

Internet Electronic Journal*

Nanociencia et Moletrónica

Diciembre 2006, Vol. 4, N°3, pp. 873-888

Nanociencia y Nanotecnología 'mas allá y mas acá' Un breve repaso en tiempo

A.F.K. Zehe

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
e-mail: azehe@puebla.megared.net.mx

recibido: 29 de Octubre 2006

revisado: 30 de Octubre 2006

publicado: 15 de Noviembre de 2006

Citation of the article:

A.F.K. Zehe, Nanociencia y Nanotecnología 'mas allá y mas acá': Un breve repaso en tiempo, Internet Electrón. J. Nanocs. Moletrón. 2006, Vol. 4, N° 3.pp. 873-888

copyright © BUAP 2006

<http://www.revista-nanociencia.ece.buap.mx>

Nanociencia y Nanotecnología 'mas allá y mas acá': Un breve repaso en tiempo

A.F.K. Zehe

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
e-mail: azehe@puebla.megared.net.mx

recibido: 29 de Octubre 2006

revisado: 30 de Octubre 2006

publicado: 15 de Noviembre de 2006

Internet Electron. J. Nanoc. Moletrón. 2006, Vol. 4, No.3, pags 873-888

Resumen

El inicio de la nanotecnología como primera revolución del siglo 21 es resultado de avances previos no solamente en una sino en diferentes ramas del saber, de las que destacan la Física de Estado Sólido, la Química y la Biología. Observando las dimensiones geométricas de los objetos en estudio sobre el eje de tiempo, son estas tres ramas las que al inicio del actual siglo se están uniendo en la escala de los nanómetros, borrando sus fronteras.

El presente artículo hace un repaso en tiempo de los mas destacados logros científicos teóricos y experimentales, alcanzados en los laboratorios del mundo ('mas allá'), que fueron prerrequisito y contenido de la nanotecnología en su salto a la calidad de tecnología clave sin igual. Tal relación no puede ser completo, pero da los pasos y etapas mas importantes, si bien en una vista subjetiva.

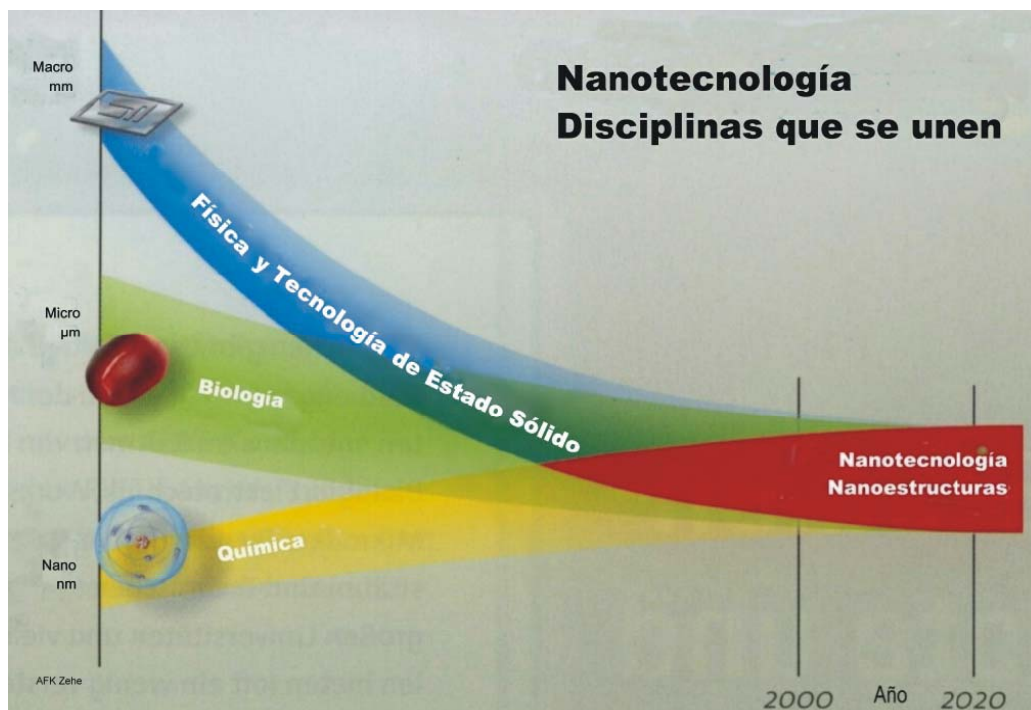
Varios centros científicos de nuestro país participaron en los desarrollos internacionales, que llevaron a la nanotecnología, desde muy temprano. Caracterizamos en este estudio las raíces y las etapas, y citamos los protagonistas con sus resultados concretos solamente en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla ('mas acá'). Es indispensable además obviar, que los logros y resultados alcanzados (y los no alcanzados) llevan una firme relación con las condiciones, en que los investigadores realizan su trabajo. Los tiempos dorados de un rector L.R. Terrazas (1976) se contrastan con la falta de interés (2001), la ignorancia en captar la importancia de una rama novedosa (2002), e incluso la perturbación maliciosa (2003) del trabajo académico por parte de segmentos de administraciones universitarias. Han tenido su efecto negativo en causar retraso, mas no han podido frenar el progreso. La nanotecnología en la BUAP nació a la par con los desarrollos internacionales. La diferencia consiste en los enormes inversiones materiales 'mas allá', y los completamente insuficientes apoyos financieros y administrativos 'mas acá' hasta los años muy recientes. Hay claros signos y hechos alentadores, que el compromiso del actual rector E. Agüero no es solamente de palabra. Deja esperar los avances en investigación dentro de la universidad, que el desarrollo internacional de la rama demanda.

1. Introducción

Si queremos considerar al Ser Humano una nanomáquina gigantesca, encontramos la justificación en el hecho, que 3.5 mil millones de años atrás la naturaleza puso en marcha las primeras nanomáquinas sencillas en forma de células primitivas, que desde entonces y con la fuerza de la evolución han transmitido su plan de construcción siempre mas refinado a través del ADN, de generación a generación. Hoy el ser humano pretende decifrar su plan de construcción en detalle,- uno de los grandes retos de las nanociencias con consecuencias difícilmente imaginables.

El primer 'investigador en nanociencias' fue posiblemente el filósofo griego Demokrit 2400 años atrás, que acuñó el nombre átomo para las partes (segun él) mas pequeñas e indivisibles de la materia. Desde entonces un sin número de investigadores geniales entre Biólogos, Químicos, Matemáticos, Ingenieros y Físicos han encontrado resultados claves y ámplios caminos en el estudio del Universo,- entre ellos Albert Einstein, quien calculó ya hace 100 años (1905) en su Tesis de Doctorado el diámetro de la molécula del azucar.

Inició el gran tiempo de la investigación experimental y teórica del cosmos cuántico (la Mecánica Cuántica, la Química Cuántica), de las Biomoléculas, de los Genes y del ADN.



2. Los pilares en secuencia cronológica con horizonte global



Max Planck
1858 - 1947
Premio Nobel 1918

Albert Einstein
1879 - 1955
Premio Nobel 1921

1900 Max Planck introduce el famoso '*Wirkungsquantum h*', la tal llamada CONSTANTE DE PLANCK, y da inicio a la Física Moderna y la Mecánica Cuántica. Planck se había dedicado al tema de la energía de radiación, intentando explicar la ausencia de lo que era conocido como la 'catástrofe ultravioleta'. La Constante de Planck tiene un valor aproximado de $h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{ Js}$ y completa la serie de las constantes atómicas fundamentales.

1905 Albert Einstein logra interpretar el EFECTO FOTOELÉCTRICO en base a la Constante de Planck. Postula el dualismo onda-partícula de la radiación electromagnética e introduce el concepto de fotón como partícula de la luz. Esta interpretación le gana el Premio Nobel en 1921.

1913 Niels Bohr publica su MODELO DEL ATOMO, que deja atrás la validez ilimitada de la mecánica clásica. Rompe con la lema de la mecánica Newtoniana: *natura non facit saltus* (la naturaleza no hace brincos). Este modelo es estrictamente un modelo del átomo de Hidrógeno. De acuerdo a esto, el átomo propuesto por Niels Bohr consiste en un núcleo de Hidrógeno alrededor del cual gira en órbitas circulares un electrón, ocupando la órbita permitida de menor energía. A pesar de ser un modelo hoy obsoleto, es la percepción más común del átomo.

1925 Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, Paul Dirac y Max Born formulan la *Quantentheorie*, la TEORÍA CUÁNTICA.

1926 Julius Lilienfeld inventa y patenta el TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO (FET). Este principio de transistor se convirtió mas tarde Caballo de Batalla de la computadora moderna. El transistor *bipolar* fue patentado hasta 1948 (erroneamente considerado como invento del transistor como tal) y realizado como prototipo gracias a los avances de la tecnología de materiales, por Shockley, Bardeen y Brattain.

1927 Paul Dirac da una interpretación cuántica de la Emisión Estimulada. La historia del láser se remonta al año de 1916, cuando Albert Einstein estudió y predijo el fenómeno de emisión estimulada en los átomos.

1931 Ernst Ruska y Max Knoll inventan el MICROSCOPIO ELECTRÓNICO. El microscopio electrónico utiliza electrones para iluminar un objeto. Un sistema de alto vacío es por tanto una parte relevante para su funcionamiento.

1936 Konrad Zuse construye la primera COMPUTADORA BINARIA DIGITAL (Z1). Tardará 60 años mas hasta el descubrimiento del principio de operación de una Computadora Cuántica.

1953 James Watson y Francis Crick publican la ESTRUCTURA DEL ADN (DNA-DesoxyriboNucleic Acid), la Molécula de la Vida. La estructura del ADN es una pareja de largas cadenas de nucleótidos. La estructura de doble hélice del ADN fue lo esencial del descubrimiento.

1958 Construcción del primer CIRCUITO INTEGRADO (IC) por Jack Kilby y Robert Noyce. Un circuito integrado es una pastilla (o "chip") muy delgada en la que se encuentran hoy día millones de dispositivos electrónicos interconectados.



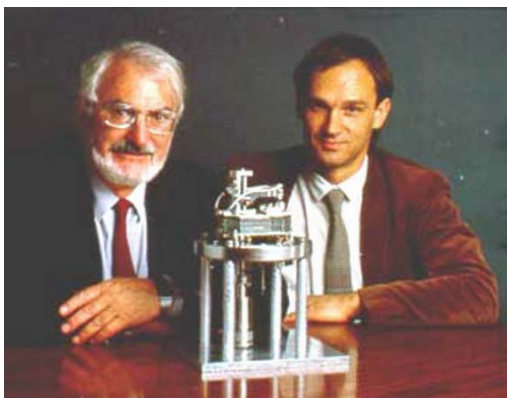
1959 Richard Feynman presenta su famosa plática "THERE'S PLENTY OF ROOM AT THE BOTTOM" ('Hay mucho espacio en el fondo') refiriéndose a las posibilidades increíbles de la miniaturización.
<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>

1961 Se patenta el Diodo Fotoluminiscente (LED) por Bob Biard y Gary Pittman, y el LASER Semiconductor (IBM, GE)

1962 Brian David Josephson propone una estructura base de dispositivos crionoelectrónicos (circuitos cuantomecánicos), que llevan su nombre como JOSEPHSON JUNCTION.

1968 Alfred Cho y John Arthur inventan el proceso tecnológico de la EPITAXIA POR HACES MOLECULARES (MBE-Molecular Beam Epitaxy), que permite el crecimiento controlado de monocapas cristalinas sobre obleas.

1969 Leo Esaki propone y construye POZOS CUÁNTICOS y SUPERREDES en semiconductores y da inicio a la microelectrónica cuántica. Años mas tarde (1986) se fabrica los puntos cuánticos y los alambres cuánticos.



1981 El suizo Heinrich Rohrer y el alemán Gerd Binnig inventan el Rastertunnelmikroskop (STM-MICROSCOPIO DE ESCANEEO POR TUNELAMIENTO) y realizan sus primeras 'observaciones' de átomos. Inicia la nanotecnología con una herramienta auténtica.

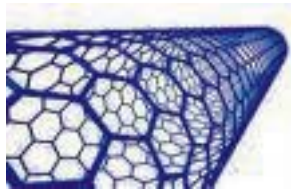
1985 Harry Kroto, Richard Smalley y Richard Curl descubren la tercera modificación del Carbono (después del grafito y del diamante), una macromolécula de 60 átomos y un diámetro de aprox. 1 nm, el C₆₀ nombrado Fulleren (‘Buckminster Fulleren’, o bien Buckyball).

1986 Gerd Binnig, Christoph Gerber y Calvin Quate construyen el primer *Kraftmikroskop* (AFM), el MICROSCOPIO DE FUERZA ATÓMICA.

1986 Estudio de NANOPARTICULAS, que son más grandes que los átomos y las moléculas. No obedecen a la química cuántica, ni a las leyes de la física clásica, poseyendo características propias.

1986 Se encuentra PUNTOS CUÁNTICOS, los quantum dots, por casualidad en un experimento de crecimiento epitaxial mal realizado (!).

1986 Eric Drexler publica su libro “Engines of Creation”, donde postula una NANOTECNOLOGÍA MOLECULAR



1991 Sumio Iijima descubre los NANOTUBITOS de Carbono (CNT’s), macromoléculas largas con un diámetro de aprox. 1.3 nm.

1994 Leonard Adleman presenta el primer prototipo de una BIOCMPUTADORA (Computadora ADN). Sugirió que el ADN podría ser usado para resolver problemas matemáticos complejos. Soluciona con éxito el problema hamiltoniano de la trayectoria (entre 20 sitios).

1994 Peter Shor inventa el primer algoritmo para una COMPUTADORA CUÁNTICA, que es un dispositivo, en que datos en una red de sistemas cuantomecánicos de dos niveles (qubits) pueden ser almacenados y procesados.

1994 Dieter Bimberg construye el primer LASER de PUNTOS CUÁNTICOS

1997 Wilhelm Bartlott descubre y patenta el Efecto LOTUS, que consiste en una combinación de superhidrofobia y autolimpieza en base a SUPERFICIES NANOESTRUCTURADOS. Cientos de nuevos productos, utilizando el efecto LOTUS ya entraron al mercado.

1998 Nace el TRANSISTOR con NANOTUBITOS (CN-FET), ideado por Cees Dekker

1999 James Tour y Mark Reed demuestran la operación de un TRANSISTOR DE UN SOLO ELECTRÓN (SET-single electron transistor)

2000 Don Eigler construye un ESPEJO CUANTICO: Un átomo magnético en el punto focal de un anillo elíptico de átomos genera una imagen espejo del mismo átomo en el segundo punto focal.

2001 Los primeros CIRCUITOS MOLECULARES surgen en varios laboratorios a nivel mundial. Florian Bamberg logra unir por soldar dos nanotubitos con un haz de electrones.

2003 Aparece el primer CIRCUITO INTEGRADO EN BASE A NANOTUBITOS

2005 Rainer Blatt alcanza la generación de 1 QuByte en una COMPUTADORA CUÁNTICA.

2005 Primeramente se logra transportar (no solamente desplazar) átomos con la ayuda de un STM.

Propiedades eléctricas de nanotubitos de carbono son estudiados con progresivo interés.

2006 Máquinas moleculares, nanobiosensores y biochips, transistores de un solo átomo, robots diminutos, células artificiales, y también la comprensión y realización de procesos de interés industrial, como la catálisis o los recubrimientos, son algunas de las promesas de la NANOTECNOLOGÍA y NANOBIOLOGÍA. Se fortalece la NANOBIONICA, que es la preparación y aplicación técnica de moléculas biológicas funcionales, tanto como la NANOMEDICINA con sus enormes aplicaciones de resultados nanobiotecnológicas.

3. La rama de investigación en nanotecnología y nanotrónica 'mas acá': Sus raíces, aportes y protagonistas en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

La fundación de la nueva rama de NANOBIOLOGIA, en particular de la NANO-ELECTRONICA A ESCALA MOLECULAR junto con la BIONICA, puede considerarse sin duda una Piedra Miliar en el largo camino recorrido de desarrollo de la investigación científica en las áreas de la Física y Química de Materiales para la Optoelectrónica y la Microelectrónica.

La investigación experimental en estas disciplinas impactantes al avance científico-tecnológico inició en la Universidad Autónoma de Puebla hasta el año 1976 con el Proyecto para las Líneas de Investigación de largo aliento en Materiales Avanzados de

la Micro- y Optoelectrónica, y la Fundación del Laboratorio de Física de Estado Sólido (LAFIESO) dentro del Departamento de Física (teórica) en el ICUAP ^{{1};{2}}.



Durante los 30 años pasados surgieron resultados considerables, unos de caracter destacado y patentado con un impacto en el ámbito tecnológico internacional, otros como fulminante inicial para un fructífero desenvolvimiento de la comunidad científica universitaria en la rama de las ciencias naturales, tomando como ejemplo solamente la fundación del primer Posgrado en la UAP en 1978 y la destacada participación de sus primeros Maestros en Ciencias en el quehacer universitario hasta hoy día.

La relación de eventos y productos académicos que aquí sigue se orienta principalmente en dicha Línea de Investigación en Materiales Avanzados de la Micro- y Optoelectrónica, pasando por la Nanoelectrónica (Microelectrónica Cuántica, Crionanoelectrónica) y llegando finalmente a temas de la emergente NANOTECNOLOGIA con una de sus columnas pilares dominantes, la Nanoelectrónica a Escala Molecular, o bien la tal definida NANOTRONICA con fuertes ligas a la NANOBIOLOGIA y NANOBIONICA (incl. Nanorrobótica).

La formación de los primeros dos Maestros en Ciencias en la rama de la NANOBIONICA en 2005 es tan significativa para el desarrollo de la nueva rama de la NANOTRONICA en la BUAP, como fueron los primeros cinco Maestros en Ciencias en la rama de la Física de Estado Sólido y Optoelectrónica 25 años atrás en 1980.

La siguiente cronología de eventos y logros, publicaciones y patentes selectas en el recorrido a la Nanotecnología, la Nanotrónica y la Biónica tiene su fundamento en el año 1976 con el Proyecto General de Investigación experimental y teórica sobre Física y Química de Estado Sólido, los Materiales Avanzados de la Optoelectrónica y la Microelectrónica y las Técnicas sofisticadas de experimentación en el primer Laboratorio de Física de Estado Sólido (LAFIESO) en la entonces UAP.

El avance de la microelectrónica medido por estructuras geométricas siempre mas pequeñas llevaba alrededor de 1988 a tamaños característicos abajo de 1 micrómetro. Tecnicamente se convirtió la microelectrónica en nanoelectrónica, sin embargo no es Nanotecnología, que abarca el proceso de fabricación de esta microelectrónica a escala de cientos de nanómetros. Nanotecnología implica en primer lugar la escala atómica y los nuevos fenómenos físicos, que ocurren en el mundo cuántico.

Hacemos por eso en la cronología un brinco desde el fundamento construido en 1976 al primer piso de la edificación académica, que alberga la Nanotecnología en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla alrededor de 1988:

1976 Inicio de la Investigación Experimental sobre la Física de Estado Sólido en la UAP con la fundación del LAFIESO dentro del Dpto. de Física del ICUAP. {1,2}

1978 Inicio del Primer Posgrado en la UAP (Física del Estado Sólido) y graduación de los primeros cinco M.enC. (1980) con un temario de la física de semiconductores, micro- y optoelectrónica. {1,2,16,17,18,19,20,21,22,34}

1988 Invento de la *daa delta-superred* para la Analítica a nivel atómico; {2}
1988 Publicación de "Silicon-Molecular Beam Epitaxy and Microelectronics" en: "Crystal Growth of Advanced Materials" World Scientific, 335 a 357, Singapore 1988 por autores de la BUAP {2}

1989 Proposición en la BUAP de un concepto novedoso con impacto en la futura Nanotecnología y Electrónica Molecular, la GROWING TREE EPITAXY (GTE); {2};
Publicación extensa de "Estructuras Mesoscópicas...", en: Cryst. Growth. and Charact. of Adv. Mat., pp 216...232 World Sci. Publishing Co., Singapore, New Jersey, London, Hong Kong 1988; APK (Publ. Acad. Sci.) Vol. 2, 60-150 (1989); {2}

1990 "Estructuras Nanométricas en Semiconductores" Proposición y Formulación de un Anteproyecto de Investigación del Depto. de Semiconductores del ICUAP, Universidad Autónoma de Puebla y CONACyT/SEP Puebla, México; {2, 24,25}

1990 NANOMETROLOGIA, publicación de "TEM investigations of MBE-grown CaF₂ strained layers"- La técnica MOIRÉ; phys. stat. sol. 119, 209 (1990); {2}

1990 NANOESTRUCTURAS MOLECULARES: "How to catch atomic clusters frozen into single crystals during growth" J. Molecular Structure 219, 25-30 (1990); {2}

1991 "Molecular Beam Heteroepitaxy" - un concepto de la Microelectrónica Tres-Dimensional (3D); en "Molecular Beam Epitaxy", Trans Tech Publications Ltd., ISBN 0-87849-614-9; Suiza 1991; {2}

1991 Invento con impacto en la NANOMETROLOGÍA: "The pair-doped delta-superlattice: An inner probe to measure monolayer doping fluctuations"; en: Molecular Beam Epitaxy", Trans Tech Publications Ltd., ISBN 0-87849-614-9; Suiza; {2}

1993 "Microelectrónica y Diseño de Circuitos Integrados" Diplomado creado en la BUAP{2,5,31,32,33}; avalado por la VIEP de la BUAP, 1993, y realizado a nivel internacional.

1993 Posgrado en OPTOELECTRÓNICA, fundado {2,10} para la anterior Escuela de Electrónica de la BUAP. El programa ya contiene temas de la Nanofotónica {2}

1994 "Concepto Físico de una Microelectrónica Cuántica y Tecnologías para su Realización", en "Microelectrónica y Diseño de Circuitos Integrados" pp. 49-138, IC-Tecnoplus, Dresden-Puebla 1994; {2}

1994 "NANOFISICA", Primera propuesta de un posgrado en la BUAP en Nanociencias y Nanotecnología por {2}. En: 'Tabla de Proyección de Posgrados de la FCFM'; quedó sin apoyo y realización.

1994 "Estructuras Nanométricas en la Microelectrónica" publicado en "Microelectrónica y Diseño de Circuitos Integrados" IC-Tecnoplus, Dresden-Puebla 1994; {2}

1996 Proyecto de Infraestructura (FCFM) " Bases Experimentales en el Posgrado (incl. Doctorado) de Optoelectrónica: Laboratorios de Fabricación y Caracterización de Dispositivos Micro-Optoelectrónicos", Proyección de la rama de NANOFOTÓNICA; {2}

1996 NANOCRIOELECTRONICA: Registro de Patentes TUNNELTRON[®]: Josephson Junction Array Device, and manufacture thereof. Por {2}; EP960111820.5 pp. 1-83, Patente Europea, BRUSELAS 1996

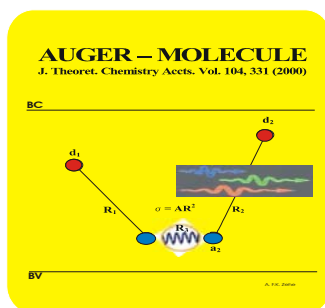
1997 "NANO Emitter/Detektor Bauelement für Submillimeterwellen-strahlung" {2} Patente: DE19961929831, ALEMANIA 1997

1997 "La Microelectrónica Cuántica"; {2} publicado en: "Microelectrónica y Diseño de CI's" pp.207-242, Editorial Universidad, págs. 207 a 242, Puebla

1998 "Heteroestructuras Epitaxiales de la Naneolectrónica"; Monografía {2,5} IC-Tecnoplus México-Alemania, vol. 5, 221 págs. ISBN: 968-7763-05-07, Dresden-Puebla

1999 "Microelectrónica"; Monografía {2} Editorial Universitaria BUAP, 528 págs., ISBN: 968-7763-05-01 Puebla

2000 "Transient excitation behavior of a *dda*-type AUGER molecule in a semiconductor host", Estructura con el potencial para la COMPUTACION CUÁNTICA; {2,5} Theoretical Chemistry Accounts, vol.104, 331 (2000)



2001 Proyecto Estratégico para el Desarrollo de la NANOTECNOLOGÍA en la BUAP, presentado por {2,5} ante la Rectoría de la BUAP (E. Doger); Quedó sin respuesta!

2002 Proyecto para la Transformación del Depto. de Microelectrónica del ICUAP en Depto. de NANOTECNOLOGÍA, presentado por {2,5} ante la Dirección del ICUAP (Dir.: L. Cedillo); Quedó sin respuesta!

2002 "MOLETRONICA: La Electrónica y Fotónica a Escala Molecular"; Tópicos de revisión para estudiantes y jóvenes investigadores elaborado por {2}; 110 pags, INTERNET e-publicación 2002, www.moletronica.buap.mx

2002 Propuesta de un POSGRADO INTERDISCIPLINARIO en la Rama de NANOBIOLOGIA, integrando FCE, FCC, Esc. Biología {2}

2002 Publicación de la monografía "Herramientas Analíticas de Interfases Sólidas", por {2} donde se describe métodos para la nanotecnología. Editorial LIBRIS, www.bol.de, ISBN 3-8311-3262-3, Norderstedt 2002

2002 El Proyecto de Investigación "Estudio de Efectos de Polarización eléctrica en Materiales de la Bioelectrónica" {2,5} avalado por Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la BUAP

2002 El Proyecto de Investigación "Estudio del Mecanismo de Transporte Eléctrico en Conductores Lineales Moleculares para la Nanoelectrónica" {2,4,5,6} apoyado por Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de la BUAP

2002 El Proyecto INAUGURAL de Bases científico-tecnológicas para un Posgrado en NANOTRÓNICA, elaborado para y presentado ante la Dirección de la FCE por {2}

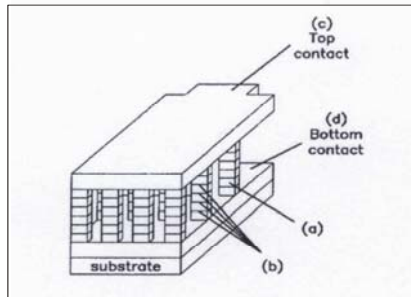
2003 NANOTRON²⁰⁰³, Primer Foro de Investigación en Nanotecnología surgido en la BUAP, fundado y organizado por {2,5} www.nanotron.ece.buap.mx, Siguen NANOTRON²⁰⁰⁴; NANOTRON²⁰⁰⁵; NANOTRON²⁰⁰⁶;

2003 Separación de los responsables del Proyecto "NANOBIOELECTRÓNICA" {2,5} de sus laboratorios por iniciativa del director del ICUAP (TorresJácome), causando un retraso de dos años en el avance del proyecto. No existían necesidades ni razones académicas.

2003 "Nuevos Catalizadores NANO-estructurados..." publicado en NetM vol.1, n°1 2003 {7,29,30}; además:

Realización y presentación de veinte proyectos interdisciplinarios estudiantiles en la rama de NANOTECNOLOGÍA (FCE, FCFM, FCC, Esc. Biología, FIC) {2,5, 38-58}

2003 Fundación del CAMPUS VIRTUAL de Investigación en Nanociencias por {2} www.campusvirtual.ece.buap.mx, B. Universidad Autónoma de Puebla.



Josephson Junction Array Device

Tunneltron

A. Zehe, Mexico

U.S. Patent 6,348,699 B1

2003 "Josephson Junction Array Device", invento de un dispositivo de la crioNANOTRÓNICA {2}, que lleva su origen *Puebla* en la dirección del autor; US-Patent 6.348.699; Jap. Patent JP2000515322T

2003 Fundación en la BUAP del Internet Electronic Journal Nanociencia *et* Moletrónica (NefM) por {2} con colocación internacional www.revista-nanociencia.ece.buap.mx. Es la primera revista de investigación en México (y Latinoamérica) que se dedica expresamente a las nanotecnologías. Hasta la fecha aparecieron Vol. 1, N° 1, 2 ; 2003. Vol. 2, N° 1, 2 ; 2004. Vol. 3, N° 1, 2 ; 2005. Vol. 4, N° 1, 2, 3 ; 2006.

2003 "Areas eléctricamente conductivas en nanosistemas de capas delgadas"; Concepto de una integración tres-dimensional en la nanoelectrónica. Patente de la BUAP; IMPI, PA/a/20000/004489, MEXICO {2,5}.

2003 "NanoTecnologías Interdisciplinarias"; Una Materia multidisciplinaria optativa para los estudiantes de la BUAP, elaborada y realizada por LabNanotrónica {2,5}

2004 "NANOBIOTECNOLOGIA de materiales basados en sistemas biológicos" N° SEP-2003-C02-45311" Proyecto de Infraestructura e Investigación Básica en la BUAP, otorgado y financiado por CONACyT/SEP (2004 a 2007) {2,5,12,15}

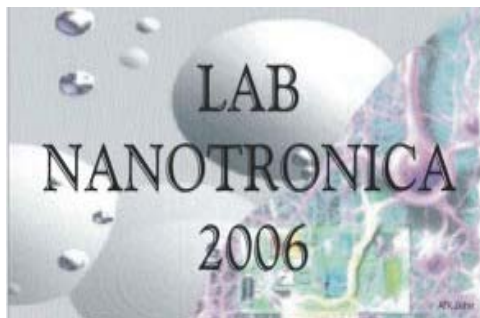
2004 "Molecular Wires in future Nanoelectronics Systems" y otras Publicaciones por autores de la BUAP {2,4,6} en la rama de NANOTRÓNICA, J. Molecular Structure (THEOCHEM), Vol.709, N°.1-3, pp. 215-222 (2004)

2004 "NANO-PATENTES" Antología sobre los avances de la nanotecnología a nivel internacional, 210 págs., FCE de la BUAP {2,5}

2004 Primeras Tesis de Maestría en NANOTRONICA (nanomáquinas) en la BUAP {13,14}, asesorados por Labnanotrónica {2,5}. Nace con las nanomáquinas propuestas en estas tesis la NANOBIÓNICA en la BUAP.

2005 Foro de Investigación NANOTRON²⁰⁰⁵ con ponencias magistrales en la rama de Nanotecnología {2,35,37}

2006 NANOBIOELECTRÓNICA "Manipulación controlada de biosistemas..." clave 50725 Proyecto de Infraestructura y Continuación en Investigación Básica, presentado ante CONACyT/SEP (2006 a 2008) por LabNanotrónica {2,5}



2006 Inauguración del nuevo Laboratorio experimental de NANOTRONICA en la FCE de la BUAP {2,3,5,12,26,27,28}

www.labnanotronica.ece.buap.mx

4. Protagonistas en la BUAP

- {1} Luís Rivera Terrazas[†] (Rector 1975-1981)
- {2} Alfred F.K. Zehe (Invest/Prof 1976 ...)
- {3} Enrique Agüera Ibañez (Rector 2004 ...)

- {4} Juan-Gerardo Robles[†]
- {5} Blanca Araceli Ramírez Solís;
- {6} Amparo Salmerón Valverde;
- {7} Grisel Corro;
- {8} Cesar Bautista Ramos;
- {9} Vladimir Serkin;
- {10} José-Guadalupe Vazquez
- {11} Ricardo Peña;
- {12} Jaime Cid Monjarás;
- {13} A. Sanchez;
- {14} M. Durán;
- {15} Tobías Rodríguez;
- {16} Apolonio Juárez Nuñez;
- {17} José de la Luz Martínez;
- {18} Miguel Gracia;
- {19} Gerardo Martínez;
- {20} Pedro-Hugo Hernández;
- {21} Alberto Mendoza;
- {22} Carlos Vazquez;
- {23} Hugo Navarro;
- {24} Juvencio-Monico Monroy;
- {25} Rodolfo Reyes;
- {26} Ricardo Mut;
- {27} Laura Ramírez Díaz;
- {28} Maria del Carmen Ramírez Díaz;
- {29} Odilón Vazquez;
- {30} Fortino Bañuelos;
- {31} Raúl Fournier[†];
- {32} Elsa Chavira;
- {33} A. Pedroza;
- {34} Rafael Baquero;
- {35} U. Pal;
- {36} R. Silva;
- {37} Jorge Ascencio;
- {38-58} Alumnos de la FCE, FCFM, FCC, FIQ, Esc.Biología;

5. Sitios web de interes para temas de nanotecnologia

INFORMACIONES CON RELACION ECONOMICA

<http://www.nanotech-now.com>

<http://www.nanoindustries.com>

<http://www.azonano.com>

BANCOS DE DATOS

<http://www.nanoword.net> (Enciclopedia)

<http://www.wtec.org/loyola/nano/links.htm> (Estudios)

<http://www.fda.gov/nanotechnology> (valores límite, alimentos, etc.)

<http://www.nobelprize.org> (todos los Premios NOBEL)

e-REVISTAS DE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA

<http://www.revista-nanociencia.ece.buap.mx>

<http://www.vjnano.org/nano>

<http://www.nanojournal.org>

<http://www.nanozine.com>

SITIOS REGIONALES

<http://www.cordis.eu/nanotechnology> (Unión Europea)

<http://www.biotech.de> (Alemania)

<http://www.nanobionet.de> (Alemania)

<http://www.enab.de> (Alemania)

<http://www.nanotechweb.org> (Inglaterra)

<http://www.nanoworld.jp> (Japón)

<http://www.apnf.org> (Asia-Pacífico)

<http://www.nano.gov>. (EEUU)

SITIOS TEMATICOS

<http://www.forsight.org>

<http://www.zyvex.com/nano>

<http://www.nanocomputer.org>

<http://www.iase.cc>

SITIOS CON RELACION A TEMAS DE NANOTECNOLOGIA DE LA BUAP

<http://www.labnanotronica.ece.buap.mx>

<http://www.moletronica.buap.mx>

<http://www.campusvirtual.ece.buap.mx>

<http://www.jovenescreativos.ece.buap.mx>

<http://exploracionensolidos.ece.buap.mx>

<http://www.historia-nanotecnologia.ece.buap.mx>

<http://www.cv-az.ece.buap.mx>

SITIOS CON TOPICOS VARIADOS

<http://www.nanoforum.org>

<http://www.nanoapex.com>

<http://www.crnano.org>

<http://www.pacificnanotech.com>

<http://www.asme.org>

<http://www.ianano.org>

<http://www.nnin.org>

<http://www.nanotechnology.net>

<http://www.nanotechnology.com>

<http://www.workinginnanotechnology.com>

GALERIA DE IMAGENES

<http://www.nanopictureoftheday.org>

<http://www.ipt.arc.nansa.gov/gallery.html>

