

Encuentro Nano Mercosur
(Agosto 2007, Bs. Aires)

Panorama y perspectivas de la micro y nanotecnología en el Perú

Abel Gutarra Espinoza
Laboratorio de Materiales Nanoestructurados
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Ingeniería
Lima-Peru
agutarra@uni.edu.pe

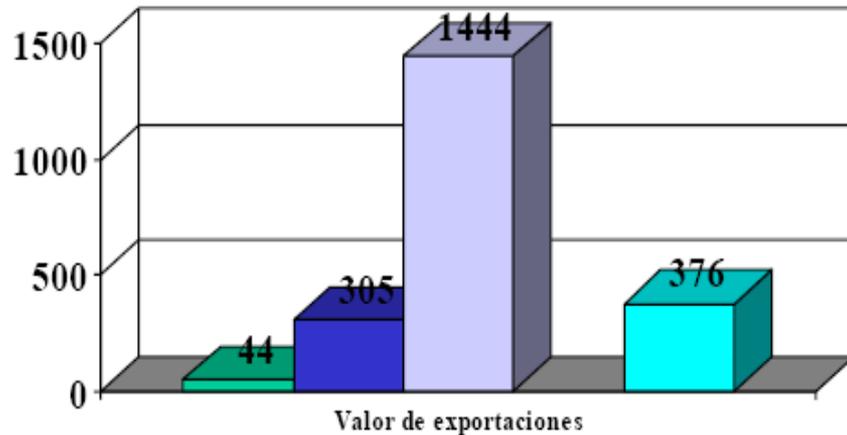
El Perú: un país diverso

Diversidad: biológica
geológica
climática
cultural

**Problemas
tecnológicos:** minería
agua
deforestación
depredación de especies
suelos
viviendas

Exportaciones de bajo valor añadido

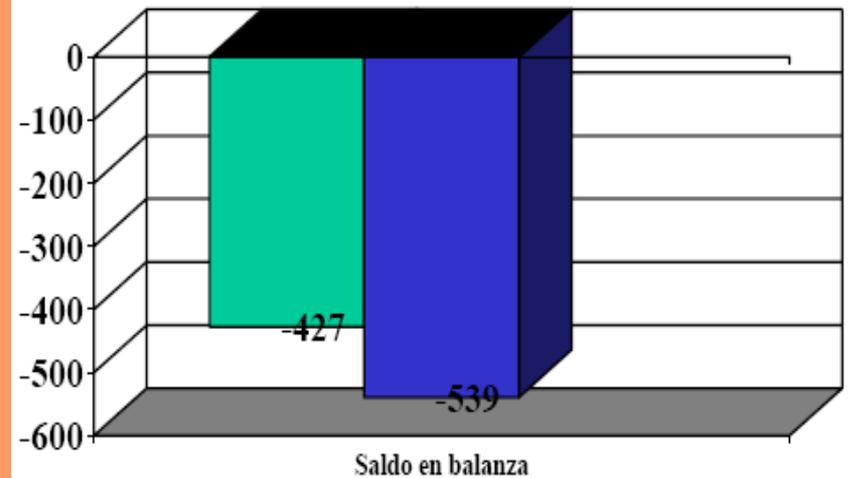
PERU: Valor de las exportaciones según grado de incorporación de conocimiento (En millones de dólares)



■ Bienes con alta tecnología ■ Bienes con mediana tecnología
■ Bienes con baja tecnología ■ servicios tecnológicos

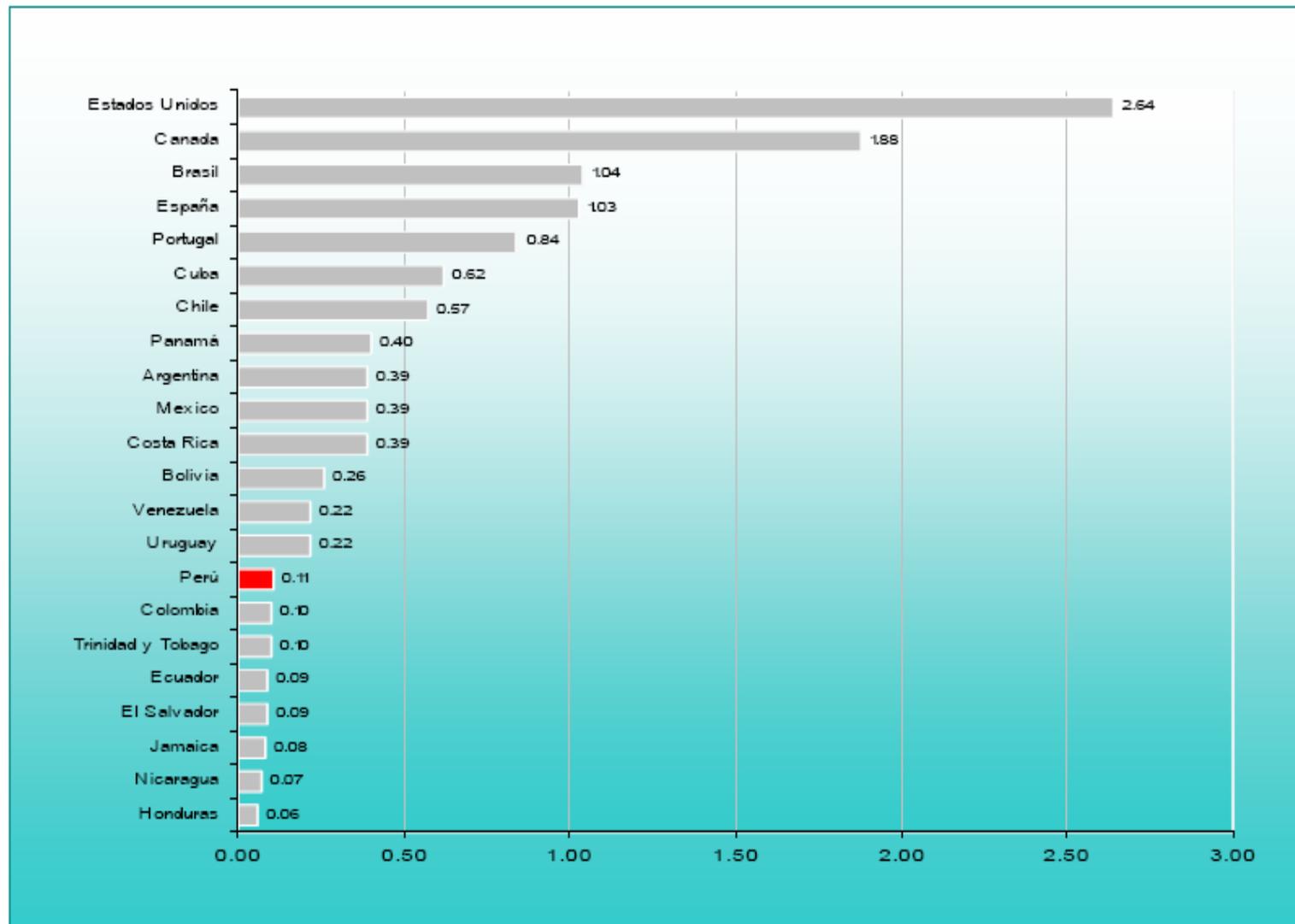
Balanza internacional del conocimiento (2004), deficitaria - 427 MM bienes con mediano y alto contenido tecnológico, y - 539 MM en servicios intensivos en tecnología,

PERU: Saldo en la balanza internacional de conocimientos - 2004 (En millones de dólares)



■ Saldo en balanza de bienes ■ Saldo en balanza de servicios

PERU: GASTO EN I+D COMO PORCENTAJE DEL PBI POR PAISES - 2002



Avances en la política de CTI

Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SINACYT), el cual vinculará a los diversos agentes de los sectores privado, público y académico para la puesta en marcha de planes y programas de CTI, con una proyección de largo plazo.

La Ley del CONCYTEC (Ley 28613), es igualmente un instrumento normativo fundamental para vincular a los sectores público y privado, y a la CTI con la producción y con el desarrollo social y ambiental

El Acuerdo Nacional, que involucra a representantes del Estado y la Sociedad Civil, contiene 31 puntos, uno de los cuales – el Acuerdo 20 - se refiere a la CTI:

“Nos comprometemos a fortalecer la capacidad del país para generar y utilizar conocimientos científicos y tecnológicos, para desarrollar los recursos humanos y para mejorar la gestión de los recursos naturales y la competitividad de las empresas. Nos comprometemos también a asignar mayores recursos financieros mediante concursos públicos de méritos que conduzcan a la selección de los mejores investigadores y proyectos, así como a proteger la propiedad intelectual”.

Con la participación de los investigadores de diferentes sectores, el CONCYTEC estableció el Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2006 – 2021. Nanomateriales se ubica como eje temático dentro del Programa de Materiales (PROMAT)

PNCTI 2006-2021

PROGRAMAS DE CTI

Otros programas (...)

PROMED

PROAGRO

PROCAM

PROBIO

PROMAT

Ejes temáticos de generación de CTI

- ✦ Caracterización e inventario de materiales
- ✦ Manipulación y diseño de nanomateriales
- ✦ Nuevos tipos de aleaciones
- ✦ Nuevos materiales cerámicos, poliméricos y compuestos
- ✦ Productos industriales con mayor valor agregado

OBJETIVOS

PROYECTO

OBJETIVOS

PROYECTO

OBJETIVOS

PROYECTO

Ejes de soporte a la CTI

- ✦ Institucionalidad y normatividad,
- ✦ Capacidades humanas,
- ✦ Infraestructura y equipos,
- ✦ Información y difusión,
- ✦ Cooperación internacional,
- ✦ Financiamiento,
- ✦ Incubación de empresas de base tecnológica
- ✦ Prospectiva y vigilancia tecnológica
- ✦ Transferencia y extensión tecnológica

OBJETIVOS

PROYECTO

OBJETIVOS

PROYECTO

OBJETIVOS

PROYECTO

Eje Temático

Objetivos de CTI

Impacto

CARACTERIZACIÓN E INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS

(1) Generar información y conocimiento accesibles sobre propiedades, tipos y aplicaciones industriales de diversas materias primas con mayor valor económico y potencial competitivo en el mercado

(1) Incremento de la inversión privada en proyectos de innovación en materiales

MANIPULACIÓN Y DISEÑO DE NANOMATERIALES

(2) Controlar, manipular y diseñar materiales de escala nano con potencial uso en Control Ambiental, Agricultura, Medicina, Energía, Construcción, Espintrónica^[1] y otras áreas prioritarias para el país

(2) Incremento de la inversión pública y privada en nanomateriales.

NUEVOS TIPOS DE ALEACIONES

(3) Desarrollar aleaciones más limpias de contaminantes y aleaciones especiales para el mercado del cobre, acero, oro, plata y plomo; y tecnificar el reciclaje de metales.

(3) Incremento de la oferta local y exportable de materiales metálicos con mayor valor agregado y menor impacto contaminante.

NUEVOS MATERIALES CERÁMICOS, POLIMÉRICOS Y COMPUESTOS

(4) Obtener materiales cerámicos, poliméricos y compuestos sustitutos a los tradicionales, con propiedades mejoradas para fortalecer los atributos de productos industriales, semiindustriales y otros en los que se puedan sostener ventajas competitivas; y tecnificar el reciclaje de materiales cerámicos y poliméricos.

(4) Incremento de la oferta local y exportable de materiales cerámicos, poliméricos y compuestos, mejorando sus niveles de calidad y productividad.

PRODUCTOS INDUSTRIALES CON MAYOR VALOR AGREGADO

(5) Desarrollar nuevos productos con mayor valor agregado y ventajas competitivas; y optimizar procesos industriales.

(5) Incremento de la oferta local y exportable de industrias basadas en metales, cerámicos y plásticos.

LINEAS DE ACCIÓN	PROYECTOS
Desarrollo de nanomateriales metálicos, cerámicos, magnéticos, semiconductores o superconductores	- Desarrollo de técnicas de obtención de nanomateriales inhibidores de corrosión aplicados a superficies metálicas y no metálicas
	- Desarrollo de métodos de aplicación industrial de nanopelículas sobre superficies metálicas
	- Desarrollo tecnológico de obtención y aplicación de recubrimientos cerámicos sobre matriz metálica
	- Métodos de obtención de nanoinclusiones en materiales compuestos
	- Desarrollo de diversos métodos de obtención de nanopartículas magnéticas
	- Desarrollo tecnológico de obtención y aplicación de nanopartículas metálicas, refractarias, semiconductoras sobre superficies diversas, para aplicaciones tecnológicas
	- Estudio del procesamiento y caracterización de bionanocompuestos (adsorbentes), para diversas aplicaciones
	- Obtención y aplicación de nanopartículas metálicas con función bactericida
	- Desarrollo de materiales nanocompuestos con propiedades térmicas para viviendas rurales

Crecimiento de monocapas moleculares	-Crecimiento de monocapas orgánicas o inorgánicas autoensambladas
	-Fijación de biomoléculas sobre sustratos sólidos para reconocimiento molecular
Desarrollo de nanocápsulas y nanoportadores.	-Obtención de liposomas para encapsular fármacos, agroquímicos u otras sustancias de interés específico.
	-Optimización de adsorbentes nanoporosos para la liberación controlada de sustancias de interés médico o agrícola
Diseño y construcción de transductores de baja dimensión.	-Desarrollo de biosensores basados en la unión de biomoléculas sobre semiconductores de silicio
Métodos computacionales para el diseño de nanoestructuras	-Simulación de la interacción entre biomoléculas y superficies sólidas usando programas de mecánica y dinámica molecular

Oportunidad de financiamiento de proyectos de investigación en micro y nanotecnología:

Programa de Ciencia y Tecnología con un préstamo del BID y una contrapartida del Tesoro Público, prevista para el año 2007. El monto total de este Programa es de US \$ 36 millones, y está destinado a financiar proyectos de innovación, investigación y capacitación que contribuyan a elevar la competitividad del país, sobre la base de la asociatividad entre empresas y centros de investigación.

Relaciones académicas entre investigadores peruanos e investigadores del Mercosur

- 2006, la Universidad Nacional de Ingeniería otorgó el título de Honoris Causa al Dr. Erney Camargo, presidente del CNPq.
- Según informes del CNPq, en Brasil hay unos 5,000 líderes científicos, los que dinamizan la investigación. De ellos, 500 son extranjeros: la primera participación extranjera es argentina con 224, y la segunda es peruana, con 115 científicos ⁽¹⁾.
- Un caso muy representativo es del peruano Dr. Cesar Camacho, actual director del IMPA (Instituto de Matematicas Puras y Aplicadas) de Brasil
- Actualmente hay cientos de estudiantes peruanos en universidades brasileñas. Parten con becas otorgadas por el CNPq, la Coordinación de Perfeccionamiento de Enseñanza Superior (CAPES) y el Fondo de Asistencia Estatal a la Investigación (FAPESP), entre otros⁽¹⁾. Se encuentran dispersos en UFRJ, USP, Unicamp etc.

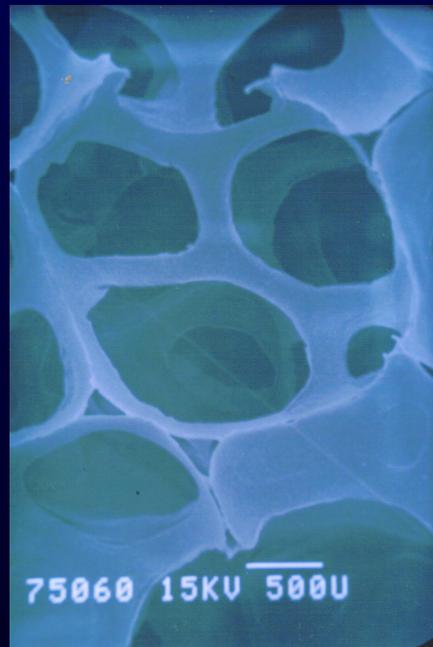
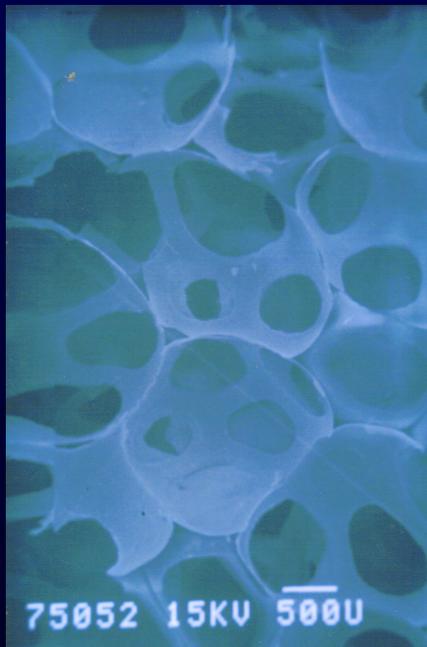
(1) M.Montoya (2003)

- En Argentina existe un número considerable de estudiantes peruanos. Pero principalmente la cooperación se da a través de proyectos específicos.
- Con CNEA, existen proyectos de varios años en el campo de fotocatalisis entre la Unidad de Actividad Química y la Facultad de Ciencias de la UNI, usando nanopartículas de óxidos de Ti y Zn para purificación de agua. La colaboración se ha extendido a la síntesis de nanoestructuras.
- Colaboración con el Centro de Tecnología y recursos Minerales (CETMIC), para el uso de arcillas modificadas en el tratamiento de efluentes industriales.
- Una mención especial es la participación de estudiantes peruanos de maestría y doctorado en Centro Atómico Bariloche, Instituto Balseiro, en nanomagnetismo.

Algunos ejemplos de investigación en micro y nanotecnologías en Perú

Purificación de agua

Filtros de arcilla adsorbente



Adsorción de colorantes textiles en monolitos porosos de arcilla



Inmunosensores, basados en ISFET

Generación de respuesta electrica por inyección de pulso ionico

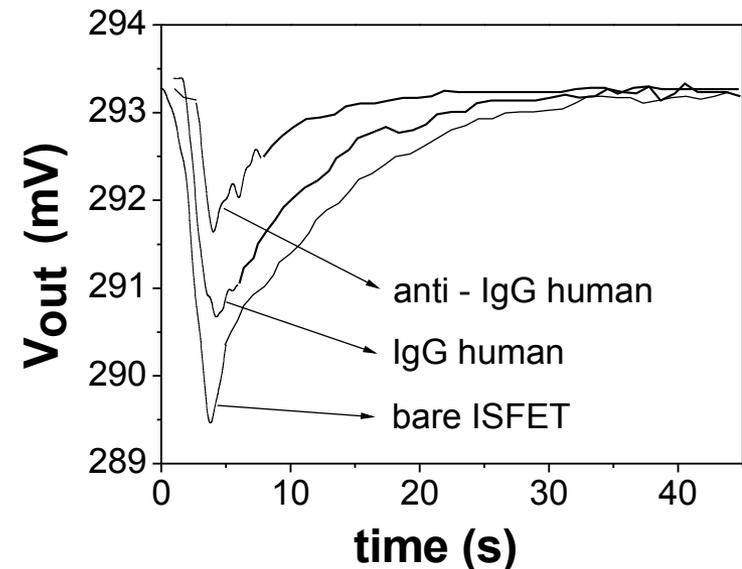
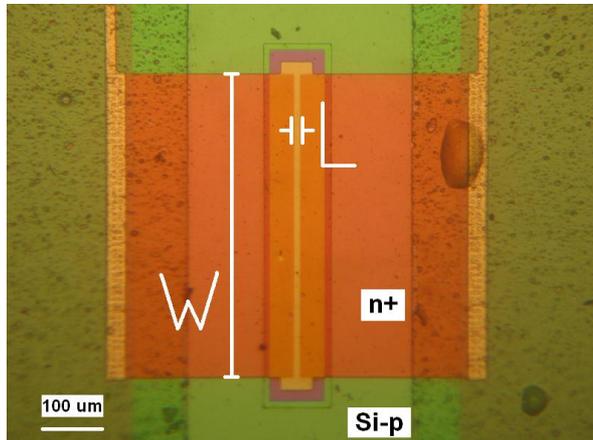
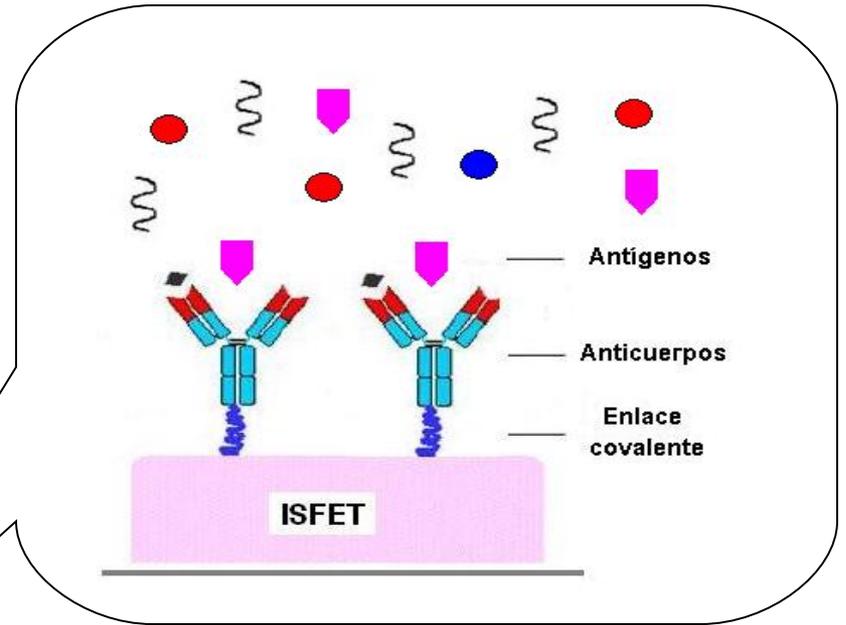
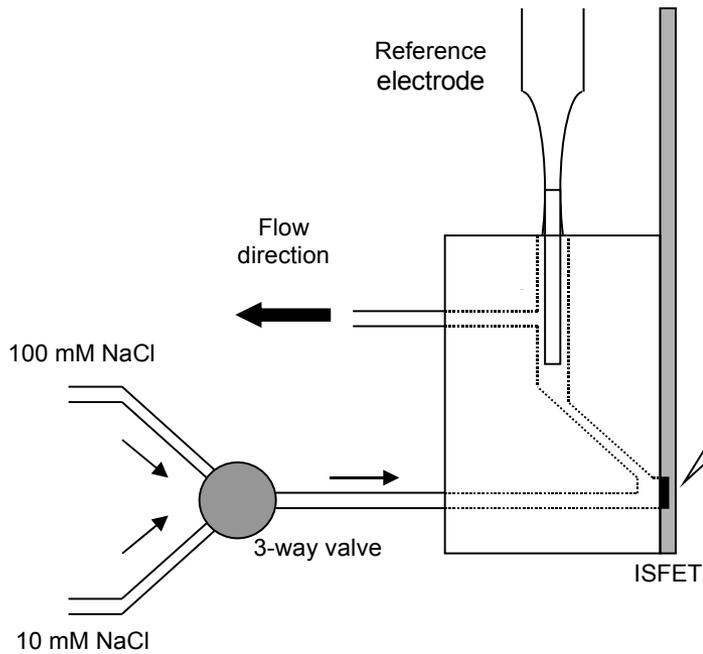
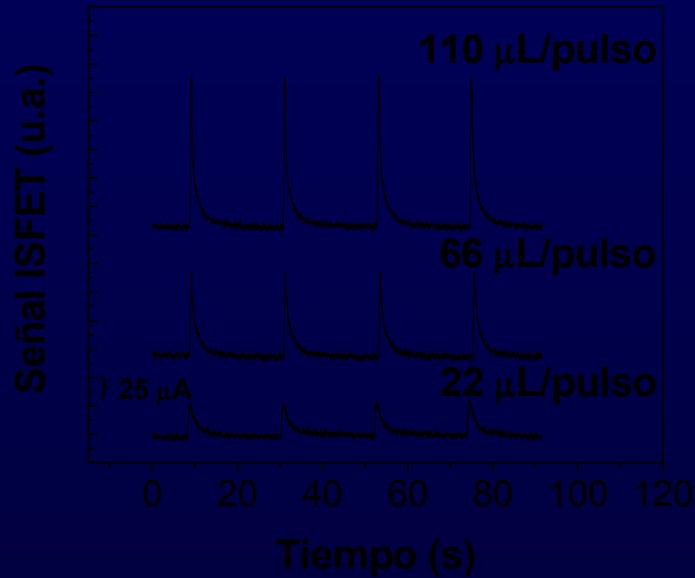


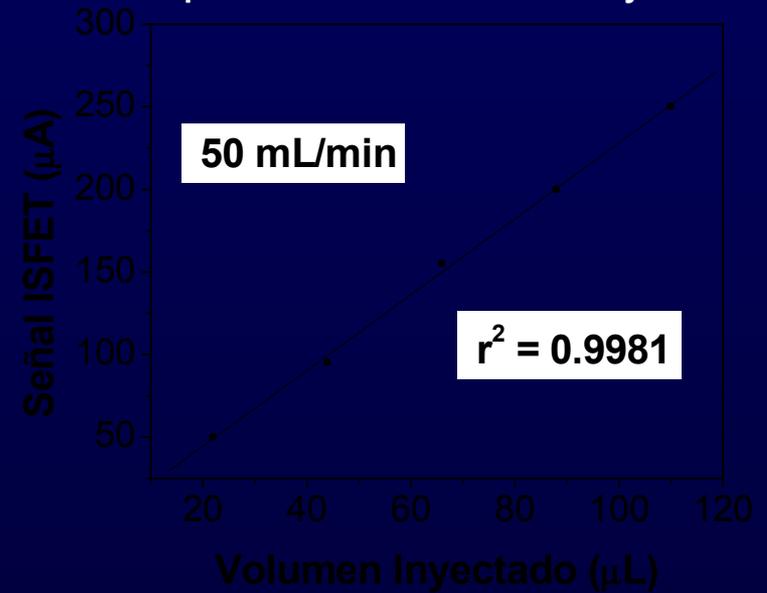
Figure 5. Ion-step responses of the ISFET before and after each incubation for an ion-step from 100 to 10 mM NaCl..

Respuesta electrica del ISFET.
Analito: solucion buffer pH=2 , 0,5M

Respuesta del ISFET en Flujo Continuo



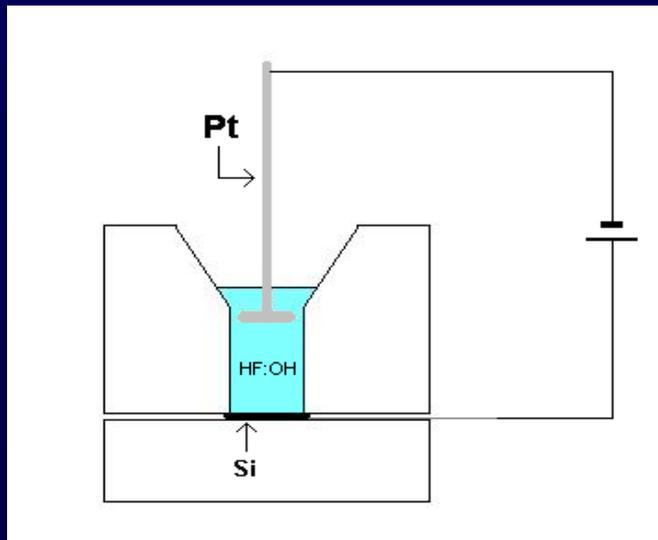
Amplitud del Pulso vs. Volumen Inyectado



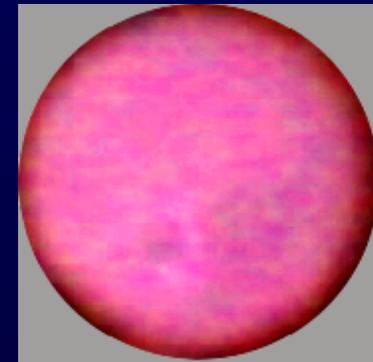
Silicio poroso: Sensor óptico y optoelectrónica

Obtención del Silicio Poroso

Celda para la obtención del Si poroso



Si-poroso iluminado con luz UV



Lab. Catalisis y Medio Ambiente 2004



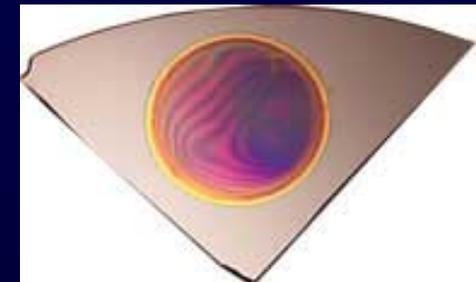
El ataque electroquímico crea nanoporos que modifican la estructura de bandas del Si produciendo luminiscencia

Se pueden hacer dispositivos de rápida detección de bacterias patógenas o de aplicación industrial.

Fabricando varias capas de Si poroso y puestas en contacto con las bacterias se obtiene diferente coloración lo cual permite discriminar entre diferentes tipo de bacterias.

La mayoría de bacterias son Gram (+) o Gram (-). Las Gram (+) son mas susceptible antibióticos.

La rapidez de la detección acelera la diagnostico y reduce los costos de análisis.



Sistemas de sputtering

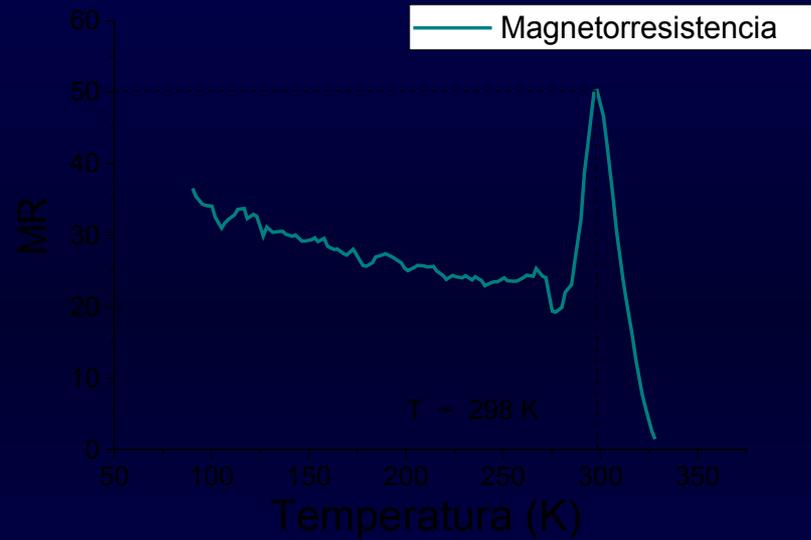
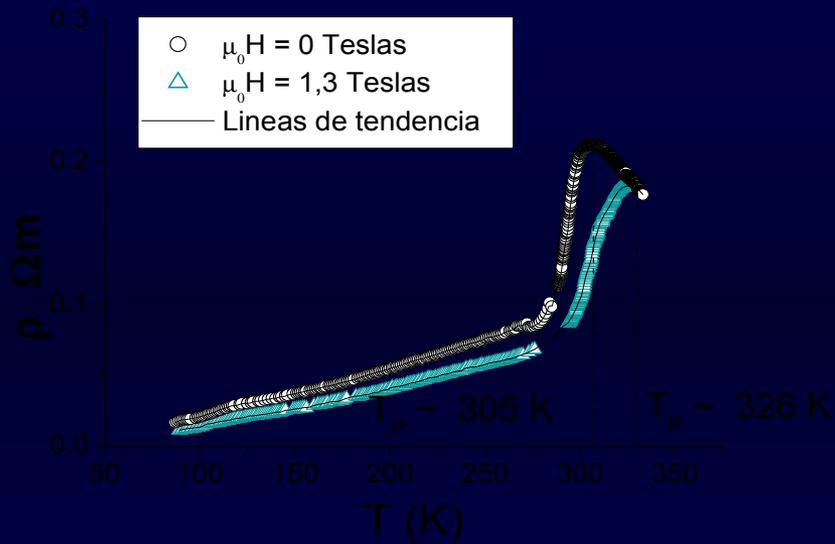


- Sensores por resonancia de plasmones superficiales (SPR)
- Multicapas para magnetoresistencia gigante
- Multicapas para aplicaciones opticas

Materiales magnéticos

Magnetoresistencia en manganitas $\text{Sr}_x\text{La}_{1-x}\text{MnO}_3$

Rodolfo Fernandez, Ray Reyes



Cambio de resistividad en función de la temperatura cuando se aplica campo magnético

La magnetoresistencia de la manganita cambia aprox. 50% a temperatura ambiente

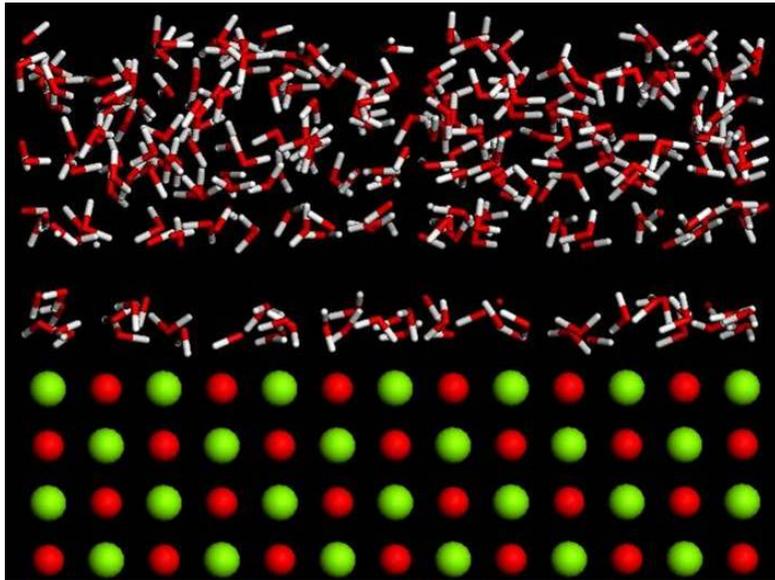
Nanopartículas de óxido de hierro

Coprecipitacion/Sol-gel
Solucion acuosa

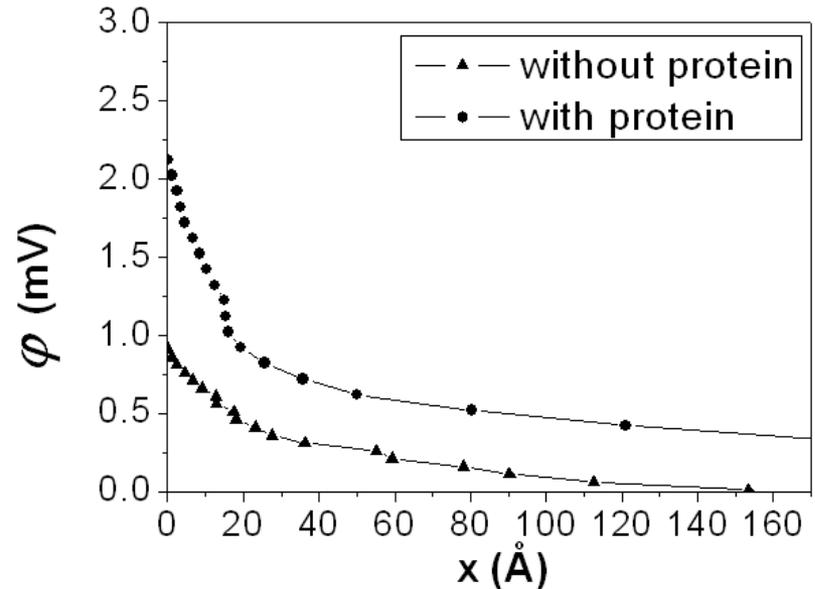


Simulación por dinámica molecular

Previous research



Dielectric – electrolyte interface

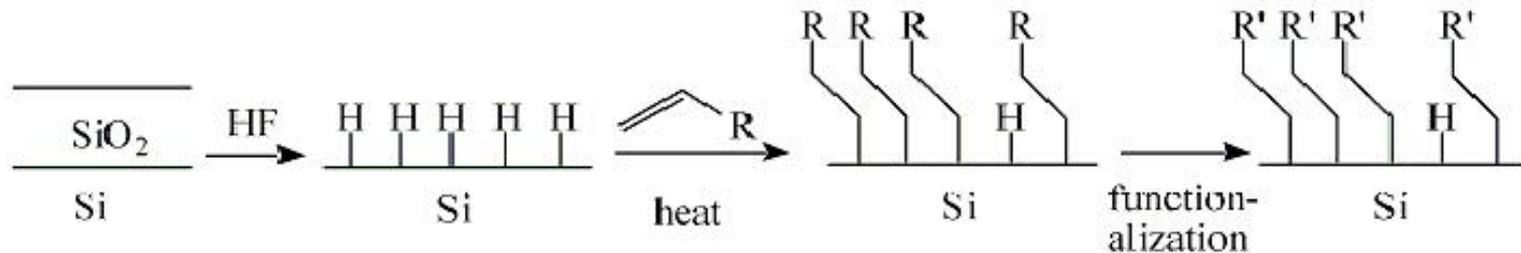


Interfacial potential

Our experimental results and molecular simulations showed the potential of solid-state biosensors, though the first results showed low sensitivity.

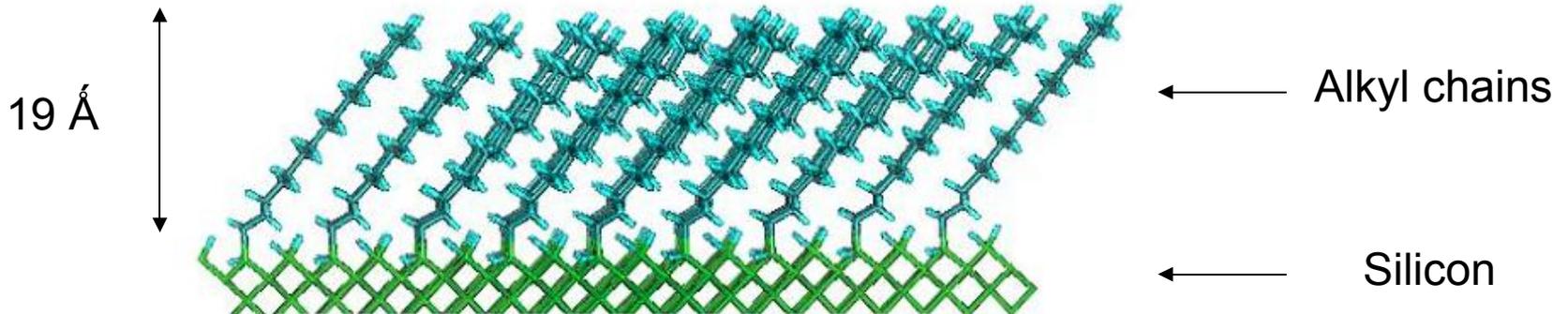
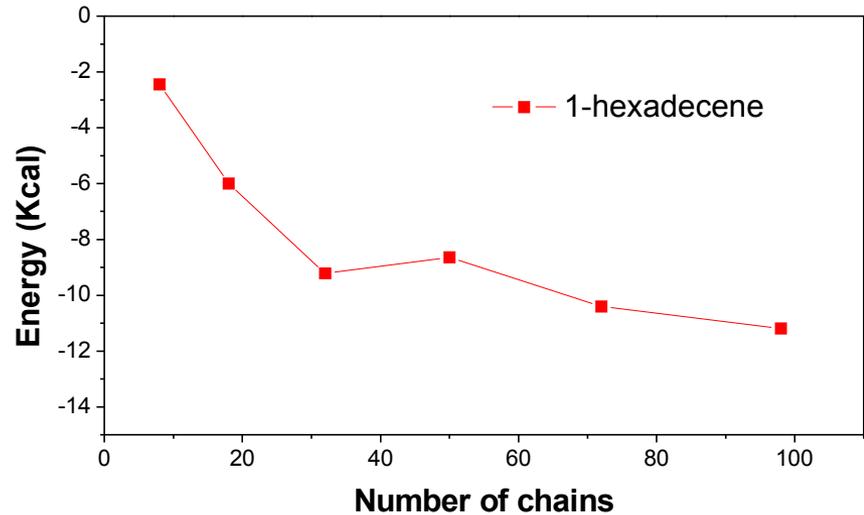
Monolayer preparation

- Pasivation of the silicon (100) or (111) surface.
- Thermal treatment with a solution of 1-alkenes or 1-alkynes.
- Monolayer functionalization (end group: NH_3^+).



Molecular dynamics

- Well-ordered monolayer.
- Tilt angle $\sim 60^\circ$.
- Thickness $\sim 19 \text{ \AA}$.



CONCLUSIONES

- La nanotecnología puede contribuir notablemente a cambiar la naturaleza primaria de nuestros productos exportados a productos con mayor valor añadido.
- El Peru tiene un plan estructurado de CTI, que incluye las NNs dentro del Programa Nacional de Materiales.
- Existen grupos de investigación, estudiantes de posgrado e investigadores peruanos en los países de Mercosur, especialmente en Brasil y Argentina, que podrían integrarse de manera organizada a una iniciativa regional en el campo de la nanotecnología.

Gracias por su atención