de la investigación científica para satisfacer más y mejor las necesidades de los usuarios. Esta investigación interdisciplinaria presenta el problema de que a lo largo de los años no se ha podido realizar por diversas causas durante la formación académica.



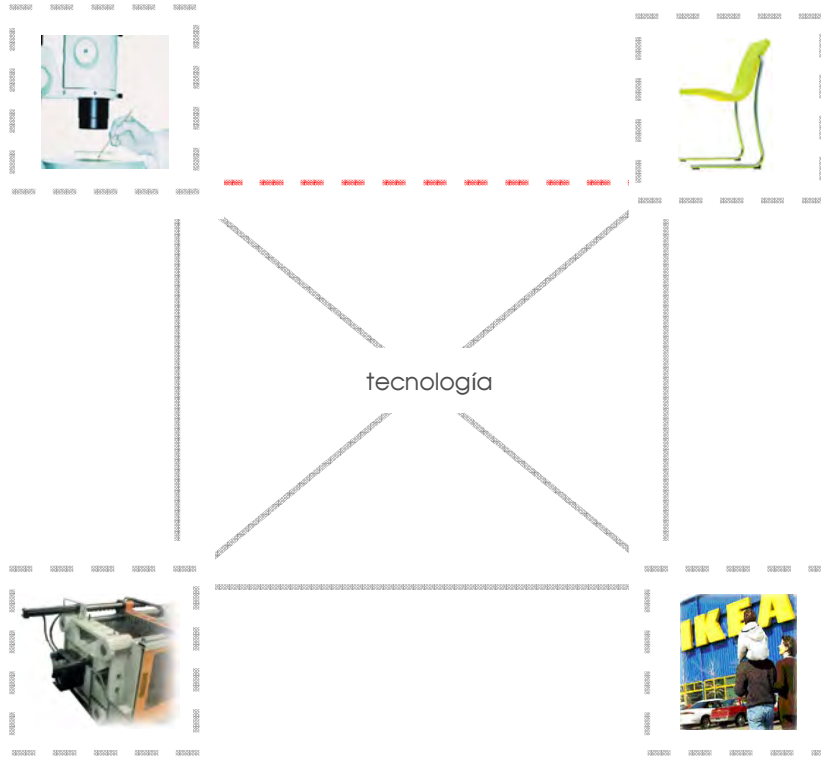
En tercer lugar, encontramos una solución mucho más ambiciosa y relacionada estrechamente con el concepto antes mencionado: NANODISEÑO. Este concepto se deriva de "diseño" hablando del desarrollo de productos para satisfacer necesidades, anteponiéndole el prefijo "nano" referente a la llamada nueva revolución industrial, la Nanotecnología.

Debido a la importancia que tiene y tendrá en el futuro de la sociedad la "Nanotecnología", es preciso tomar las medidas necesarias para aprovecharla en beneficio de los usuarios, la industria y el país. Tomando en cuenta que muchas naciones están luchando por dominar esta nueva herramienta de la humanidad, es deber del diseñador industrial mexicano apresurarse a buscar un nicho desde el cual se pueda ser parte del desarrollo tecnológico de México y competir con sus productos a nivel global.

Este nicho estaría situado entre el investigador científico, el ingeniero tecnológico, el diseñador, el industrial y el empresario; representaría un vínculo entre todos los involucrados en el proceso de convertir la ciencia en tecnología, asumiendo que cada uno tiene un papel indispensable en dicho proceso. Con lo cual se lograría una interdisciplina real porque ésta sería la esencia del nanodiseñador, se asegurarían los aspectos de calidad, se harían productos con el valor agregado del diseño industrial desde su concepción, y se culminaría con la venta del producto directamente al consumidor, convirtiéndose en artículos íntegramente mexicanos para competir dentro de la realidad del mercado global del nuevo milenio.



investigación científica



diseño industrial

ingeniería

empresa

diagrama 1

Normalmente la investigación científica se convierte en un objeto o servicio útil para la sociedad, o lo que es lo mismo, la ciencia se convierte en tecnología. En este proceso intervienen varios factores que se resumen en el diagrama 1.

Así como el acercamiento del DI con la NT, la relación del DI con la biónica, bioquímica o alguna otra disciplina científica es sinónimo de innovación.

DI — CIENCIA — INNOVACIÓN

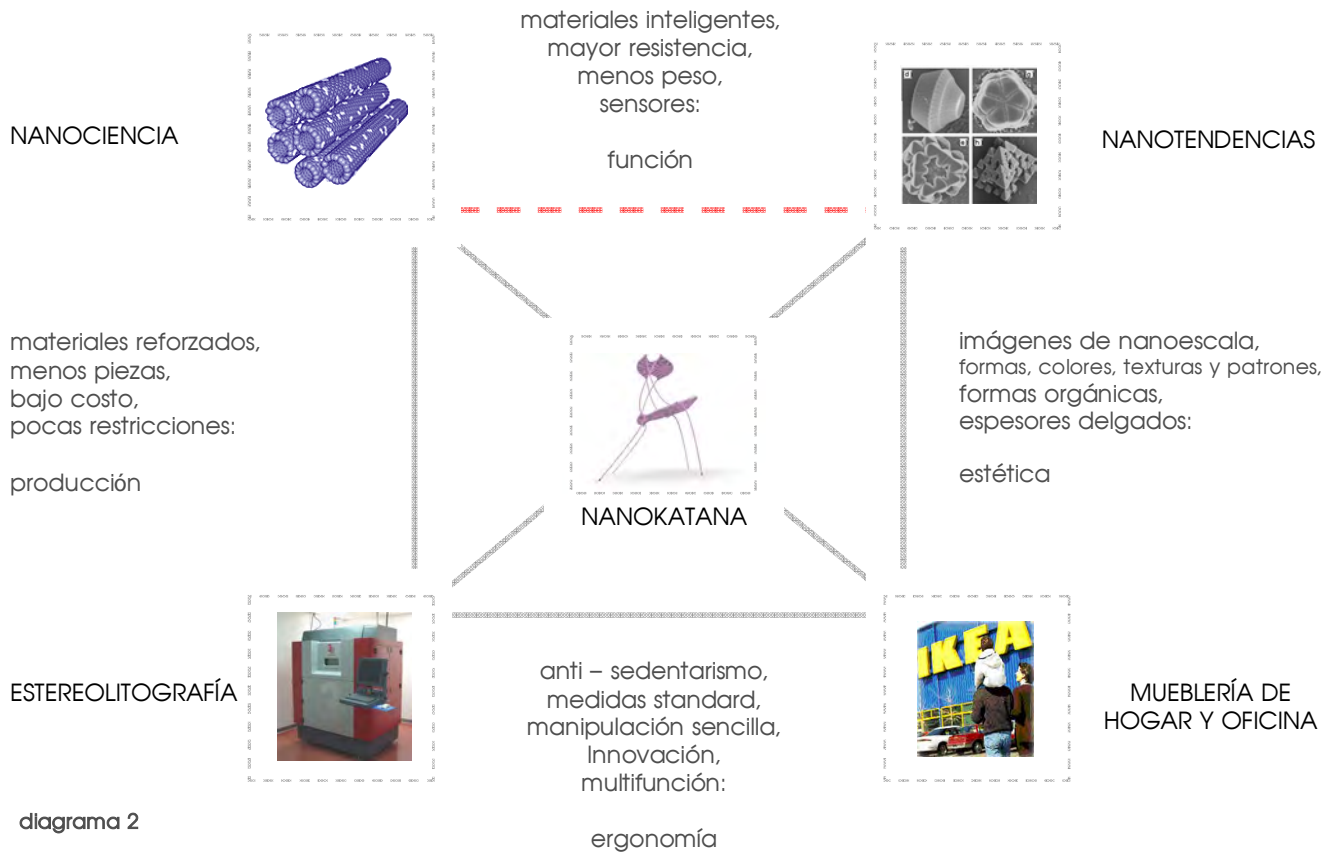


diagrama 2

A partir de los resultados de este trabajo podemos asegurar que la Nanotecnología (NT) presenta herramientas que cambiarán la forma de hacer ciencia, por lo que puede cambiar los medios de producción y materiales, en este orden de ideas cambiará, por consiguiente, el Diseño Industrial (DI), al igual que la tecnología que finalmente interactúa con la sociedad.

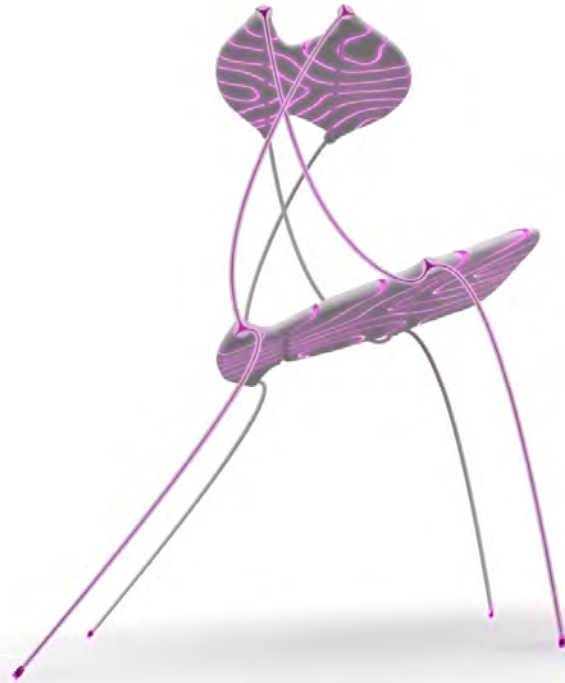
De la interacción de la Nanotecnología y el Diseño Industrial se desprende el concepto Nanodiseño.

DI NT NANODISEÑO

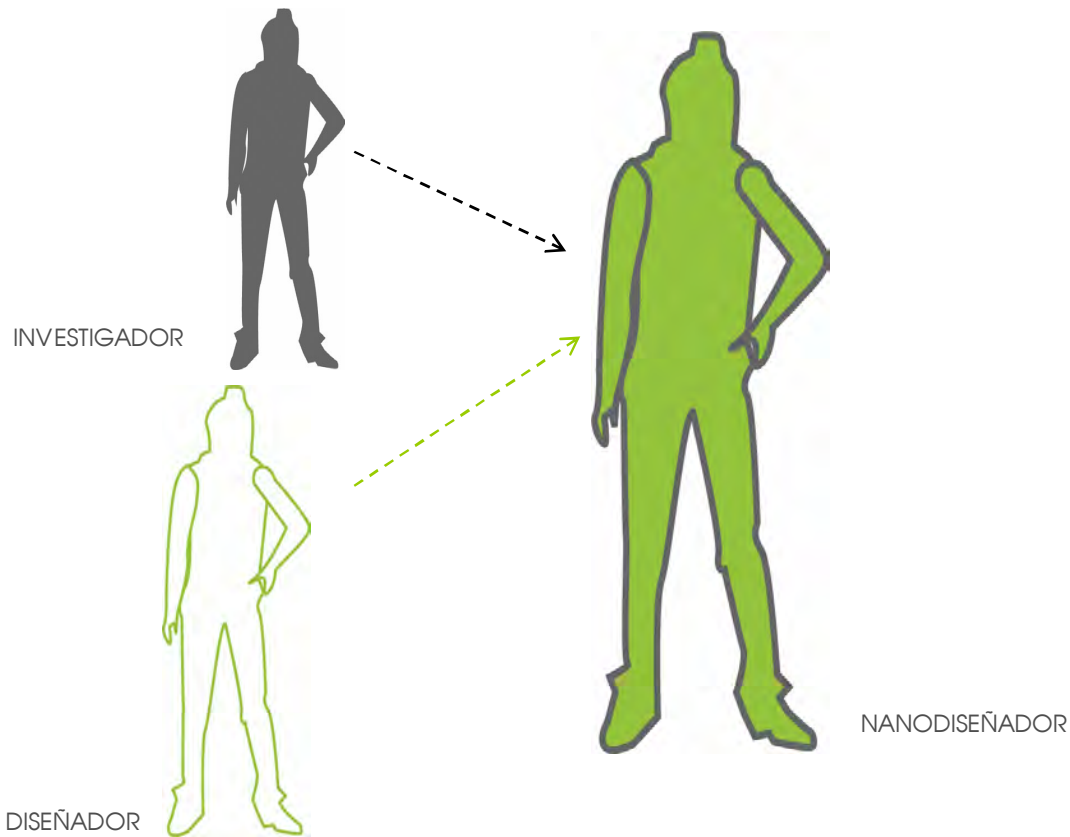
Por tratarse de un rediseño, el objeto obtiene nuevas características, que se mejoran y amplían a través de la Nanotecnología. A esto llamamos evolución del objeto. Así como las especies animales modifican sus cualidades con el paso de los años, los productos se adaptan continuamente al entorno y usuarios. En este caso vemos un objeto desarrollado para el Siglo 20 (izquierda) y el mismo objeto diseñado para el Siglo 21 (derecha).



Siglo 20



Siglo 21



La nanotecnología permite hacer materiales con características específicas, esto deberá ser aprovechado por el nanodiseñador que podrá concebir dichos materiales para que realicen funciones específicas en productos, haciendo diseño de materiales.

Para hacernos una idea de lo que significa el prefijo "nano" en nuestros días

En Amazon.com existen:

385 libros a la venta que hablan de nanotecnología.

7,194 libros a la venta que incluyen el concepto "nano".

1 libro de Nanotecnología en español (no disponible por el momento).

8,825 libros que hablan de Diseño Industrial.

70 de Diseño Industrial en español.

28 libros que hablan de aplicaciones de la Nanotecnología en productos (no necesariamente productos producibles).

∅ No existen a la venta libros que se enfoquen en aplicaciones en Diseño Industrial.



1950 "atómico"
1980 "micro"
1990 ".com"
2000 "nano"

Según los expertos se prevé el advenimiento de cinco oleadas tecnológicas

Computación personal
Telecomunicaciones
Biotecnología
Nanotecnología
Energías alternativas

En estas oleadas tecnológicas destacamos a la Nanotecnología, con su aportación de nuevos materiales, como la que tendrá **mayor** incidencia en los productos de diseño industrial.

El papel de algunas de las disciplinas que intervienen en la investigación y desarrollo de un producto se puede resumir de la siguiente manera

La QUÍMICA muestra que se pueden formar nuevas estructuras uniendo moléculas reactivas y que objetos con estructura molecular similar pueden ser construidos en serie. Creando, así, productos con mejores características.

La BIOLOGÍA nos muestra que las máquinas moleculares pueden existir, ser programadas con datos genéticos **y**, a su **vez**, construir más máquinas moleculares. También permite pensar que los dispositivos para fabricar moléculas serán tan baratos como un lápiz.

La INGENIERÍA muestra que piezas resistentes y precisas pueden combinarse para hacer computadoras, robots y muchos otros artefactos.

La FÍSICA APLICADA con ayuda del modelado por computadora muestra que esta clase de dispositivos pueden ser construidos con precisión utilizando piezas de **a** escala nanométrica.

El DISEÑO en los productos nos muestra que todos estos avances pueden servir para satisfacer **más y** mejor las necesidades del ser humano.

Corea tiene una iniciativa con base industrial. Samsung, por ejemplo, dedica más de 500 personas a desarrollos basados en Nanotecnología en un centro de investigación creado especialmente para ello.

Alemania cuenta con el Ministerio de Investigación y Tecnología (MBFT), además estableció ya en 1998 seis centros nacionales de competencia en Nanotecnología.

Francia cuenta con el centro MINATEC, situado en Grenoble, que albergará a más de 3,000 investigadores dedicados a lo "nano".

España tiene iniciativas como la de Nanotec Electrónica S.L., empresa ubicada en Madrid, dedicada al desarrollo de microscopios de fuerzas y túnel, herramientas clave para la Nanociencia y la Nanotecnología. Existe actualmente poco interés de la industria española en la Nanotecnología a diferencia de otros países de la Unión Europea (UE).

La Unión Europea lanzó en el año 2002 la iniciativa NID (Nanotechnology Information Devices), dentro del plan IST (Information Society Technologies), para fomentar la creación de consorcios que impulsen la Nanotecnología en el VI Programa Marco de la UE. De hecho unas de las áreas que cuentan con un mayor apoyo tiene como nombre "Nanotecnologías y Nanociencias, Materiales Multifuncionales y Nuevos Procesos de Producción" y está dotada con 1.300 millones de euros en el periodo 2003-2006"

EUA Creó la NNI (National Nanotechnology Initiative) que investiga los fenómenos a nanoescala y facilita la transferencia de tecnología.



EN MÉXICO EXISTEN ALGUNAS INSTITUCIONES QUE HACEN INVESTIGACIÓN SOBRE NANOTECNOLOGÍA COMO:

IPICYT: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. CONACYT. SLP.
<http://www.ipicyt.edu.mx>

FATA: Física Aplicada y Tecnología Avanzada. UNAM. Juriquilla, Qro.
<http://www.fata.unam.mx>

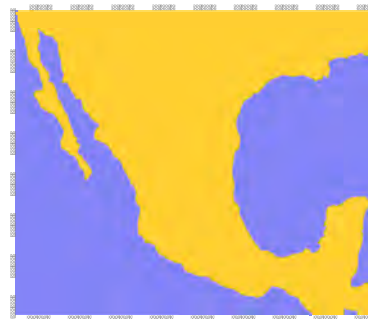
IFUNAM: Instituto de Física. UNAM. México, D.F.
<http://www.fisica.unam.mx>

REGINA: Red de Grupos de Investigación en Nanotecnología. UNAM. México, D.F.
<http://www.nano.unam.mx>

IIM: Instituto de Investigaciones de Materiales. UNAM. México, D.F.
<http://132.248.12.175/espa/index.htm>

CCADET: Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico. UNAM. México, D.F.
<http://www.cinstrum.unam.mx>

CINVESTAV: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. IPN. México; D.F.
<http://www.cinvestav.mx>



Directorio de Investigadores

Dr. Cecilia Noguez: Encargada del Programa REGINA – IFUNAM (Red de Grupos de Investigación en Nanociencias), Departamento de Nanotecnología. IFUNAM.
cecilia@fisica.unam.mx

Dr. Manuel Castaño: Director del FATA. Desarrollando aplicaciones de Nanotecnología. Investigador con mayor número de nanoproductos en el mercado en México.
meneses@servidor.unam.mx

Drs. Mauricio y Humberto Terrones Maldonado:

Mauricio y Humberto Terrones trabajan en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, donde Humberto dirige el Departamento de Materiales Avanzados y Mauricio el nuevo Centro Nacional de Caracterización de Materiales Nanoestructurados. Pioneros de la nanociencia del carbono en México, los hermanos Terrones se dedican al desarrollo teórico y experimental de nuevas nanoestructuras.
mterrones@ipicyt.edu.mx

Dr. Antonio Sánchez: Sección de Polímeros IIM. Actualmente investigando sobre nanopolímeros.

Dr. Isaac Hernández Calderón: Investigador del Departamento de Física del CINVESTAV, enfocado mayormente en nanodiodos de luz.

Dr. José Saniger: Jefe del Laboratorio de Materiales y Sensores del CCADET.
jsaniger@yahoo.com

LA NANOTECNOLOGÍA PUEDE SER LIMPIA, EFICIENTE Y BARATA.

Puede ser limpia porque su procedimiento básico controlará todos los cambios hechos en cada molécula que se maneje. La industria de hoy carece de este control, por lo cual los productos tienen errores en su estructura. También se pueden transformar materiales peligrosos en materiales inofensivos.

Requiere menos energía porque para manipular y acomodar moléculas con sistemas mecánicos no se necesita gran cantidad de energía. Los productos hechos con esta técnica contienen mucho menos materia que los convencionales.

Es barata porque usa menor cantidad de material, poca energía, bajos costos ambientales, poco espacio físico y menos mano de obra. La inversión no será cara porque los sistemas de fabricación molecular podrán ser usados para crear más fábricas moleculares. La mayor parte de los productos como: computadoras, celdas solares, automóviles, equipo médico, etc., pueden estar hechos con elementos muy abundantes como el carbón, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, silicón, aluminio, etc.

ÉTICA

Un avance tan grande como este, dará también la oportunidad y el potencial para lograr enormes abusos y desorganización. Muchas de las razones para examinar la Nanotecnología, están relacionadas con permitir mejores decisiones para el futuro de la misma.

Dstrucción de agentes patógenos y células cancerígenas: Los sistemas naturales del cuerpo, demuestran que existen dispositivos con características de variada índole que localizan y actúan contra enfermedades. La fabricación molecular permitirá la construcción de una amplia gama de dispositivos con estas características y algunas nuevas, que permitirán atacar con mayor precisión a cualquier agente dañino dentro del cuerpo.

Mayor poder militar: Los avances esperados en cómputo, materiales y producción parecen ser suficientemente importantes como para permitir desarrollos militares que superarían por mucho la fuerza de las tecnologías actuales.

Por estas visiones tan antagónicas, en EUA existen los premios monetarios de "The National Science Foundation" que consisten en de 1 millón de dólares cada uno para estudiar las implicaciones sociales de la Nanotecnología exclusivamente.



¿La Nanotecnología tiene algo que ver con el Diseño Industrial o viceversa?

-Hasta este punto de la investigación: SI

Podemos decir que la Nanotecnología es:

El arte de manipular materiales en una escala atómica o molecular especialmente para construir dispositivos microscópicos.

¿Un diseñador industrial puede hacer investigación nanotecnológica?

-No, un diseñador industrial puede hacer investigación de las posibles aplicaciones de la Nanotecnología en esta disciplina.

-Muchos descubrimientos contribuyen a que la nanociencia emerja, como los nuevos microscopios que han sido construidos para poder manipular átomos. Esto permite imaginar la creación de objetos de escala nanométrica.

¿Qué es un material manipulado atómicamente o nanométricamente?

-Es un material como el que conocemos, pero con sus cualidades optimizadas. Por ejemplo, un plástico que puede conducir la electricidad, pero también puede ser inyectado, termoformado, etc.

¿Con avances en esta manipulación de materiales se podrán diseñar las propiedades que se requieran a escala nanométrica?.

Sí, pero actualmente es incosteable.

Muchas aplicaciones de la nanotecnología han estado en el mercado como aditivos para pantallas solares, compuestos en raquetas de tenis, compuestos en llantas y carrocería de automóviles, etc.

¿Cuándo empezó la nanotecnología a influir en el mejoramiento de materiales?

Posiblemente hace cientos de años pues, como ya se expuso al principio, los Chinos mejoraban las cualidades de la cerámica a través de la orina o cuando los Mayas pintaban sobre piedra agregando substancias que hicieron que perduraran hasta nuestros días.

¿Porqué se habla de una nueva revolución industrial, si desde hace cientos de años se utiliza?

-Existe una gran diferencia entre hacer algo y saber lo que se hace. Actualmente se sabe porqué suceden muchas de las cosas a nivel nanométrico gracias a los potentes microscopios electrónicos. Se está sustituyendo la suerte o la casualidad para mejorar las características de un material por la capacidad de controlar el diseño de estos nuevos materiales según necesidades específicas.

¿Qué otro aspecto de la Nanotecnología se puede mencionar?

Paralelo al avance tecnológico, se crean nuevos nichos profesionales, es decir, se necesitan nuevos especialistas para afrontar estos avances.

CONCLUSIONES

- La más importante revolución tecnológica actualmente se llama Nanotecnología.
- Los nuevos microscopios de electrones dan paso a la Nanociencia ya que funcionan como los ojos del científico a nanoescala.
- La Nanotecnología repercute en el Diseño Industrial, a través de los nuevos materiales.
- El Diseñador Industrial debe estar actualizado en cuestiones tecnológicas para poder competir mundialmente.
- La ventaja más representativa de la nanociencia con respecto al pasado radica en poder manipular las características de los materiales.
- Lo más relevante de la Nanotecnología para el Diseñador Industrial son las aplicaciones en productos industriales.
- Actualmente hay más mercadotecnia sobre nanotecnología que resultados públicos.
- La mayoría de las aplicaciones se mantienen en secreto por ser proyectos privados.
- En México no existe una institución que recopile la información sobre avances en esta ciencia y ponerla al alcance del público.
- Los mayores avances están en países como EU, Suecia, Suiza, Japón, etc.
- La nanotecnología ha existido desde hace cientos o miles de años, con la diferencia de que no se podía ver lo que se hacía.
- En los 60's se crea el término Nanotecnología.
- En el corto plazo la NT mejorará ciertas limitaciones de las tecnologías actuales.

- Tiene el potencial de lograr altos grados de miniaturización que se puede reflejar en el peso del producto.
- Debido al poco tiempo que se lleva investigando sobre esta tecnología, existen altas posibilidades de encontrar nuevos efectos radicales a cada paso.
- Existe una falta total de comunicación entre investigadores y diseñadores en México.
- Bajo número de patentes y falta de inversión por parte de empresas en proyectos de investigación.
- Búsqueda del beneficio a corto plazo por parte de los empresarios.
- Invertir en investigación a largo plazo ha convertido en líderes a compañías como BASF, Pfizer, Toyota, HP, Nike, Adidas, Philips, Samsung, etc.
- Para crear esta mentalidad de transferencia es necesario realizar un gran esfuerzo no sólo económico sino también de gestión.
- El concepto nano está creciendo día con día dejando de ser un término de moda para convertirse en el nuevo prefijo del siglo XXI.
- De 1600 productos que se desarrollan, salen al mercado sólo 12.

Institutos

IPICYT:	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. El Instituto de investigación interdisciplinario dedicado al estudio de problemas estratégicos para el desarrollo de la región. Director: Dr. José Luis Morán-López. SLP. CONACYT.
FATA:	Física Aplicada y Tecnología Avanzada. Juriquilla, Qro. UNAM.
IFUNAM:	Instituto de Física de la UNAM.
IIM:	Instituto de Investigaciones de Materiales UNAM.
CCADET:	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico.

Investigadores

Dr. Cecilia Noguez:	Encargada del programa REGINA – IFUNAM, departamento de nanotecnología IFUNAM.
Dr. Manuel Castaño	Director del FATA. Desarrollando aplicaciones de Nanotecnología.
Dr. Humberto Terrones Maldonado:	Licenciatura en Ingeniería Física, Doctorado en Birkbek College en la Universidad de Londres y Postdoctorado en la Universidad de Cambridge Inglaterra. A partir de Abril del 2001 se incorporó al IPICYT como investigador titular "C".
Dr. Mauricio Terrones Maldonado:	Licenciatura en Ingeniería Física, Doctorado en la Universidad de Sussex, Inglaterra y Postdoctorado en la Universidad de Sussex, Inglaterra y Santa Barbara, en EUA.
Dr. Antonio Sánchez:	Sección de polímeros IIM. Actualmente investigando sobre nanopolímeros.

Sitios de Internet

www.nanodynamics.com	Sitio con nanomateriales y aplicaciones.
www.nanospain.net	Sitio de la red española de nanotecnología.
www.nanotechweb.org	Noticias sobre nanotecnología a un nivel más técnico y preciso.
www.nano.gov	Principal sitio de internet de Norteamérica formado por más de 15 agencias y departamentos federales.
Nanothinc:	Es el principal proveedor de información basada en nanotecnología, servicios y productos de internet.

Despachos de Diseño

IDEO:	Uno de los despachos de Diseño Industrial más innovadores en EUA.
--------------	---

Libros, Revistas y Publicaciones

Cómo buscar en internet

Tests	Julián Güitron Fuentevilla .
Metodología.	Lebedinsky, Mauricio. Segunda Edición, México. 1983.
Máquinas de Creación	Drexler, Eric, segunda Edición. USA 1985
Nanotecnología.	Revista mensual del Instituto Americano de Física. NY USA.
MIT Sloan Management Review	Revista del Instituto Tecnológico de Massachussets.
VISIONS	Michio Kaku.
The Art of Innovation	Tom Kelley.
Nanotubos de Carbono	Humberto y Mauricio Terrones Maldonado.
Nanotechnology	Mark Ratner, Daniel Ratner
"A gentle introduction to de next big idea"	

Bibliografía complementaria

SCIENCE OF FULLERENES AND CARBON NANOTUBES. M. S. Dresselhaus, G. Dresselhaus y P. C. Eklund. Academic Press; San Diego, 1996.

NANOTUBES: A REVOLUTION IN MATERIAL SCIENCE AND ELECTRONICS. M. Terrones, W. K. Hsu, H. W. Kroto, D. R. M. Walton, en *Fullerenes and Related Structures*, Topics in Chemistry Series, dirigido por A. Hirsch, vol. 199, págs. 189-234. Springer-Verlag, 1998.

ADVANCES IN THE CREATION OF FILLED NANOTUBES AND NOVEL NANOWIRES. M. Terrones, N. Grobert, W. K. Hsu, Y. Q. Zhu, W. B. Hu, H. Terrones, J. P. Hare, H. W. Kroto, D. R. M. Walton, en *Materials Research Society Bulletin*, vol. 24, págs. 43-49; 1999.

SCIENCE AND TECHNOLOGY OF THE XXI CENTURY: SYNTHESIS, PROPERTIES AND APPLICATIONS OF CARBON

NANOTUBES. M. Terrones, en *Annual Reviews of Materials Research*, vol. 33, pág. 419; 2003.

NATURE MATERIALS. Revista publicada en Noviembre 28, 2004.

APPLIED PHYSICS LETTER.. Revista donde Yang Wang del Colegio Universitario de Boston, USA, publicó información sobre nanotubos receptores y almacenadores de energía.