

Internet Electronic Journal*

Nanociencia et Moletrónica

Diciembre 2009, Vol. 7, N°2, pp. 1403 - 1432

La Sociedad del Conocimiento y los Retos de la Nanotecnología en la Investigación Universitaria

A.F.K. Zehe^{1,2}, A. Ramírez¹

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, **México**

²Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, **Perú**
azehe@puebla.megared.net.mx

recibido: 18.10.09

revisado: 16.11.09

publicado: 31.12.09

Citation of the article;

Alfred F.K. Zehe, La Sociedad del Conocimiento y los Retos de la Nanotecnología en la Investigación
Internet Electron J. Nanoc. Moletrón, 2009, Vol. 7, N°2, pp 1403-1432

Copyright © BUAP 2009

La Sociedad del Conocimiento y los retos de la Nanotecnología en la Investigación

A.F.K. Zehe^{1,2}, A. Ramírez¹

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, **México**

²Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, **Perú**
azehe@puebla.megared.net.mx

recibido: 18.10.09

revisado: 16.11.09

publicado: 31.12.09

Internet Electron. J. Nanoc. Moletrón., 2009, Vol. 7, N° 2, pp. 1403 – 1432

Indice

El Progreso Científico-Tecnológico sigue un patrón exponencial
La Nanociencia – Nanotecnología – Nanotróica
¿Con que objetivo se realiza y como se hace la investigación universitaria?
Investigación–Innovación: ¿Publicacion o Patente?
Unas consideraciones finales
Anexos

Prologo

El presente tema se desarrolló el día 29 de Octubre de 2009 en la Universidad Nacional Mayor San Marcos de Lima, Perú, sobre la base de una invitación oficial por parte de la Rectoría a participar en el foro "*San Marcos - Ciencia y Sociedad*", que se me extendieron como Profesor Honorario de esta gran *Alma Mater*. La acepté con gusto por considerar un honor en colaborar en un evento, que integra a tanto personal académico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, con la que he sostenido estrechos lazos ya durante varios años. Desde mi primer encuentro con Latinoamérica, -fue con el Chile de Allende en la Universidad de Chile 1973-, he sentido una gran admiración hacia esta Universidad San Marcos en Lima por saber aquí buenos amigos.

El tópico de esta ponencia tiene relevancia y actualidad también para la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por lo que se la presentó durante el Evento Anual NANOTRON²⁰⁰⁹.

Escogí el tema de la interrelación entre investigación científica en una rama emergente y la enseñanza universitaria para el bien de nuestros propios pueblos no solo porque cumplí en estos días 45 años de actividades universitarias prioritariamente dedicadas a la formación de jóvenes profesionistas universitarias, maestros y doctores en ciencias naturales, lo escogí también porque una gran parte de este tiempo he dedicado como 'Profesor con Cátedra' a la organización y realización de la investigación universitaria como parte íntima del proceso educativo, que implican las actividades de enseñanza e investigación como un solo bloque, imposible de separarlas sin el riesgo de causar daño a la imagen profesional de las generaciones de pasantes.

Pero lo escogí también por el siempre mas acelerado avance en las ciencias y las altas tecnologías con sus productos y posibilidades, que rodean nuestra vida cotidiana y que cambian, en una forma desconocida hasta ahora, el futuro cercano de la humanidad.

No es solo la innovación dentro de estas avanzadas tecnologías, si bien es clave – sino la socialización de la innovación lo que está ahora al alcance de casi todos solamente en los pocos países mas avanzados. ¿Y que con nosotros, que es que nos falta a forjar?

En esta nueva etapa en el desarrollo de la humanidad, la Sociedad del Conocimiento, la Sociedad del Saber, observamos y sentimos en carne propia la velocidad, con que se incorporan en tiempos siempre mas cortos nuevos conocimientos en los servicios, los procesos productivos industriales, pero también en la edificación del saber, que los universitarios tenemos el deseo y deber de conquistar diariamente. Ya no nos permite seguir en el estilo de trabajo y descansar en los logros del pasado. Si no aplicamos la lógica objetiva, veremos florecer a los mejores, -mas no a nosotros, filtrados por criterios puramente científicos. Es la responsabilidad de los académicos en nuestros países, jugar su papel con dedicación y entrega en conquistar los nuevos retos de esta época singular.

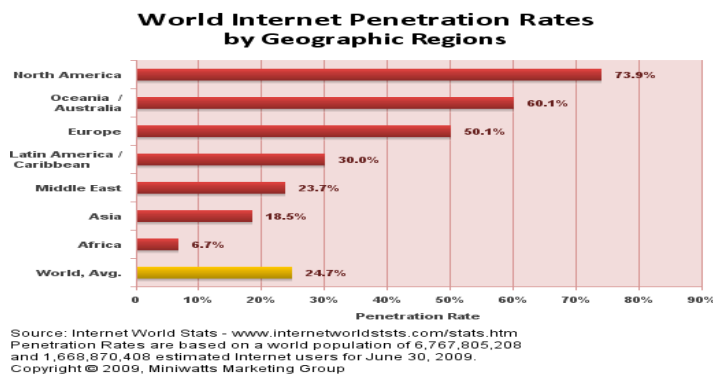
1. El progreso científico-tecnológico de nuestra época sigue un patrón exponencial

La era industrial, que acompañó la humanidad por casi dos siglos, llegó a su fin y concedió sus dominios a una sociedad denominada "Era de información, de conocimiento, del saber" (*no existe una definición inequívoca todavía*), cuyas características principales son la generación exponencial de conocimientos notable dentro de una sola vida humana, y la introducción de las tecnologías de información como herramienta de trabajo en todos los sectores.

Tecnologías Nuevas funcionan en el nivel macroeconómico como fuerza motriz del desarrollo económico y social; En la microeconomía de una empresa son arma en la competencia y un factor de éxito. Del nivel tecnológico de un Estado depende su potencial de competencia y participación en el mercado global. El desarrollo tecnológico se acelera continuamente. Es difícil imaginarse, - y tomar en cuenta en sus decisiones -, las consecuencias de un desarrollo tecnológico exponencial. Sin embargo, la velocidad actual de este desarrollo llegó a un punto, donde los siguientes 20 años producirán tanto avance, tanta novedad, como el completo siglo XX.

La Sociedad del Conocimiento o del Saber extiende sus raíces hasta los años ochenta, cuando la nueva potencia de las computadoras personales y el Internet iniciaron a ofrecer el acceso a crecientes cantidades de información. Me acuerdo en los años de mi primer doctorado a medianos de los sesenta, cuando en la biblioteca del Instituto de Física de la Universidad de Leipzig semanalmente se amontonaba una eminencia de revistas científicas de todo el mundo, que los académicos teníamos que revisar por artículos del área de nuestro trabajo de investigación, pedir reprints por correo común y esperar, que algún día, frecuentemente al paso de seis semanas, llegaron a nuestras manos. Todavía tengo miles de estos reprints en mi archivo muerto, que me recuerdan en esta forma específica de adquisición y actualización de conocimiento. Si hoy día se introduce por ejemplo la palabra '*optoelectrónica*' en una de las máquinas de búsqueda, aparecen en fracciones de un segundo arriba de un millón de artículos con inmediato acceso a sus contenidos.

El uso del INTERNET detallado por las diferentes regiones del mundo enseña, que Latinoamérica se encuentra en 2009 encima del valor promedio mundial, sin embargo, el valor para el continente africano ayuda en esta evaluación. El acceso a Internet se ha convertido ya en una poderosa causa de desigualdad.



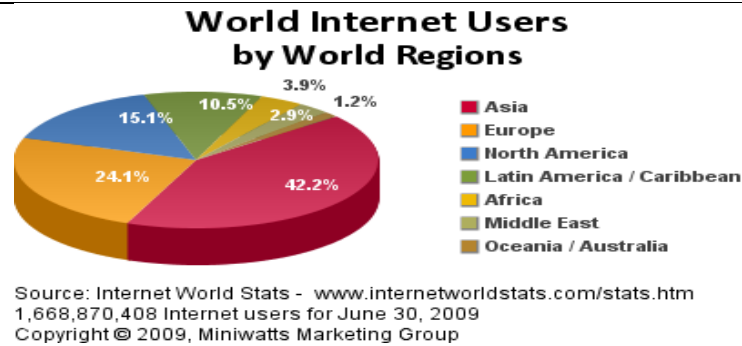


Fig.1.1: (a) Razón de introducción del Internet en las diferentes regiones geográficas del mundo y
(b) Usuarios del Internet en las diferentes regiones geográficas del mundo

En el momento actual el 20% de las personas más favorecidas acaparan el 93% del uso de Internet. Los universitarios prácticamente todos participamos en este grupo. Estamos desde este punto de vista mejor preparados para adaptarnos y contribuir a la nueva sociedad del conocimiento.

El avance científico-tecnológico de nuestra época sigue siendo un proceso con crecimiento exponencial. Se dice fácil, sin embargo viéndolo con números concretos, puede causar sorpresas, incluso desagradables.

Tomó muchos años para nuestros predecesores de hacer de la tecnología de afilar una piedra un conocimiento común. Durante el siglo 19 el progreso tecnológico fue igual a aquellos de los 10 siglos anteriores. Las primeras dos décadas del siglo 20 igualaron el progreso de todo el siglo 19. Hoy, progresos tecnológicos significativos tardan apenas unos pocos años: Hacer del Internet una tecnología de comunicación tardó menos que 10 años.

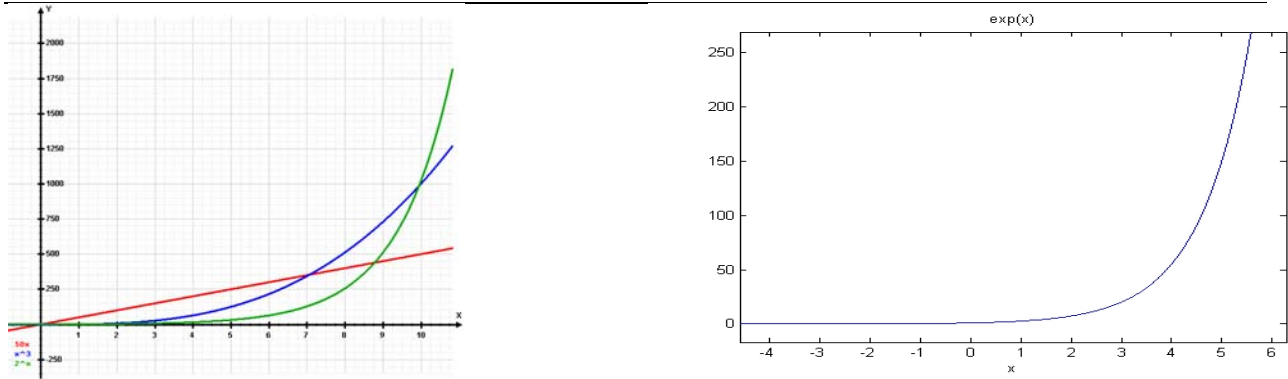


Fig.1.2: Gráfico de la función exponencial $\exp(x)$, que con crecientes números x en el exponente muestra una siempre mas pronunciada subida. Muchos procesos de la naturaleza muestran tal comportamiento. El término **crecimiento exponencial** se aplica generalmente a una magnitud M tal que su variación en el tiempo es proporcional a su valor, lo cual implica que crece muy rápidamente en el tiempo.

Si tomamos como ejemplo mas concreto la tal dicha *Ley de Moore*, una conclusión empírica acerca del grado de integración de componentes de memoria en un microchip desde el inicio de la microelectrónica, que predice, que cada dos años se duplica el número de transistores en un circuito integrado, reconocemos una progresión de crecimiento exponencial. En la misma forma han crecidos los recursos de la Red.

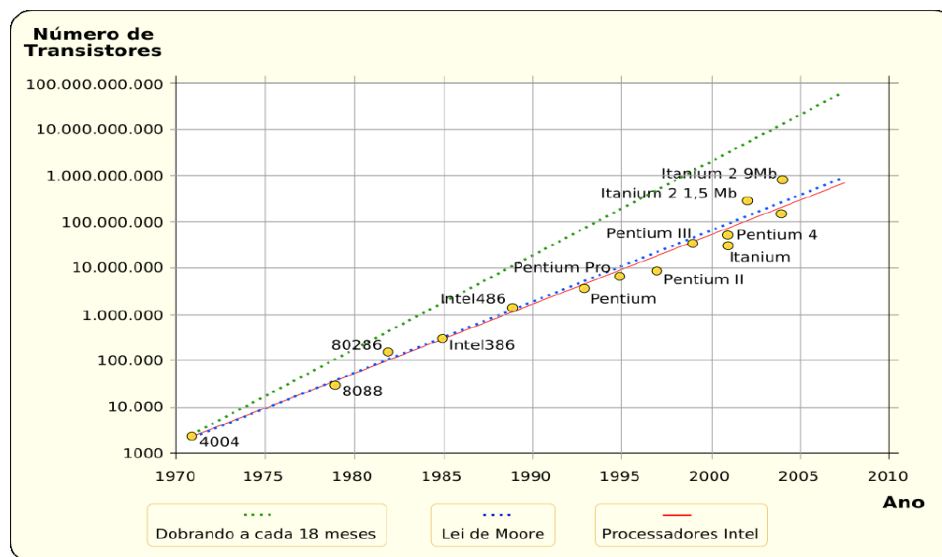


Fig. 1.3: Número de transistores integrados en los microcircuitos vs. el año de fabricación, que sigue un patrón exponencial. (imagen tomado de Wikipedia)

Para clarificar tal ley exponencial la comparamos con otra rama industrial: En 1978, un vuelo comercial entre Nueva York y Berlín costaba cerca de 900 dólares y tardaba 7 horas. Si se hubieran aplicado los mismos principios de la Ley de Moore a la industria de la aviación comercial de la misma forma que se han aplicado a la industria de los semiconductores desde 1978, ese vuelo habría costado cerca de un centavo de dólar y habría tardado menos de 1 segundo en realizarse.

Una forma rápida (y aproximada) de calcular el tiempo de duplicación (del número absoluto de innovaciones, de un depósito bancario a interés compuesto, o de una población biológica) en una función exponencial es aplicar la muy antigua "Regla del 70", que ya descubrió en la Edad Media el Monje Luca Pacioli, el sabio que inventó la contabilidad: $T(2) = 70/R\%$.

Si tenemos que el número de transistores en una memoria crece a una tasa de $R = 35\%$ anual, dividimos $70/35 = 2$ años. Es lo que predice la Ley de Moore: Cada dos años se duplica el número de transistores en un circuito integrado.

Depende naturalmente de las condiciones tecnológicas y naturales, si esta ley puede seguir así hasta por todos los tiempos. Obviamente no es el caso, dado que las dimensiones de las estructuras electrónicas alcanzan pronto dimensiones atómicas, donde su principio de operación es impedido por otros efectos, que antes no jugaron un papel.

Muy semejante se comporta un sinúmero de procesos. El ejemplo de publicaciones en revistas científicas es uno, el número de innovaciones, que vamos a ver mas adelante, es otro.

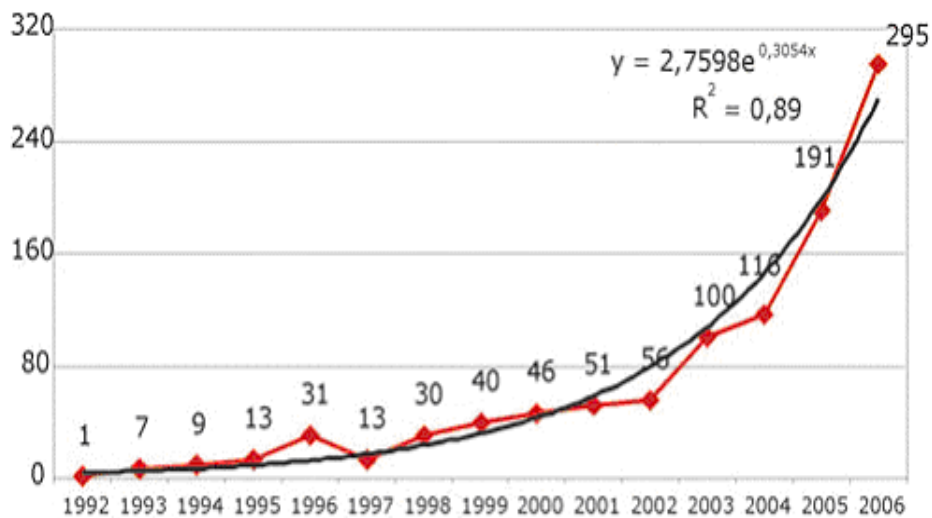


Fig. 1.4: Ejemplo Publicaciones: Comportamiento anual del número de publicaciones científicas en el mundo sobre biodiesel en revistas. Con un crecimiento de 30% anual, se dobla el número cada 2.3 años.

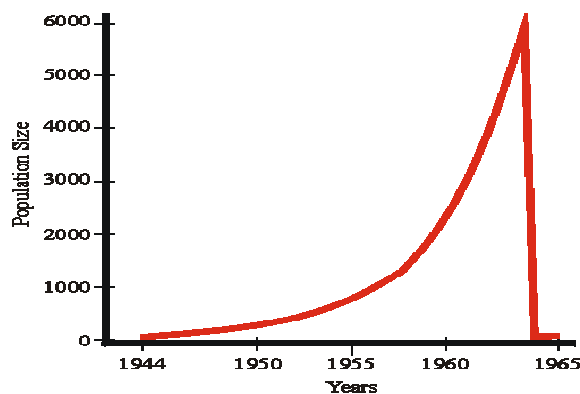
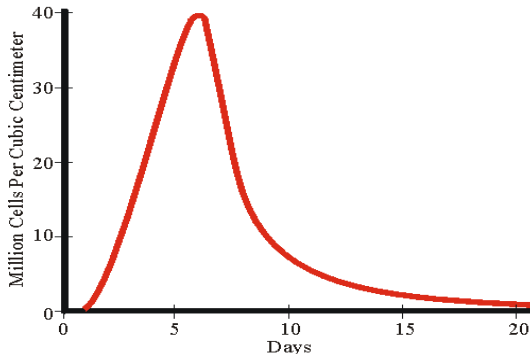


Fig. 1.5: Un ejemplo clásico aunque lejos de tener relación técnica, sin embargo, sí cuenta con una cierta semejanza a la durabilidad de la validéz de la Ley exponencial de Moore, son los renos que se acercaron en una isla, donde nunca hubo renos antes. Los líquenes, alimento de los renos, eran abundantes y espesos. En 1944 introdujeron 29 renos. En 1957 había ya 1.350 renos por su libre reproducción. En 1963 llegaron a 6.000. El invierno siguiente perecieron, se habían comido todo. Los investigadores hallaron 41 hembras y un macho estéril.



Respecto a los recursos naturales y el índice de crecimiento de la población mundial vive la humanidad aparentemente en una isla del Universo. Contrario a bacterias y renos es la especie humana creativa y capaz de inventar y encontrar soluciones antes de extinguirse. ¡ojalá!

Fig. 1.6: Desenvolvimiento de una cultura de bacterias de levadura. Por sus condiciones óptimas crece el número de células en forma exponencial hasta que cerca del séptimo día el alimento (azúcar) se hace menos y finalmente se acaba. La población muere.

Las universidades tienen un papel preponderante en asegurar el progreso de la ciencia y la tecnología. Representan instituciones dominantes dentro de la sociedad del saber, o bien del conocimiento, sin embargo son expuestas a una nueva competencia con instituciones rivales. Tomemos arbitrariamente el ejemplo de Alemania: A un lado de la universidad con su labor fundamental de formar profesionistas de altos estudios a través del proceso formativo universitario, se encuentran los Institutos 'Max Planck' con una orientación a investigación básica y la generación de conocimiento de mediano y largo plazo, y al otro lado los Institutos 'Fraunhofer', que realizan una investigación aplicada, casi siempre por encargo de la industria. Independientemente de estos existen los Centros de Investigación en los grandes consorcios, como por ej. Siemens o la industria automotriz, con investigaciones muy específicas y concretamente adaptados a las necesidades de la empresa. Uno de los objetivos principales en todos ellos es la producción de Patentes tecnológicas, o bien, la generación de nuevos conocimientos hechos inventos y protegidos por patentes.

Obviamente reclutan estas entidades su personal en las universidades, y obviamente deben los pasantes universitarios, que miran hacia una contratación en estos grandes centros, contar con una formación, que ya había incluido la investigación científica como parte de sus estudios universitarios. La importancia de la universidad no queda en dudas a pesar de la existencia de los institutos rivales.

A lo mejor el ejemplo de Alemania no es el más adecuado para caracterizar la actualidad, en que nos encontramos en el Perú o en México. Sin embargo, evidencia el indiscutible papel de la universidad ahora y en el futuro, que está jugando dentro del avance tecnológico y el desarrollo de la nueva Era del saber.

Vivimos en un mundo donde la capacidad de generar conocimiento y el poder de cómputo están creciendo a lo largo de una función exponencial. Nos debemos

preguntar entonces, si la sociedad está siendo capaz de adoptar el conocimiento suficientemente rápido. Mas aún, debemos preguntarnos los académicos, si las formas de enseñanza y aprendizaje en el marco universitario corresponden al reto de estos desarrollos fascinantes y frenéticos.

2. La Nanociencia – Nanotecnología – Nanotrónica en ejemplos de investigación

La microelectrónica ha sido la fuerza móvil de la investigación en la nanotecnología, y de la misma dimensión son las expectativas en productos con propiedades semiconductor, en medios de almacenaje de datos, en pantallas planas y sistemas de comunicación. Pasará menos que una década, y el mercado de cómputo será dominado por productos de la nanotecnología.

Sin embargo, nanotecnología no trata simplemente reducir dimensiones al nivel entre 1...100 nanómetros. En su lugar significa nanotecnología la exploración de nuevas propiedades en materiales, que surgen debido a la nanoescala. Serán propiedades, que son diferentes a las de los materiales compactas. Una vez identificadas tales propiedades surge como pregunta próxima ¿qué cosas útiles se puede hacer con las mismas?

Nanoestructuras han prendidas una euforia en la industria. El mercado es gigantesco y como ya comprueban unos '*shooting stars*', dodado con lucrativas ganancias.

Prácticamente cualquier material de construcción conocido puede ser fabricado en su lugar con nanopartículas. En la próxima década la mayoría de los innovaciones en productos y tecnologías se basarán en nuevos materiales de la nanotecnología, que debido a sus propiedades ajustables y controlables influirán el desarrollo industrial a nivel mundial en forma determinante. Si se tiene presente, que el valor competitivo de los productos industriales es acuñado en un 70% de la inteligencia contenida en los materiales, entonces apenas se deja apreciar el gran potencial integrado en este renglón de la nanotecnología. Con los nuevos materiales se abren gigantescos mercados, - y patentes garantizan enormes ingresos a los propietarios de ellos.

Nanopartículas en aplicaciones médicas, cosméticas y de sustancias de pulido ultrafino, pegamentos inteligentes, lacas funcionales e incluso autorreparables, cerámicas flexibles, vidrios con propiedades extremas, catalizadores super-eficientes, sistemas fotovoltaicos con alto rendimiento, celdas de combustión, pilas, reactores electrolíticos, membranas de ultra-filtración, sensores y nanosensores, nanolaseres y puntos cuánticos, capas ultrafinas en superficies, fluidos magnéticos, y memorias magnéticas son unos ejemplos de productos, que han pasados de los laboratorios de investigación a casi inmediatas aplicaciones en su camino a artículos mercantiles. Cerca de 500 productos de mercancía contienen ahora nanopartículas, entre ellos varios alimentos, pesticidos, y artículos cosméticos.

En muchos países el fomento de innovaciones en nuevos materiales se dirige a las tecnologías de información, los procesos de fabricación, a tecnologías médicas y energéticas, automotriz y de transporte en general.

Las propiedades particulares y atractivas de las nanopartículas inducen la apetencia de varias industrias: electrónica, óptica y optoelectrónica, analítica, sensórica, biotecnología y medicina, pero en primer lugar la rama de los materiales con propiedades novedosas. Ejemplificando, con una patente sobre una determinada estructura artificial de alguna molécula, que genera dureza extrema, el dueño de tal patente puede controlar aplicaciones en las diversas ramas industriales, que quieren utilizar dicha molécula artificial en sus productos, protegido por la patente. El número de tales patentes se encuentra en pleno aumento.

El número de patentes, que involucran nanotecnología y especialmente las nanopartículas han crecido exponencialmente, llegando a impresionantes resultados durante los últimos años. Inventos tanto de nuevos productos como de procesos tecnológicos novedosos representan las actividades principales, y de semejante frecuencia se colocan entre estos dos. Una fracción es de naturaleza pionera, es decir 'revolucionaria'.

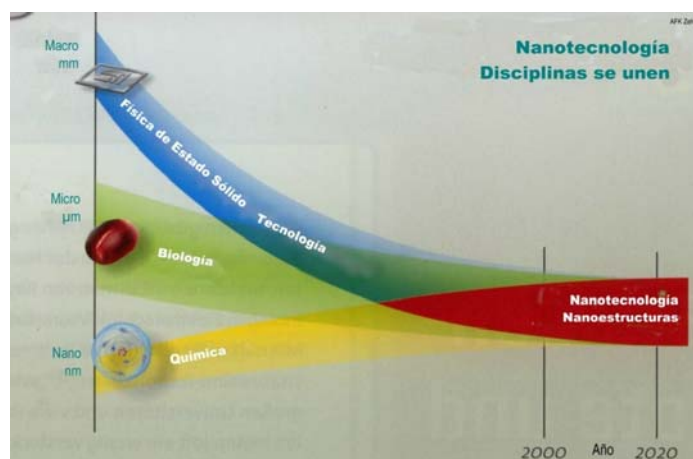


Fig. 2.1: Tamaño de estructuras objetos de investigación, vs. el año. En la microelectrónica se obtuvo siempre más pequeños dispositivos integrados en obleas de silicio, la química logró la fabricación de supramoléculas y su integración, que se compara en tamaño con moléculas orgánicas biológicas. La biología sintética modifica organismos existentes y diseña nuevos organismos. Las tres disciplinas se encontraron en la misma escala de tamaño de sistemas y dan lugar a la nanotecnología y nanobiotecnología.

La Nanotecnología todavía no ha llegado al avance, que provocaría la 'Guerra de Talentos' con toda la agudeza, sin embargo es bastante previsible ante el desarrollo explosivo en el '*Mercado del Saber*', que se está detectando. La generación de condiciones favorables de trabajo para los investigadores y el debido reconocimiento de sus logros para la sociedad, en que viven, es parte de la defensa en esta 'guerra'.

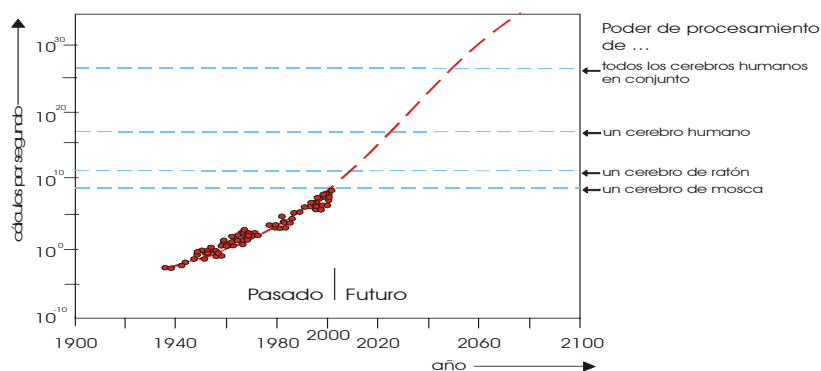


Fig. 2.2: El avance acelerado en velocidad de computación, que una PC tendrá en años venideros. (adaptado de R. Kurzweil, SCIA, Sept. 1999)

Nanotecnología implica el desarrollo y la aplicación práctica de estructuras y sistemas químicas, biológicas y técnicas cualesquiera en el rango de dimensiones geométricas de un nanómetro hasta cien nanómetros (1nm es la mil millonésima parte de un metro. Un átomo es poquito mas pequeño, una molécula puede ser mas grande). En este rango se observan nuevas propiedades en la materia, principalmente debido a las Leyes de la Física Cuántica. Correspondientemente amplio es su campo de investigación, que cubre el diseño de nuevas estructuras electrónicas, nanorrobots y supermemorias de datos, la síntesis de nuevos materiales, la biología sintética hasta desarrollos en el campo biológico-médico.

La electrónica molecular, la moletrónica, también ha tenido contribuciones considerables de la química supramolecular. Al conectar ciertas macromoléculas entre contactos metálicos se detecta propiedades eléctricas semejantes a las conocidas en diodos, transistores, e incluso en memorias, -diferente solamente por su tamaño diminuto. Con nanotubitos de carbono, estructuras macromoleculares artificiales, se fabricó un transistor nanométrico con propiedades superiores a cualquier transistor conocido. ¿Tendrán los nanotubitos biológicos, como por ejemplo el virus mosaico de tabaco (TMV), propiedades semejantes al nanotubito de carbono, excepto de contar con todas las ventajas de un nanobiosistema respecto a auto-ensamble y auto-replicación?

La creación de herramientas para la nanociencia y moletrónica se encuentra en pleno desarrollo, igual como la explosión de ideas novedosas para ellos.

Nanotecnología implica la habilidad de manipular materia en su nivel atómico. Es una tecnología de fabricación, en que materiales artificiales serán conformadas un átomo a su vez, utilizando 'ensambladores',- robots nanoscópicos, con el potencial de autorreplicación. El destacado ejemplo de la auto-replicación del 'patrón vida biológica' conocemos en la genética, o bien, en las máquinas moleculares genéticas, presentes en la naturaleza. Las proteínas, por ejemplo, operan como máquinas moleculares programadas para la manipulación de átomos individuales. Su estructura física y su funcionalidad específica son conocidas, y por tanto pueden ser manipuladas por el hombre. La naturaleza es la maestra sobresaliente en procesos de auto-ensamble, de auto-diagnóstico y de auto-saneamiento, que al introducir estos procesos del mundo

biológico en materiales y dispositivos, resultan tecnologías de fabricación radicalmente distintas a las conocidas.

La nanotecnología molecular comprende un cambio revolucionario en lugar de un cambio evolutivo en la conformación de estructuras pequeñas y sistemas complejos debido a su aproximación intrínseca de manipular en forma controlada átomos y moléculas. Esto involucra posicionar cada átomo en el lugar correcto, y de esta manera realizar prácticamente cualquier estructura, que es consistente con las leyes en detalles moleculares de la física.

Se conoce varios caminos, que llevan a la ingeniería molecular. De más importancia se consideran la ingeniería de nanobiosistemas, la síntesis química de supramoléculas, y la mecanosíntesis por manipulación física de átomos y moléculas individuales. Los avances en cada uno de ellos son impresionantes, pensando solamente en la biocomputadora en base a la ADN, en macromoléculas para la computación cuántica y la realización de operaciones electrónicas. El fascinante desenvolvimiento, que tomó la microelectrónica durante el medio siglo pasado en base a silicio está llegando a límites naturales y tecnológicos e impulsa hacia nuevos conceptos de una nano-electrónica a escala molecular – la Moletrónica o bien la Nanotrónica.

La nanotecnología molecular promete la solución al problema inminente de la microelectrónica semiconductor. Por la continuada disminución de tamaños característicos en transistores y memorias necesarias en las potentes computadoras del futuro cercano, la física y tecnología microelectrónica están confrontadas con límites fundamentales, como por ejemplo el tunelamiento mecánico-cuántico de electrones. Se hacen presentes con toda su fuerza eliminador al final de la próxima década.

Las aplicaciones de la nanotecnología a mediano y largo plazo son infinitas. Ya hoy día existe un gran número de nuevos productos y técnicas, que tienen su fundamento en los resultados de investigación de las nanociencias. Están experimentando continuos avances los campos y unos destacados productos mercantiles actuales.

Si reconocemos, que la nanotecnología implica la fabricación molecular, entonces vienen a la mente problemas globales tan grandes, como el hambre y la falta de agua en muchas regiones del mundo, la alta mortalidad de niños y la existencia de enfermedades sin cura, la contaminación del ambiente y la destrucción de habitats naturales. La nanotecnología generará las herramientas para una salida humana de estos problemas, que principalmente están atacando regiones y naciones pobres.

Igual como la India, China, Brasil y Cuba han empezado de invertir considerablemente en biotecnología, una rama previa a la nanobiotecnología, muchos de los países no mencionados van a reconocer el impacto sobre su desarrollo económico, que la nanotecnología puede tener.

La nanotecnología se impacta con siempre mas efecto como fuerza movil de la economía del futuro inmediato. Nuestra participación no puede consistir en la "elaboración de una tercera aproximación a un problema, que a nadie ya debe interesar". Es posible y real una participación en primera fila al menos en ciertos

segmentos, haciendo de nuestras ideas inventos, y de los inventos patentes. La materia prima tenemos en los cerebros de tantos jóvenes investigadores.

La Nanotecnología es un ejemplo entre varios, si bien actualmente uno de los más importantes, que puede llenar el día de los investigadores con fructíferas actividades. Se nota la abundancia, con que surgen nuevas ideas e inteligentes productos en el mercado. ¿Por qué todavía no lo logramos nosotros con la misma eficacia? Requiere un estudio profundo y la consideración de muchos aspectos. No lo logramos aquí. Sin embargo, la pregunta a contestar es ...

3. ¿Con que objetivo se realiza, y como se hace la investigación universitaria?

Puede ser útil reflexionar la opinión de investigadores universitarios, que a través de una conferencia *ad hoc* expresaron. La investigación universitaria es considerada importante en todos los casos. Diferencias se hacen ver en los objetivos de la misma.



Fig. 3.1: Ciencia y tecnología al servicio de la sociedad

La respuesta acerca de los objetivos de la investigación universitaria depende mucho de quien la conteste. Pensando en el prestigio nacional o internacional de la universidad, que en ciertos casos produce cuotas de inscripción y atrae científicos de alto rendimiento, incluso del extranjero, la respuesta es:

- *mostrar la excelencia de la universidad.*

Solo las universidades de alto prestigio realizan investigación, por lo que las universidades peruanas o mexicanas, para contar con su prestigio, deben de realizar investigación. Hay diferencias de considerar. Mientras las más prestigiadas universidades por ej. en Alemania o en Estados Unidos de America del Norte reciben los más altos subsidios del gobierno correspondiente, que les permite apartar un fondo medible para actividades de investigación, en Perú o México esto no es el caso. Los subsidios no dependen del prestigio, y mucho menos son de una dimensión, que con

facilidad se podría entrar a una investigación seria y comparable con lo que caracteriza aquellos dos países mencionados en el ejemplo.

Es muy común que se encuentra universitarios, que están mas inclinados a expresar su responsabilidad hacia su propio país, y ven la importancia de la investigación en

- *resolver problemas nacionales y empujar el avance tecnológico del país.*

Este y el anterior punto no son contradictorios y pueden tener la autoría de la misma persona. Pero hay una confusión entre el estado actual y el estado deseado. La realidad compruebe, que los criterios y procedimientos de reconocimiento, promoción y otorgamiento de estímulos a investigadores, que promueven una investigación, que resulta en publicaciones, -no cualquier publicación-, sino aquellas publicaciones en revistas internacionales de reconocido prestigio. La importancia, el impacto de los resultados de investigación se piensa reconocer en el número de citas por otros autores. ¿Qué entonces es el criterio para el investigador en tomar la decisión de qué tipo de investigación ejecutar? Tiene la opción de la investigación básica, que puede realizarse en cualquier biblioteca, implica a menudo estancias en el extranjero y el trabajo común con distinguidos colegas, que garantiza las publicaciones del carácter buscadas; o la investigación aplicada, que se orienta a problemas nacionales y frecuentemente reales de intereses surgiendo de ciertas industrias, de la agricultura, del comercio, y tantas otras mas. Déjamos a parte las inconveniencias e incomodidades involucradas en la investigación aplicada, los resultados de tal tipo de investigación raras veces encuentran aceptación en revistas internacionales. Por su importancia local pueden ser publicadas en revistas nacionales, pero entonces no producen las tan cotizadas citas. Las consecuencias negativas para la promoción y remuneración del investigador son óbvias.

Nadie se puede sorprender que, debido a esta disyuntiva y la política actual, se asegura en primer lugar el desarrollo de la investigación básica.

A menudo, con una mirada hacia el cielo, que se pierde en el infinito, para varios de los investigadores de esta rama la importancia de la investigación universitaria se deriva del compromiso (y la ilusión) de querer

- *contribuir al desarrollo de la ciencia mundial, tal como los grandes maestros Einstein, Planck, Heisenberg, Schroedinger, Hertz, Feynman y varios otros lo ejemplificaron.*

Las publicaciones resultarían con el debido reconocimiento, y las citas a sus publicaciones son garantizadas.

¿Quién paga la cuenta? Hay que preguntarse, si es un gasto justificable en un país con tantos problemas a resolver.

Puede haber quienes que piensan en responder con provecho a programas salariales, incentivos, estímulos, la libertad académica y el trabajo independiende (y a menudo afuera de cualquier grupo), es decir, en razones de carácter mas personales, que pondrían en primer lugar

- *el gusto, el deseo y la satisfacción en hacer investigación.*

Los intereses personales del investigador involucran frecuentemente su ambición de seleccionar los temas que se le antojen, un derecho mal interpretado, que se basa en el concepto de la libertad académica. Exigir 'derechos' sin al mismo tiempo definir obligaciones, se desvía del hecho, que los dos conceptos son interrelacionados y condicionan el uno al otro.

Supuestamente existe un Programa de Desarrollo de Investigación nacional, que proporciona los recursos solicitados para la realización de investigación. La pregunta a contestar es, si tal Programa define las Estrategias del desarrollo, o si simplemente se integraron los proyectos deseados por los investigadores como cartas a los Reyes Magos, y recogidos a través de los encuestas levantadas en las universidades, como lamentablemente ocurre a menudo en otro país.

En base al desarrollo estratégico del país, definido por las mejores cabezas intelectuales, la investigación universitaria debe moverse dentro de estos alineamientos.

La libertad académica se justifica no tanto en sus conveniencias y comodidades para los académicos, sino en primer lugar en los beneficios, que trae la investigación a la sociedad. En la medida de los recursos que emplea nace la obligación legal y ética para subordinar los temas y las ramas de investigación a las necesidades de sus patrocinadores, - en una universidad pública eso es el mismo pueblo, la sociedad como un todo.

El mecanismo es sencillo pero indispensable a seguir: Un temario dentro de las líneas estratégicas de la institución es definido por el patrocinador; Un grupo de investigadores presenta una propuesta de objetivos, tecnicidades y resultados avisados, y lo defiende publicamente. Suponemos que el marco de tiempo del proyecto es de 4 años, entonces se espera reportes anuales sobre avances, y el más importante informe final, en que se defiende ante el patrocinador y públicamente los resultados obtenidos. Suponemos que el apoyo financiero fue de 2 millones de dólares, y suponemos que los resultados del grupo consisten en 5 o 10 publicaciones en revistas internacionales, entonces el patrocinador apenas vuelve ofrecer apoyo financiero en otro tema del grupo. Otra cosa fuera, si en lugar de las numerosas publicaciones hubieran salido 3 registros de patentes.

De este punto hablamos más adelante.

En pocas ocasiones se mencionará como el objetivo para realizar investigación en la universidad

- *la relación estrecha e intrínseca de la investigación con la docencia, considerándola como una profesión, cuyos logros y realizaciones dependen de tales factores habituales como ingreso, incentivos y reconocimiento de la sociedad.*

Son actividades complementarias, o en otras palabras, no pueden permitirse como actividades paralelas. En la realidad, esta relación casi no existe en muchas universidades, sean en México o en el Perú. A menudo se encuentra Institutos y

Centros independientes, que se dedican exclusivamente a la investigación, y al otro lado Escuelas y Facultades, que llevan toda la carga de la docencia sin permitir mucho espacio para realizar investigación por sus profesores. Este divorcio entre la docencia y la investigación ha perjudicado a muchos profesores, separándolos de la única posibilidad de actualizarse a través del proceso de investigación. Es esta última que demanda conocimientos especiales sobre un área científico particular, y además le permitiría por propia cuenta nuevos conocimientos. Sin embargo, el profesor en la mayoría de los casos, enseña los procedimientos y métodos conocidos por libros, pero nunca empleados por él mismo. Son por eso incapaces de identificar los problemas y buscar las soluciones a ellos, esto es, hacer investigación. Es fácil de comprobarlo. Pidan a un profesor en esta situación proponer y justificar en forma actualizada un tema de maestría o de doctorado, que comunmente debe llevar a resultados originales, -publicables o patentables. Como no es actualizado en los avances de la investigación, las últimas publicaciones y logros en una cierta rama, no puede cumplir con la tarea.

Ver la docencia y la investigación como actividades verdaderamente complementarias, cambia sustancialmente el papel de la investigación como un importante medio del proceso educativo. No solamente asegura un alto nivel del profesorado y una alta calidad del alumnado preparado, sino abre posibilidades de resolver problemas por investigación, involucrando profesores y alumnos durante el proceso educativo.

Regresemos ahora a la pregunta inicial, del como promover y desarrollar la investigación en la universidad. Es inevitable e imperioso reconocer, que tal nueva imagen del profesor demanda una nueva figura del catedrático, que se basa en una postura integral, la cual exige realizar la docencia y la investigación en forma indiscriminada. Tiene que garantizar, por un lado, los objetivos del proceso educativo en la formación de estudiantes, incluyendo en los programas de estudio actividades de investigación, por. ej. a través de proyectos de investigación adaptados al actual nivel del estudiante.


Por el otro lado representa aquel académico, que dirige la identificación y solución de problemas de investigación avanzada. Es el especialista en una rama de las ciencias y capaz de formar, lo que comunmente se llama "escuela", -el entorno relevante para la investigación y la docencia en alto nivel y con buen rendimiento.

No hay que inventar tal "nueva" figura. Existe en prácticamente todas las universidades de renombre. Los grandes maestros en las universidades europeas, al mismo tiempo fueron célebres investigadores, que combinaron en forma admirable las actividades de investigación con la docencia en todos los niveles. No es común el nombramiento de "investigador", sino un muy prestigioso nombramiento de "Professor" (con doble s), que realiza las dos actividades. El proceso de su selección es muy riguroso, y frecuentemente aplican hasta 20 candidatos de varias regiones e incluso países con las credenciales suficientes por una sola cátedra. Indiscutiblemente no todos los académicos con grado de doctor alcanzan tal nombramiento, ni a lo mejor aspiran al mismo por la enorme responsabilidad en docencia e investigación que conlleva. El proceso de nombramiento es transparente, e incluye aparte de la evaluación de su *curriculum vitae científico*, de su habilidad de liderazgo en la formación de grupos de investigadores entre otros mas una disertación pública con un temario *dentro* de la orientación de la cátedra pre-determinada, y los objetivos, que intenta trabajar. De esta

forma se logra, que el perfil de la institución referente a sus líneas estratégicas de investigación se mantienen firme, garantiza eficacia y la formación de escuelas en una estructura vertical, generando así el renombre y prestigio buscado.

La siguiente gráfica es un ejemplo de anuncio al azar, como aparecen semanalmente varios en medios de publicación nacionales o incluso internacionales con la misma idea de buscar y encontrar el personaje mas apta para una cátedra predeterminada a ocupar en una universidad alemana.

UNIVERSITÄT HOHENHEIM



The Faculty of Natural Sciences is seeking an individual with an outstanding research, teaching and outreach record to apply for the position of Professor of

Process Analysis and Cereal Technology (W3)

Applicants are expected to contribute to the departmental Food Science teaching program by developing core undergraduate and graduate courses. Candidates' academic interests should preferably include the development of novel physical and/or bio-chemical analytical methods. Applicants are expected to develop a successful, high-impact research program that focuses on the analysis and implementation of food process operations. Additional expertise in cereal technology is highly desirable.

Applicants must have received tenure or habilitation or demonstrate equivalent academic, governmental or industrial accomplishments.

Candidates appointed to a university position for the first time may be temporarily employed for a probationary period of three years. Female applicants or applicants with a disability will be given preference if they are equally qualified.

Please send complete application packages including curriculum vitae, list of scientific publications, three reprints of key publications, a description of research interests and a summary of teaching experiences to the following address.

Dekan der Fakultät Naturwissenschaften der Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, Germany.

The deadline for receipt of applications is 09/30/2009.

www.uni-hohenheim.de/natur

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Am Institut für Physik der Fakultät für Naturwissenschaften ist zum 01.04.2010 die

Juniorprofessur (W1) „Experimentelle Sensorik“

zu besetzen.

Bewerberinnen/Bewerber sollen Grundlagenaspekte der Experimentalphysik und zumindest einen der Fakultätsschwerpunkte „Komplexe Materialien“ bzw. „Molekulare Systeme“ in Lehre und Forschung vertreten.

In der Lehre wird eine aktive Mitwirkung an der Weiterentwicklung der Bachelor- und Masterprogramme des Instituts und insbesondere eine aktive Unterstützung des neu eingerichteten Bachelorstudienganges „Sensorik und kognitive Psychologie“ erwartet. Entsprechende interdisziplinäre Forschungsaktivitäten sollen in Verbindung mit den Forschungsschwerpunkten „Komplexe Materialien“ und „Molekulare Systeme“ der Fakultät für Naturwissenschaften stattfinden. Der Schwerpunkt sollte dabei der Einsatz optischer Verfahren einschließlich des Terahertzbereichs und/oder die Entwicklung und Charakterisierung damit in Verbindung stehender Materialien sein. Eine enge Kooperation mit dem Institut für Psychologie und den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten der TUC sollte angestrebt werden.

Fähigkeit und Bereitschaft zur Durchführung von Lehrveranstaltungen in englischer Sprache sowie Aktivitäten zur Einwerbung von Drittmitteln werden erwartet.

Die Einstellungs- und Ernennungsvoraussetzungen ergeben sich aus § 63 Abs. 1 und 3 SächsHSG. Das Dienstverhältnis als Juniorprofessor/in im Beamtenverhältnis auf Zeit oder im privatrechtlichen Dienstverhältnis wird zunächst befristet für die Dauer von drei Jahren begründet und bei positiver Evaluation um weitere drei Jahre verlängert. Eine anschließende Berufung der Juniorprofessorin / des Juniorprofessors im Wege des „tenure track“ auf eine der in den kommenden Jahren an der Fakultät für Naturwissenschaften zu besetzenden Professuren wird bei Vorliegen der entsprechenden haushaltsrechtlichen Voraussetzungen erwogen.

Die Technische Universität Chemnitz strebt die Erhöhung des Anteils von Frauen in Forschung und Lehre an. Qualifizierte Wissenschaftlerinnen sind deshalb ausdrücklich aufgefordert, sich zu bewerben.

Bewerbungen schwerbehinderter Menschen werden bei gleicher Eignung bevorzugt berücksichtigt.

Interessenten werden gebeten, ihre Bewerbung mit den üblichen Unterlagen (Lebenslauf, wissenschaftlicher Werdegang, Publikationsverzeichnis, bis zu fünf ausgewählte Sonderdrucke, Liste der Lehrveranstaltungen, Qualifikationsnachweise in Kopie) bis zum 15.11.2009 zu richten an:

Technische Universität Chemnitz • Dekan der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften • 09107 Chemnitz

Fig. 3.2: Ejemplo de un anuncio para ocupar una cátedra con el nivel de salario W3 o W1 en una Universidad de Alemania. Se pide un 'outstanding research, teaching and outreach record', y se indica precisamente, en que rama de investigación debe moverse el solicitante,-con toda libertad académica.

José Alfredo Jiménez, uno de mis favoritos del folclor mexicano, escribió una canción bonita con título "El Rey". En alguna parte del texto dice: "...con dinero y sin dinero hago siempre lo que quiero y mi palabra es la ley. No tengo trono ni reyna, ni nadie que me comprenda, pero sigo siendo el Rey..."

Me viene a la mente, que un rey nunca se subordinaría a una disciplina académica. Llegué a conocer muchos reyes universitarios, y no me refiero aquí a las altas autoridades.

4. Investigación – Innovación: Publicación o Patente?

La evolución del *homo sapiens* se ha basada substancialmente en el don de saber hacer inventos. Todos los desarrollos tecnológicos durante la evolución de la humanidad han producido del ser humano una especie siempre mas innovadora, mas inteligente y mas consciente. Sin embargo tiene el ser humano una nacionalidad, y el comercio entre las naciones con sus productos innovadores es clave del bienestar de la sociedad a que pertenece.

Un indicador de la creatividad tecnológica de un país es el número de innovaciones y patentes registrados por sus habitantes. Desde un punto de visto mas pragmático, las patentes son la moneda del conocimiento tecnológico, y hacer inventos un medio de pago en la sociedad moderna del saber. Originalmente pensado como la protección de inventos, las patentes se han desarrolladas en medida creciente como herramienta estratégica de las empresas. Mas aún, el crecimiento explosivo del número de registros tiene su raíz en el nuevo concepto de patentar también bajo consideraciones estratégicas.

La cantidad de patentes otorgados puede ser vista como un buen indicador de la cantidad de conocimiento útil que está generando la humanidad. Su representación gráfica evidencia, que la capacidad de la raza humana de generar conocimiento también está creciendo de forma exponencial.

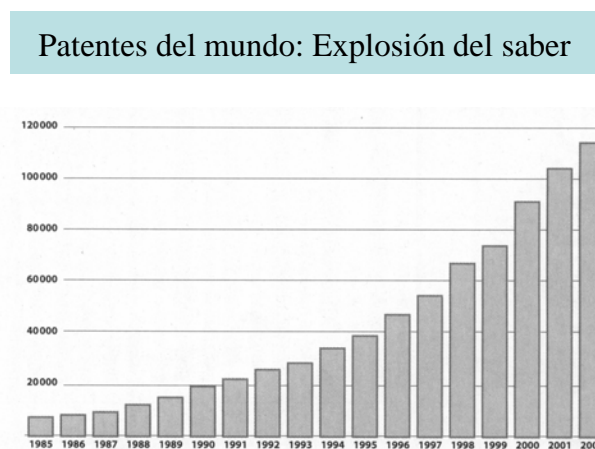


Fig. 4.1: El crecimiento exponencial del saber tecnológico se refleja también en el número de patentes, que se registró a nivel mundial. Nuestra participación es urgente y posible!

Patentes representan un indicador central y útil para actividades en investigación y desarrollo, y permiten la definición de una escala para el afán creador tecnológico. Mientras el número de publicaciones científicas en revistas internacionales, muchas veces visto como criterio de la eficiencia académica, no es más (ni menos) que un calificativo honorífico para una comunidad científica, el número de patentes tecnológicas registradas es mas probablemente la moneda dura, la divisa con potencial comercial. Puede servir de entrada para una participación en primera fila de las tecnologías modernas.

En un estudio reciente de la Union Bank de Suiza acerca de futuros desarrollos económicos a nivel internacional se llegó a resultados, -de primera vista sorprendentes: Los lugares uno, dos y tres ocuparán China, Israel y Corea. En el veintinovenno lugar vienen los Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.). Base de este pronóstico han sido las inversiones, que cada país está dedicando a la educación en general y a la capacitación de sus habitantes. Obviamente es la exigencia por la excelencia universitaria uno de los elementos esenciales, que ya en sí abre oportunidades positivas. Su modernización en la luz de los actuales desarrollos tecnológicos es tarea permanente de los universitarios. Sólo mediante productos nuevos y mejorados puede una economía, y así también la economía peruana o mexicana, ganar mercados y sectores de mercado internacionales. De cualquier manera, las oportunidades para obtener beneficios en determinados ámbitos económicos son mínimas. Así, el número de patentes peruanas o mexicanas es ínfimo en comparación con las de los países industriales altamente desarrollados.

Considerando el asunto de manera global, las estadísticas muestran que Europa importa más conocimiento del que exporta. En 1997 las compañías europeas pagaron más de 4 mil millones de Euros por concepto de derechos, contra sólo 2.8 mil millones de Euros en ingresos por concepto de retribución por licencias de patente (un Euro corresponde aproximadamente a 1.5 dólar estadounidense).

En una estadística de este tipo - relativa a ingresos - la presencia del Perú y de México es por completo insignificante, no siendo así en el caso de los egresos donde se ubica en los puestos de avanzada. Es mínima la iniciativa de potenciales inventores en el sentido de convertir sus inventos en patentes, demasiado largo y sin repercusión el proceso de una protección de patente y casi estéril resulta el esperar un aprovechamiento económico, el cual se enfrenta al fracaso ante la falta de promoción y apoyo financiero hacia las compañías pequeñas de nueva creación.

Es válido que la protección autora es una obligación cultural ya que la cantidad y la calidad de las patentes registradas es una prueba de la creatividad de la sociedad y, más que nada, una constatación del movimiento de una economía floreciente que avanza y es orientada hacia el futuro.

No son ideas factibles de patentarse las que nos faltan. ¿Qué hacer entonces con ellas? Agreguemos el hecho de que una idea patentable -especialmente en el sector de alta tecnología-, es con seguridad una *ultima ratio*, la abstracción más alta y al mismo tiempo la más aguda concreción de un proceso científico-natural de pensamiento, el cual desemboca en un producto de nuevo tipo capaz de ser acogido por el mercado.

En una idea patentable se esconden con frecuencia problemas científicos que podrían asimismo verse plasmados en términos de publicación científica. Son las publicaciones científicas las que no sólo llenan y ennoblecen el curriculum vitae científico de un investigador, de un científico o profesor universitario; son también las publicaciones científicas lo que más se espera como fruto del trabajo de estas personas y lo más aplaudido por administraciones incluyendo instancias estatales de organización científica e investigación. Esto es realmente una lástima.

Recuerdo los años de mis primeras actividades como catedrático en universidades de la Alemania Democrática. El texto de un artículo de los investigadores colaboradores de

mi cátedra a ser publicado era enviado a una revista sólo después de haberse efectuado un sondeo en todo el grupo para detectar la existencia en él de soluciones patentables. Todo componente o idea patentable es demasiado costoso, incluyendo aquí también lo relativo a los costos de financiamiento e inversiones en la persona, destinados a la investigación científica, como para desperdiciarlo en publicaciones científico-técnicas. La publicación de resultados de investigación quiere decir, debido a la falta de su protección por una patente, renunciar *a priori* a la comercialización de las ideas propias.

Si la encomienda social del investigador consiste en la obtención de resultados de investigación que puedan ser explotados por la economía de su propio país, es entonces precisamente cuando el objetivo “lograr patentes” se vuelve un requerimiento básico para el otorgamiento de financiamientos.

La obtención de una patente demanda siempre una amplia exploración a escala mundial que va desde lo relativo a las soluciones existentes de un problema hasta abarcar las soluciones patentables. La información y el conocimiento respecto a patentes está almacenado en *Internet* y así -en principio- el acceso no implica grandes esfuerzos ni gastos.

De manera sorprendente se demuestra en este caso que, principalmente en el ámbito universitario, incluyendo a los países industriales altamente desarrollados, más de un tercio (!) de todas las investigaciones financieramente impulsadas están obsoletas debido a la existencia en otras partes de desarrollos paralelos documentados. Para el caso del Perú o de México no se sabe exactamente el porcentaje, aunque no creemos que esté por abajo del mencionado. Los resultados obtenidos a partir de desarrollos paralelos no tienen ninguna perspectiva de utilidad desde el punto de vista económico en el propio país, debido a que ya están aseguradas -vía la respectiva patente- en el extranjero. Los gastos en materiales y los inherentes a personal, así como los años de trabajo en ello invertidos, deben de integrarse expresamente en el lado de pérdidas de la contabilidad respectiva. Incluso si (en el medio internacional) de 100 patentes finalmente sólo de 10 a 15 son utilizadas industrialmente, aún así el impulso dado a la promoción de la actividad innovadora hacia el medio circundante es considerable.

Las publicaciones científico-técnicas pertenecen de aquí en adelante al “dominio público”, accesibles por todo mundo y fáciles de convertir en fuentes de valor por aquellos que dispongan de los equipamientos técnicos más modernos y del adecuado *know-how* tecnológico. Dicho en otras palabras, se da el caso que las publicaciones son por lo regular más fácilmente aprovechables por otros y no por nuestra sociedad científica.

Son un regalo al mundo, el cual -dado el caso- lo agradece con una ‘cita’.

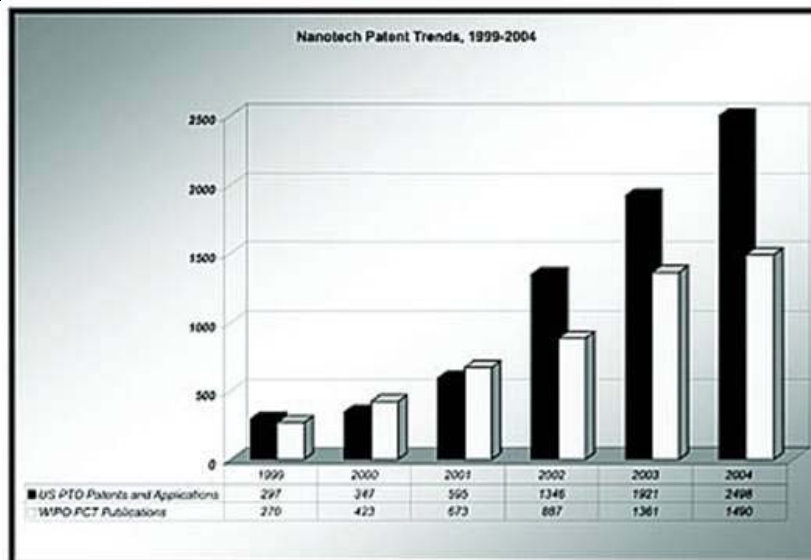


Fig. 4.2: Patentes de Nanotecnología en el periodo de 1999 a 2004. El crecimiento exponencial en los *US-Patent applications* (columnas negras) es óbvio.

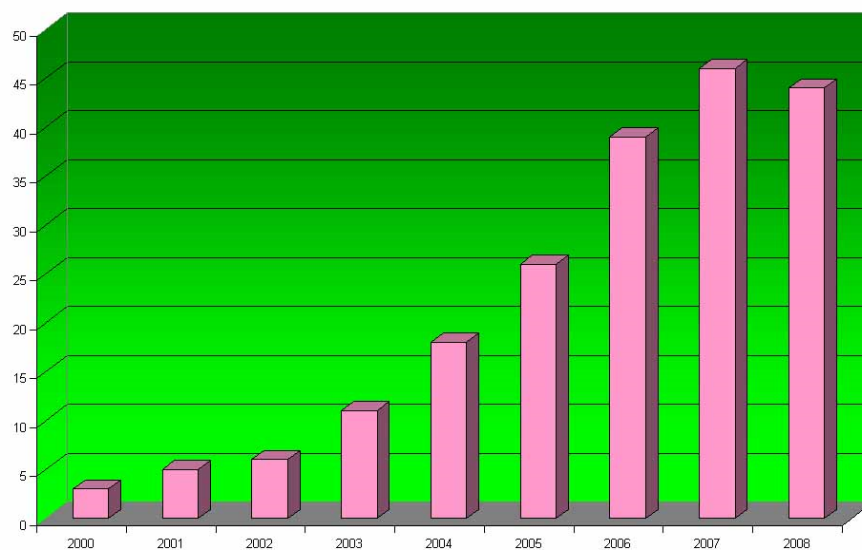


Fig. 4.3: Publicaciones en *PubMed*, que llevan la palabra *Nanobiotecnología* en el título. Se reconoce la subida típica de un patrón exponencial. (la última columna es incompleta).

Es indispensable que a las patentes se les reconozca un rango, a lado de las publicaciones técnicas, que realmente corresponde a su importancia. Pero ni ambas son categorías del mismo tipo ni mucho menos puede una patente considerarse –ni tampoco valorarse en ese sentido- como “lo que va quedando” o como el “producto residual” de, digamos, una o varias publicaciones. Una publicación en uno de los numerosos órganos internacionales que le reporta al científico 50 puntos dentro de una escala de evaluación (que aquí no deberá considerarse del todo arbitraria), junto a los 10 que le da una patente registrada en lugar de los 200 puntos que sería lo correcto, obliga al científico incluso por razones pragmáticas a una predeterminada y

desgraciadamente deseada decisión: *Thou shalt not patent, thou shalt publish!* A lo cual habrá que decir con renovado brío: ¡Qué lástima!

Naturalmente la importancia inventiva de una patente y el contenido científico de una publicación pueden ser diferentes. Así, el 'clip de papel' patentado en 1901 y sin el cual no puede concebirse ningún juego de utensilios de escritorio, no puede compararse, por supuesto, en su importancia inventiva (aunque de toda manera hizo rico a su inventor) con el televisor patentado en 1929, ni con el microchip de patente de 1960, ni tampoco con el disco compacto que obtuvo su patente en 1981.

No otra cosa ocurre en el caso de tantas publicaciones científicas. De esta manera, el poner el artículo teórico de Einstein, para nombrar un ejemplo casi al azar, del año 1905 sobre el efecto fotoeléctrico (referente a la ley natural que es aprovechada v.g. por las celdas solares) aparecido en los famosos "Annalen der Physik" de Leipzig, junto al artículo de un autor todavía desconocido sobre la "Tercera Aproximación a la Solución de un Problema de Interés para Nadie", el cual debido a su abundancia en bonitas fórmulas y gráficas también puede ser publicado en una de las numerosas revistas internacionales (muchos de ellos de paga!), hace evidente que dichos artículos pertenecen a niveles completamente diferentes.

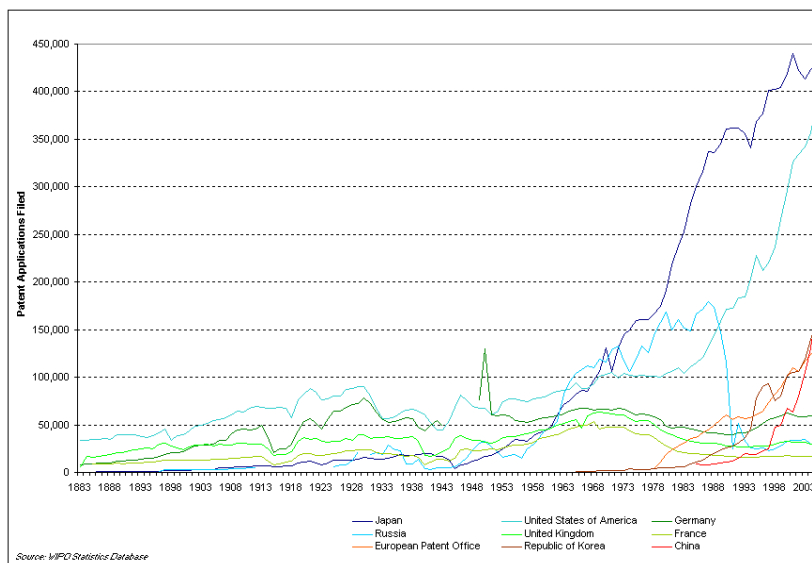


Fig. 4.4: Solicitudes de Patentes en el periodo 1883 hasta 2003. Es notable el crecimiento exponencial durante las tres décadas pasadas, mismas que caracterizan la Era del Conocimiento, del Saber.

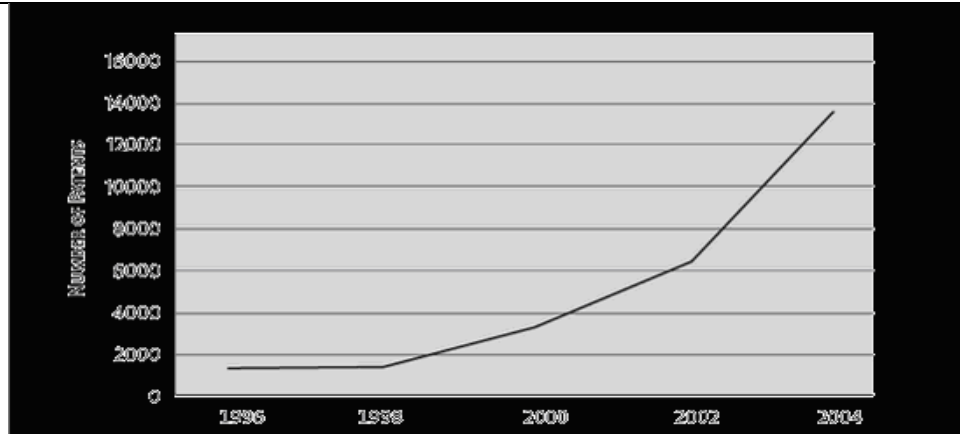


Fig. 4.5: Número de patentes de universidades chinas en la rama de la nanotecnología en el periodo 1996 a 2004. El patrón exponencial es claramente visible. Aproximadamente cada dos años se duplica el número de registro de patentes, indicando una razón de crecimiento arriba de 30% anualmente.

El valor de una patente consiste en su potencial utilidad económica, en su posible efecto a escala productiva y al mercado de trabajo de un país.

No debe perderse de vista que además la patente misma es un producto comercializable tratándose de ingresos por otorgamiento de licencias.

El valor de una publicación, hablando en términos muy generales, amplía el horizonte del conocimiento para la ciencia mundial sin parar en las fronteras entre países, representando así una (a lo mejor importante) contribución a la cultura mundial. El que esta contribución esté con el tiempo -o todavía deba de estarlo- en la mira de los países en desarrollo no puede ser considerado sólo desde el punto de vista de la libertad académica. Lo uno haga y lo otro no deje, sería con seguridad el mejor arreglo al respecto.

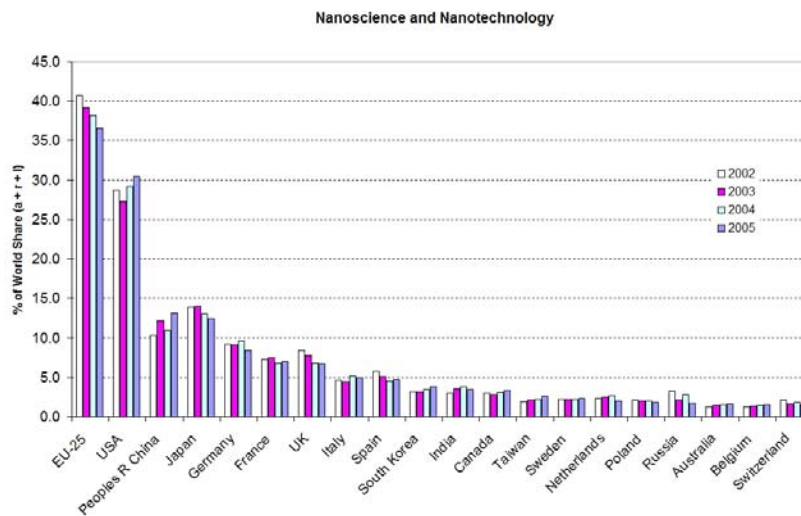


Fig. 4.6: En registros de Patentes en Nanotecnología supera la Unión Europea a los USA. **Ningún país latinoamericano aparece en la gráfica.**

Se requiere con premura la Definición de Estrategias, que aseguran (en su realización) la docencia e investigación universitaria en forma y contenido deseada.

En términos muy generales, sujetos a precisarse a través de estudios mas profundos, se desprenden ...

5. Unas actividades prioritarias

Ninguna entidad educativa puede ya cubrir todas las ciencias en todo su ancho. La concentración a las ramas esenciales por identificar las líneas y áreas de investigación por sus potenciales contribuciones a las necesidades del país es urgente.

Se requiere una *nueva figura del Catedrático*, que junta las actividades de profesor e investigador en una postura integral. No es una figura nueva, como muestra el ejemplo del anuncio alemán en el anexo.

Reclutar a profesores/investigadores de alto nivel con reconocida experiencia en investigación aplicada y enseñanza. Fortalecer la movilidad del personal académico entre las universidades.

Precisar el significado de la "*libertad académica*" como un conjunto de derechos y *obligaciones* en la selección de los temarios y líneas de investigación. Exigir 'derechos' sin al mismo tiempo definir obligaciones, se desvía del hecho, que los dos conceptos son interrelacionados y condicionan el uno al otro.

Asegurar una transición organizada, pacífica y pronta del estado actual al estado deseado

Asegurar la disponibilidad de recursos financieros para la investigación.

Asignar recursos preferentemente a las líneas de investigación representativas para el perfil de la institución y de acuerdo al punto uno a las ramas esenciales.

Cuidar un equilibrio entre la investigación básica y aplicada. (*La teoría sin experimento es ciega – el experimento sin teoría es cojo*)

Precisar los derechos y *obligaciones* de los profesores/investigadores, que contemplan un cierto equilibrio entre docencia e investigación, incluso estimular su interés a través de políticas y criterios adecuados de la evaluación, promoción y remuneración de sus actividades.

La sangre de una economía se mantiene en flujo mediante conocimiento aplicado, innovaciones, novedades técnicas y patentes. Esto es exactamente lo que la sociedad debiera de esperar de parte de los científicos. Motivarlos en ese sentido demanda, no obstante, una consecuente corrección de la escala de valores impuesta actualmente.

Proveer una infraestructura para impulsar actividades innovativas, el registro de patentes y la negociación en el mercado de licencias. Bonificar la actividad de patentar en forma extraordinaria.

La no tan nueva idea de terminar sus estudios profesionales o bien posgraduales en la universidad con la generación y elaboración de una patente tecnológica en lugar de una tesis, que posteriormente es aprovechado en su propia microempresa de nueva creación es uno de los caminos reales y realizables en el entorno económico de muchos países. Microempresas con un fundamento sólido y potencial de crecer son aptas de arrancar un proceso, que garantiza empleo y genera mas lugares de trabajo.

Particularmente en las areas de las Ciencias Naturales se requieren una reestructuración profunda del sistema educativo, dado que a menudo se fundamenta en las estructuras de formación y educación continúa de ciclos pasados, tiene pocos vínculos con las necesidades reales del sector productivo y falla en despertar creatividad y motivación para la exploración de futuros requerimientos de la sociedad.

Es indispensable prever nuevas carreras académicas y nuevos posgrados, sea eso en Ciencias moleculares, Biología técnica, Biofísica y Bioquímica, Nanoelectrónica molecular, Bioinformática y otros. Descubrimientos requieren hoy por hoy el trabajo interdisciplinario y siempre mas contribuciones de una multitud de areas de saber diferentes.

Epilogue

Llevar a la práctica una nueva estrategia, que implica el cambio del estado actual a un estado deseado en el quehacer universitario requiere tanto de los altos mandos y órganos colegiados de la universidad, como de la disposición, creatividad y participación activa de todo el personal académico.

Quiero refrendar aquel enunciado de Albert Einstein, que para el inexperto puede sonar insignificativo, vacío o incluso como una burla escondida:

El mayor Problema de la Humanidad es que no entiende la Función Exponencial.

Es una forma muy abstracta de 'levantar el dedo' para señalar: Recapacitemos las consecuencias de los mas variados procesos, que siguen un patrón exponencial. En ciertos períodos pueden ser favorables como en otros destructivos.

La Sociedad del Conocimiento, nuestra sociedad del ahora, tiene el derecho de reclamar a los universitarios, que de su comprensión de procesos exponenciales logramos sacar las conclusiones correctas.

Anexo

LA NUEVA RAMA DE INVESTIGACION EN NANOTECNOLOGIA y NANOTRONICA EN LA BUAP: SUS RAICES, APORTES Y PROTAGONISTAS EN LA BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA (datos extraídos de <http://www.cv-az.ece.buap.mx>)

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) por iniciativa de {2} y graduación por asesoría de {2} de los primeros cinco M.en C. (1980) con un temario de la física de semiconductores, micro- y optoelectrónica. {1,2,16,17,18,19,20,21,22,34}

1980

Proyecto General aplicado íntegramente en la fundación 1983 del Instituto de Física de la UAP elaborado por {2}

.

.

1987

"Nanotrónica y Autoorganización" Wiss. Zs. Techn. Universität Dresden, Vol. N°. pp. (1987), publicado por {2}

1988

Invento de la *daa delta-superred* para la Analítica a nivel atómico; {2}
 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 Nanotecnología y Electrónica Molecular, la GROWING TREE EPITAXY (GTE); {2}; Publicación 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}

1989

"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 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{2,4,31,32,33}; 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 **NANOFOTÓNICA**; {2}

1996

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

1997

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

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 Nanoelectrónica**" monografía {2,4} 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 1999

2000

"Transient excitation behavior of a **dda-type AUGER molecule** in a semiconductor host", Estructura potencial para una **COMPUTADORA CUÁNTICA**; {2, 4} Theoretical Chemistry Accounts, vol.104, 331 (2000)

2001

Proyecto Estratégico para el Desarrollo de la **NANOTECNOLOGÍA en la BUAP**, presentado por {2,4} ante la Rectoría (E. Doger); Quedó sin respuesta!

2001

Proyecto para la **Transformación** del Depto. de **Microelectrónica** del ICUAP en Depto. de **NANOTECNOLOGÍA**, presentado por {2, 4} ante la Dirección del ICUAP (Dir.: L. Cedillo); Quedó sin respuesta! En su lugar se anuló el Depto. de Microelectrónica en la BUAP !

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 **NANOBIOTECNOLOGIA**, integrando FCE, FCC, Esc. Biología {2}

2002

Publicación de la monografía "**Herramientas Analíticas de Interfases Sólidas**", por {2} donde se describe técnicas para la nanotecnología. Editorial LIBRIS, www.bol.de, ISBN, Norderstedt 2002

2002

El Proyecto de Investigación "Estudio de Efectos de Polarización eléctrica en **Materiales de la Bioelectrónica**" {2,4} 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 {2,4} www.nanotron.ece.buap.mx, Siguen **NANOTRON**²⁰⁰⁴; **NANOTRON**²⁰⁰⁵; **NANOTRON**²⁰⁰⁶; **NANOTRON**²⁰⁰⁷; **NANOTRON**²⁰⁰⁸ **NANOTRON**²⁰⁰⁹

2003

"**Nuevos Catalizadores NANOestructurados...**" publicado en *NeM* 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)** {2,4, 38-58}

2003

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

2003

"**Josephson Junction Array Device**", invento de un dispositivo de la crio**NANOTRÓNICA** por {2}, que lleva 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 (NeM)** por {2} con colocación internacional www.revista-nanociencia.ece.buap.mx. Es la primera revista de investigación de 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. Vol. 5, N° 1, 2; 2007; Vol. 5, N° 1, 2; 2008; Vol. 5, N° 1, 2; 2009.

2003

"**Áreas eléctricamente conductivas en nanosistemas de capas delgadas**"; Concepto de una integración tres-dimensional en la nanoelectrónica. {2,4}. Patente de la BUAP; IMPI, PA/a/20000/004489, MEXICO 2005

2003

"**NanoTecnologías Interdisciplinarias**"; Una Materia multidisciplinaria optativa para los estudiantes de la BUAP, elaborada y realizada por Labnanotrónica {2,4}

2004

"**NANOBIOTECNOLOGIA** de materiales basados en sistemas biológicos". Proyecto de Infraestructura e Investigación Básica en la BUAP, otorgado y financiado por CONACyT/SEP (2004 a 2007) N° SEP-2003-C02-45311 {2,3,12,15}

2004

Separación arbitraria de los Responsables del Proyecto "**NANOBIOELECTRÓNICA**" {2,4} de sus laboratorios por malintención del director del ICUAP (TorresJácome), provocando un retraso de dos años en el avance del proyecto. No existían necesidades ni razones académicas, que hubieran justificada esta acción en contra de la investigación científica en la BUAP.

2004

"**Molecular Wires in future Nanoelectronics Systems**", Publicaciones por autores de la BUAP {2,5,6} en la rama de **NANOTRÓNICA**,
J. Molecular Structure (THEOCHEM), Vol.709, N°.1-3, pp. 215-222 (2004)

2004

"**NANO-PATENTES**" {2,4} Antología sobre los avances de la nanotecnología a nivel internacional, 210 págs., FCE de la BUAP 2004

2004

Primeras Tesis de Maestría en la rama de NANOTRONICA (nanomáquinas) en la FCE {13,14}, asesorados por LabNanotrónica {2,4}. Nace además la **NANOBIÓNICA** en la BUAP. Evento **NANOTRON**²⁰⁰⁴

2005

NANOTRON²⁰⁰⁵ con ponencias magistrales de Nanotecnología {2,35,37,38}

NANOBIOELECTRÓNICA "Manipulación controlada de biosistemas..." clave 50725 Proyecto de Infraestructura y Continuación en Investigación Básica, presentado ante CONACyT/SEP (2006 a 2008) por Labnanotróica {2,4}

2006

Inauguración del nuevo Laboratorio experimental de NANOTRONICA en la FCE de la BUAP www.labnanotronica.ece.buap.mx {2,3,4,12,26,27,28}; Evento NANOTRON²⁰⁰⁶

2007

"Iniciativa NANO-BIO", Proyecto de Desarrollo de NanoBioTecnología presentado ante los directores de la Esc. de Biología y de la FCE de la BUAP {2,4,39}; Exposición de Carteles de Investigación Estudiantil "Un GigaBosque de NanoArboles en el Evento NANOTRON²⁰⁰⁷" {2,4,41-60}

2008

Proyecto de Infraestructura para la "Capacitación Tecnológica del Profesorado en la Rama de Nanociencias y Nanotecnología" {2,4,39,40}; Evento NANOTRON²⁰⁰⁸

2009

Aparece en su séptimo año desde la fundación, el Internet Electronic **Journal Nanociencia et Moletrónica (NefM)** Vol.7; n°1,2 con colocación internacional www.revista-nanociencia.ece.buap.mx. Su editor académico {2}; Evento NANOTRON²⁰⁰⁹

Protagonistas

{1} Luís Rivera Terrazas[†] (Rector 1975-1981);

{2} Alfred F.K. Zehe;

Enrique Agüera I. (Rector 2004 ...){3}; Blanca Araceli Ramírez Solís{4}; Juan-Gerardo Robles{5}; Amparo Salmerón Valverde{6}; Grisel Corro{7}; Cesar Bautista Ramos{8} Vladimir Serkin{9}; José-Guadalupe Vazquez{10}; Ricardo Peña{11}; Jaime Cid Monjarás{12}; A. Sanchez{13}; M. Durán{14}; Tobías Rodríguez{15}; Apolonio Juárez{16}; José de la Luz Martínez{17}; Miguel Gracia{18}; Gerardo Martínez{19}; Pedro-Hugo Hernández{20}; Alberto Mendoza {21} Carlos Vazquez{22}; Hugo Navarro{23}; Juvencio-Monico Monroy{24}; Rodolfo Reyes{25}; Ricardo Mut{26}; Laura Ramírez Díaz{27}; Maria del Carmen Ramírez Díaz{28}; Odilón Vazquez{29}; Fortino Bañuelos{30}; Raúl Fournier{31}; Elsa Chavira{32}; A. Pedroza{33}; Rafael Baquero{34}; U. Pal{35}; R. Silva{36}; Jorge Ascencio{37}; Oleg Starostenko Basarak{38}; Fernando Porrás{39}; Fernando Reyes{40}; Alumnos de la FCE, FCFM, FCC, FIQ, Esc.Biol.{41-60};

