



ANEXO 1 - CURRICULUM VITAE NORMALIZADO

01 - ANTECEDENTES PERSONALES

Apellido: Ibañez

Nombres: Francisco Javier

Lugar de Nacimiento: Mendoza

Fecha de Nacimiento: 06-05-1973

Nacionalidad: Argentino

Estado

Civil:

Casado

Documento de Identidad ~~DNI~~ - LC - LE

Nro.: 23408012

Cédula de Identidad Nro.: 23408012

Policía: Federal

Domicilio Real: Calle: 20

Nº:207 Localidad: La Plata

C.P.: 1900

Provincia: Buenos Aires

Teléfono: 221-155367031

Fax: E-mail:

fjban@unlp.inifta.edu.ar

fjbanez73@gmail.com

Domicilio de notificaciones Dentro del Radio Urbano de La Plata (**Art. 20 Ord.101**)

Calle: Diagonal Calle 20

Nº: 207

Teléfono: 221-155367031

Fax:

02 - ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS (indicar entidad otorgante y año)

Universitarios: Ingeniería Química

De Post-Grado. Doctorado en Química

Otros estudios superiores: Especialización en Japón sobre Ingeniería Medioambiental

Posdoctorado: Química (University of Louisville, bajo la supervisión del Dr. Zamborini)

03 - TESIS DE DOCTORADO O MAESTRÍA

Título: Doctor en Filosofía de la Química, (Ph.D in Chemistry)

Realizada en: University of Louisville, Kentucky, USA

Director de Tesis: Profesor Francis P. Zamborini

Calificación:

Premiado como mejor Tesis Doctoral en Química

04 - BECAS

Tipo: Postgrado

Fecha Inicio: Setiembre 2000

Fecha Terminación: Diciembre

2000

Lugar: Hiroshima, Japón

Institución Otorgante: Japan International Cooperation Agency (JICA)

Por concurso: Si

Tipo: Beca Doctoral

**En Grado**

Cargo: Adjunt Professor

Dedicación: simple

Cátedra: En Kentucky State University (KSU) y University of Louisville.

Año 2008

Periodicidad: 2 semestres

En Grado

Cargo: Teaching Assistant

Dedicación: n/a

Cátedra: Química General, Inorgánica e Introducción a la Química

Periodicidad: años 2001/02/03/04/05

07.2 Post - grado

Cargo: Titular

Dedicación: Simple

Asignatura: Actualización de Postgrado en Nanociencia y Nanotecnología (Universidad Tecnológica Nacional, ordenanza de rectorado N° 1194)

07.3 Categoría de docente - investigador (I - II - III - IV - A - B - C - D)

Fecha y categoría de ingreso: Otorgada por default a los investigadores repatriados

Situación actual (Categoría):

Lugar de trabajo: INIFTA

08 - CARGOS Y FUNCIONES DESEMPEÑADOS

08.1 Universitarios

08.2 En Instituciones Académicas y Científicas

09 - MIEMBRO DE JURADOS (TESIS - CONCURSOS - OTROS)**10 - CARRERAS DE INVESTIGADOR (CIC, CONICET, OTROS)**

Fecha y clase de ingreso: Noviembre 2008

Situación actual (Clase): Asistente

Lugar de trabajo: INIFTA/UNLP

11 - SUBSIDIOS RECIBIDOS

Institución otorgante: UNLP

N° de resolución: Subsidio para viajes

Monto: \$ 4.000 pesos argentinos

Duración: 1 año (Investigador responsable, subsidio para viajes)

Institución otorgante: ANPCyT

N° de resolución: PICT-PRH 295



Monto: \$ 205.000
Duración: 3 años (Investigador responsable)

Institución otorgante: CONICET
N° de resolución: PIP 0139
Monto: \$ 180.000
Duración: 3 años (Investigador co-responsable)

Institución otorgante: NSF (National Science Foundation)
N° de resolución: CHE-0518561
Monto: U\$S 300.000
Duración: 3 años (co-responsable)

Institución otorgante: KSEF (Kentucky Science Fundation for Engenieering)
N° de resolución: 1032-RDE-008
Monto: U\$S 100.000
Duración: 2 años (co-responsable)

12 - SOCIEDADES ACADÉMICAS Y PROFESIONALES DE LAS CUALES ES MIEMBRO

American Chemical Society.

13 - PATENTES – CONVENIOS

3-CHEMICAL SENSORS FOR DETECTING VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS AND METHODS OF USE

ZAMBORINI, Francis P., IBANEZ, Francisco J.

The presently-disclosed subject matter provides sensors and methods for detecting volatile organic compounds (VOCs) by determining the conductivity of a chemiresistant film upon exposure to VOCs, including for example chemiresistant films comprised of **Patent record available from the World Intellectual Property Organization(WIPO)**

2-CHEMICAL SENSORS FOR DETECTING HYDROGEN AND METHODS OF USE

ZAMBORINI, Francis P., IBANEZ, Francisco J.

The presently-disclosed subject matter provides sensors and methods for detecting hydrogen by determining the conductivity of a chemiresistive film upon exposure to hydrogen, including for example chemiresistant films comprised of ... **Patent record available from the World Intellectual Property Organization (WIPO)**

1- CONVENIO. Inicio de Convenio entre la Universidad de Louisville y Universidad Nacional de la Plata.

14 - SEMINARIOS - CONFERENCIAS Y CURSOS DICTADOS



2) Set. 2009. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza (UTNFRM), Mendoza Argentina. 2º Curso de Posgrado Actualización de Postgrado en Nanociencia y Nanotecnología. Introducción a la nanociencia y nanotecnología, obtención de Nanomateriales, química de superficie, técnicas microscópicas y espectroscópicas para la caracterización de materiales a escala nanométrica. Curso aprobado por Rectorado bajo Ordenanza N° 1194

1) Oct. 2008. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza (UTNFRM), Mendoza Argentina. 1º Curso de Posgrado Actualización de Postgrado en Nanociencia y Nanotecnología. Introducción a la nanociencia y nanotecnología, obtención de Nanomateriales, química de superficie, técnicas microscópicas y espectroscópicas para la caracterización de materiales a escala nanométrica. Curso aprobado por Rectorado bajo Ordenanza N° 1194

15 - PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS - ENCUENTROS - JORNADAS Y SIMPOSIOS

14) Jornadas de Medioambiente. “Nanociencia/Nanotecnología y su Alcance en el Medio ambiente”. Disertante invitado. CIDEPINT (CONICET)-UNLP. La Plata, Buenos Aires. Argentina. 12 de Marzo del 2010

13) Meeting. Participación en poster “*Alkanethiols Adsorbed on Planar and Curved Palladium Surfaces: Composition and Stability Studies by Electrochemical Techniques and X-ray Photoelectron Spectroscopy*”. **Bristol, United Kingdom (UK)**. Agosto del 2009.

12) Seminario. Disertante. “Uso de Nanopartículas Metálicas para Sensor Vapores (VOCs) e Hidrógeno (H₂)”. Refinería Repsol-YPF, Ensenada, La Plata, Buenos Aires. 14 de Septiembre del 2009.

11) Encuentro de Investigadores y Docentes de las Ingenierías, EnIDI. Disertante invitado. Charla de apertura: “Introducción a la Nanociencia y Nanotecnología. Sensores Ambientales a Base de Nanopartículas Protegidas con Grupos Orgánicos”. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza, UTNFRM, Mendoza, Argentina).

10) Seminario. Disertante invitado. “Introducción a la Nanociencia y Nanotecnología. Sensores Ambientales a Base de Nanopartículas protegidas con Grupos Orgánicos”. Refinería Repsol-YPF. Lujan de Cuyo, Mendoza. 11 de Septiembre del 2008.

9) Conference. Presentación de poster: “The Use of Organic-Coated Pd and PdAg Alloy Nanoparticles for H₂ Sensing and Storage Applications”. Kentucky Nanomaterials (KYNANOMAT). University of Louisville, Kentucky, USA. March 16-18, 2008.

8) Seminar. Invited Speaker. “Utilizing the electronic properties of metal nanostructures for medical diagnostics through breath analysis and antigen detection”. Brown Cancer Center. University of Louisville, Kentucky, USA. Feb 18, 2008.



7) Escuela de nanociencia y nanotecnología. 1º Escuela Binacional Argentina-Brasil de Nanopartículas. Estudiante invitado. Centro Binacional (CABINN) de Nanotecnología y Nanociencia Buenos Aires, Argentina. Mayo-Junio 2006

6) 39th Central Regional Meeting of the American Chemical Society (ACS). Talk “Chemiresistive Hydrogen Sensing with Films of Pd and PdAg Alloy Nanoparticles”, accepted at the 2007 Covington, KY, USA. May 2007.

4) 232nd ACS National Meeting of the American Chemical Society. Poster Presentation “Chemiresistive Sensing with Metal Nanoparticles”, accepted at the San Francisco, CA, USA September 2006.

3) 231st ACS National Meeting Atlanta. Oral talk “Au and Pd Monolayer-protected Clusters used for Vapor and Gas Sensing” accepted at 2006 Atlanta, Georgia, USA. March 2006.

2) 231st ACS 61st Southeast and the 57th Southeast Joint Regional Meetings. Oral Talk “H₂ Sensing with Pd and PdAg alloy MPCs” accepted at 2005 Memphis Tennessee, USA. November 2005.

1) Physical and Electronic Conference Meeting. Poster presentation. “Chemiresistive Sensing with Microcontact Printed Lines of Gold Monolayer-protected Clusters” accepted at the 2005 Madison, Wisconsin, USA. June 2005.

16 - ORGANIZACIÓN DE EVENTOS CIENTÍFICOS - VISITAS DE INVESTIGADORES

Síntesis, Caracterización, y Aplicaciones de los Nanomateriales (Sensores y Celdas de Combustible)

Organizador: Dr. Francisco J. Ibañez (Laboratorio de Nanoscopías y Físicoquímica de Superficie-INIFTA-UNLP-CONICET)

Co-Organizador: Dra. Noemí Elisabeth Walsøe de Reca (CINSO-CITEFA-CONICET)

Temática: Se desarrollarán temas de gran interés actual como son los sensores ambientales (gas y vapor) y celdas de combustible (“fuel cells”), ambos construidos con películas de nanopartículas y/o materiales nanoestructurados. Se profundizará en diversos métodos de síntesis de estos materiales (entre ellos técnicas de “bottom-up” y “top-down”). Se verán detalles de síntesis de nanopartículas como así también técnicas de micro/nano fabricación. Finalmente, se tratarán técnicas de caracterización microscópica y espectroscópica y se estudiarán las ventajas de los nanomateriales frente a los materiales masivos o de mayor tamaño, sus aplicaciones y la proyección a la industria local e internacional.

17- PARTICIPACION EN PROYECTOS ACREDITADOS DE INVESTIGACION CIENTIFICA, ARTISTICA O DESARROLLO TECNOLOGICO



Título del proyecto participación	Duración	Entidad que acredita	Carácter de
--------------------------------------	----------	----------------------	-------------

En Argentina:

2) “*Desarrollo y Estudio de Sistemas Bimetálicos en Superficies Planas y Nanopartículas y sus Potenciales Aplicaciones en Sensores y Catálisis.*” CONICET. 2010-12. Investigador Co-principal: Francisco Ibañez)

1) *Películas de Nanopartículas Metálicas Protegidas con Grupos Orgánicos (MPCs) y Películas Delgadas usadas como Sensores Químico-resistivos y Potenciales Aplicaciones en Catálisis y Bio-detección*”. Por ser otorgado en los periodos del 2010-12. Agencia Nacional de Investigación Científica, Tecnología e Innovación Productiva. Investigador Principal: **Francisco Ibañez**)

En EE.UU:

2) “Grown Nanorods on Surfaces and Chemiresistive Vapor Sensors” **National Science Foundation (NSF) Grant** (CHE-0518561) otorgado para el segundo semestre del 2005. Participación como becario.

1) Chemiresistive Sensors. **Kentucky Science and Engineering Foundation** (KSEF-1032-RDE-008) otorgado desde el enero del 2006-2008. Participación como becario

18 - TRABAJOS PUBLICADOS O ACEPTADOS PARA PUBLICAR EN REVISTAS PERIÓDICAS, ACTAS DE CONGRESOS, LIBROS O CAPÍTULOS DE LIBROS (Indicar autor, año, título del trabajo, nombre de la revista u otra publicación, volumen, páginas, si tiene o no referato).

8) Laura Bergant, **Francisco J. Ibañez**, and Francis P. Zamborini*. "*Selectivity Improvement by Vapor- and Liquid- Phase Exchange Vapors on Films Comprised of Au MPCs*" *En preparación.*

7) Francis P. Zamborini **and Francisco J. Ibañez***. "*Chemiresistive Sensing with Chemically- modified Metal and Alloy Nanoparticles*". *Enviado para publicación in Small Nov. 2010.*

6) Mónica Moreno-Ruano, **Francisco J. Ibañez &** Francis P. Zamborini*. "*H2 Reactivity of Pd Nanoparticles Coated with Mixed Monolayers of Alkyl Thiols and Alkyl Amines for Sensing and Catalysis Applications*". *J. Am. Chem. Soc. 2011, 133, 4389–4397.*

5) Radhika Dasari, **Francisco J. Ibañez**, and Francis P. Zamborini*. "Electrochemical Approach for Fabricating Devices for Sensing or Molecular Electronics Applications". *Aceptado en Langmuir.* ASAP article. *Su figura de contenido fue elegida como tapa de revista*



4) **Francisco J. Ibañez** and Francis P. Zamborini. "Chemiresistive Sensing of Volatile Organic Compounds with Films of Surfactant-Stabilized Gold and Gold/Silver Alloy Nanoparticles". *ACS Nano*. **2008**, 2, 1543

3) **Francisco J. Ibañez** and Francis P. Zamborini. "The Reactivity of Hydrogen with Solid-State Films of Alkylamine- and Tetraoctylammonium Bromide-Stabilized Pd, PdAg, and PdAu Nanoparticles for Sensing and Catalysis Applications". *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, 130, 622.

2) **Francisco J. Ibañez** and Francis P. Zamborini. "Ozone- and Thermally-Activated Films of Palladium Monolayer-protected Clusters for Chemiresistive Hydrogen Sensor". *Langmuir*. **2006**, 22, 9789.

1) **Francisco J. Ibañez**, Mark Crain, Kevin Walsh, and Francis P. Zamborini. "Chemiresistive Vapor Sensing with Microscale Films of Gold Monolayer Protected Clusters". *Anal. Chem.* **2006**, 78, 753.

19 - TRABAJOS DE TRANSFERENCIA/EXTENSION EFECTUADOS

Colaboración con otros Grupos e Instituciones

Repsol-YPF

Lic. Mariano Cipollone. Iniciativas de vinculación y transferencia de las patentes (Chemical Sensors and Methods of Use). Desarrollo de sensores de alcanos para el área de exploración. Mejora de la sensibilidad de sensores de vapor para detección a nivel fuente.

UTN-FRM

Ing. G. Mercado. Proyecto de colaboración con el Grupo de Wireless Sensors en el departamento de Ingeniería Electrónica de la UTNFRM, el cual es dirigido por el Ing. Gustavo Mercado. Tal desarrollo consta del diseño e ingeniería de un dispositivo que permita medir corrientes del nanoamperios (nAmp) para la utilización de sensores compuestos de nanopartículas. Dicho dispositivo debe ser portátil, de tamaño pequeño y sensar remotamente corrientes muy bajas que son la señal de las nanopartículas cuando reaccionan física o químicamente con el analito en cuestión

20 - TRADUCCIONES

21 - FORMACIÓN Y DIRECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS

21.1 Becarios

Años	Institución	Categorías	Nombre
------	-------------	------------	--------

Graduados (Candidatos a Master y Doctorado):

2010. INIFTA/UNLP/CONICET. Estudiante de doctorado. Matías Calderón
2007-hasta la fecha. University of Louisville, KY, USA. Estudiante de



Docotorado. Mónica Moreno.
2006-2008. University of Louisville, KY, USA.
Estudiante de Master. Joseph E. Parrino

Estudiantes de carrera:

2007-2008. University of Louisville, KY, USA. Estudiante de grado, cursos de verano. Rachel Tallent.

21.2 Dirección de tesis: terminadas y aprobadas

Doctorales

Año:	Apellido y Nombres:	Tema	Universidad
Calificación:			

Maestrías

Año:	Apellido y Nombres:	Tema	Universidad
Calificación:			

2008 Parrino Joseph, H₂ Sensing with Pd and Pd alloy Nanoparticles. University of Louisville. Aprobado

21.3 Dirección de docentes - investigadores

Período	Apellido y Nombres:	Tema principal:	Categoría:
---------	---------------------	-----------------	------------

21.4 Discípulos de investigación con ubicación actual

21.5 Dirección personal apoyo a la investigación

Nomina de profesionales:	Periodo:
Técnicos:	
Artesanos:	

22 - ANTECEDENTES PROFESIONALES RELEVANTES, APORTES SIGNIFICATIVOS A LA ORGANIZACIÓN CURRICULAR

SERVICIOS:

Referato: Royal Society of Chemistry (RSC) and Thin Solid Films (THS)

Como Jurado: en presentación de Trabajos Encuentro de Investigadores y Docentes de las Ingenierías (EnIDI), Mendoza, Argentina. 2009

Como Jurado en: Presentaciones de Póster en el Cuarto Simposio. Anual de Investigación de Estudiantes de Kentucky, Louisville, USA. Abril 2004

Como Secretario: Asociación del Centro de Estudiantes Graduados de Química. 2003-2004



Posgrado. Universidad de Mendoza. “Postgrado en Ingeniería Medioambiental”. Beca otorgada por la Municipalidad de Mendoza (Mendoza, Argentina). Duración: 1 mes. Curso Dictado por Ing. Magister Gonzalo Dávila. 1999

Idiomas:

Inglés. Curso en el Hunter College (New York, USA). Nivel medio-Marzo/Junio 1999

TOEFL 595 pts/630, Kentucky, USA. Año 2001.

GRE (Graduate Research Examination) 1.100 pts. (Kentucky, USA). 2002

Francés. Básico. Alianza Francesa (Mendoza, Argentina) 1998

Trayectoria y logros alcanzados

Reseña.

Al finalizar el colegio primario en 1986 ingresé a la escuela Técnica Química Capitán Daniel Vázquez localizado en la ciudad de Mendoza provincia de donde soy oriundo. Mi interés y fascinación por la química recién comenzó a profundizarse los últimos dos años del colegio secundario (Escuela Técnica Homero Manzi) que me impulsó a comenzar con la carrera de ingeniería química en la UTN-FRM en el año 1992. La duración de mi carrera de ingeniería tomó 8 años en total. Si bien la duración fué extensa desde una visión cronológica, no lo es desde el hecho que la mayoría de los ingenieros se gradúan en un promedio de 9 años. Esto se debe a una serie de factores: a) la extensión de la carrera es de 6 años de cursado dentro de un plan de materias que son anuales y “no promocionales” (por lo menos en mi promoción), b) requerimiento de un proyecto de planta que por lo general toma unos 6 meses a un año su desarrollo, c) comienzo a trabajar en mi cuarto año de carrera para poder solventar mis gastos, y d) viaje al exterior para especializarme en la lengua inglesa. Estos datos, espero, justifican satisfactoriamente el promedio de años de estudio que arriba se mencionan. En mi quinto año de carrera realicé una pasantía en YPF más específicamente en la Refinería Luján de Cuyo en sus laboratorios de análisis fisicoquímica del crudo y refinados de petróleo. Luego tuve la gran oportunidad de viajar a Nueva York (EE.UU) a la finalización del cursado en ingeniería con el fin tomar clases de inglés en uno de los colegios más prestigiosos de la ciudad “Hunter Collage”. Un año antes de finalizar la universidad comencé a trabajar en la división de Desarrollo y Gestión Ambiental de la Municipalidad de Mendoza bajo la dirección del Ing. Gonzalo Dávila; quien luego dió un curso de posgrado sobre “desarrollo de un plan de impacto ambiental” donde tuve la oportunidad de participar como becario de la Municipalidad. Apenas graduado como ingeniero químico obtuve una beca de postgrado sobre "Técnicas y Teorías ambientales para un desarrollo sustentable" en la ciudad de Saiyo (Hiroshima, Japón). Dicha beca se financió a través del “Japan Internacional Cooperation Agency” (JICA) y tuvo una duración de 3 meses. Al finalizar la beca en Japón en Diciembre 2000 viajé de regreso a la Argentina y unas semanas después decidí viajar al estado de Kentucky para ver los programas de investigación que tenía la Universidad de Louisville, EE.UU. Antes de comenzar mi doctorado y de tener que elegir la temática o línea de trabajo comencé a estudiar la síntesis de obtención y las propiedades eléctricas y físicas de los nanotubos de carbono. Por supuesto que aunque con mucho desconcierto, me atrajo y ayudó en la decisión de involucrarme en temas relacionados con la nanociencia, la química de



superficie, química analítica y electroquímica al incorporarme al grupo del Dr. Zamborini que comenzaba con temáticas relacionadas a las que se mencionan arriba.

En Agosto del 2001 comienzo una nueva etapa en mi carrera profesional y da un giro crítico en asuntos que marcarían mi carrera como investigador. Mi beca doctoral la obtengo y decido unirme al grupo del Dr. Francis P. Zamborini, doctor en química graduado de la Universidad de Texas A&M. La tarea de becario en EE.UU es en algunos puntos dista al de Argentina en el sentido académico, contenido y carga de materias, y los mecanismos de financiación. Mis tareas académicas como becario eran las de dictar clases con una carga horaria no mayor a 20 horas semanales y ese estipendio me permitía pagar mis gastos personales. Por otro lado, la universidad solventaba las asignaturas como abajo se detalla (4 obligatorias y 2 opcionales como requisito mínimo formal para obtención del doctorado). En mi caso particular fueron 9 en total como consta en mi analítico: Advanced Analytical Chemistry, Advanced Physical Chemistry, Seminar, Advanced Organic Chemistry, Nanotechnology, Analytical Separations, Advanced Coordination Chemistry, Spectroscopy Topics in Analytical Chemistry, Fundamentals of Microfabrication and MEMS. La cantidad de asignaturas arriba descriptas fueron tomadas por decisión de ambas partes con el sentido de compenetrarme y aprender más sobre aspectos de química básica y de NyN. Notesé que mis antecedentes con bases en ingeniería así también lo exigían. Las clases que dictan los becarios constan de dos tipos distintos y se conforman de clases orales y prácticas de laboratorios. Las asignaturas enseñadas fueron: General Chemistry, Inorganic Chemistry, Honors Analytical Chemistry, entre otras. También es importante remarcar que los fondos de investigación provienen de trabajos presentados por mi director de tesis y jefe de posdoctorado, pero con la temática propuesta y desarrollada por ambas partes. Por ello es importante mencionar que esos fondos surgen de un trabajo que se presenta el alumno ante un comité y se conoce como "Original Research Proposal" y son temáticas innovadoras que se llevarán a cabo en el laboratorio.

El mismo profesor Zamborini luego de graduarme como "doctor en química con honores" (Dean Citation Award) me ofrece una posición de posdoctorado en su laboratorio. Las temáticas científicas giraron alrededor del uso de MPCs que basado en modificaciones de la síntesis de Brust-Schiffrin nos permitiera obtener películas de MPCs sensibles a la presencia de gases y VOCs. Ese era el objetivo final, pero no único. En el trayecto se estudiaron las propiedades eléctricas y físicas de estas películas, cuyas innovaciones terminaron en dos patentes.

Finalizo mi posdoctorado e inmediatamente soy aceptado para una "beca posdoctoral de reinserción" dentro del Proyecto de Recursos Humanos PRH N° 74, denominada "Escuela de Postgrado en Nanociencia y Nanotecnología" y adjudicado por la Resolución del directorio de la Agencia Nacional de Ciencia, Innovación y Tecnología pertenecientes al Ministerio de Ciencia, la cual había pedido una vez tomada la decisión de regresar a la Argentina. Desde Noviembre del 2008 estoy como investigador asistente en planta permanente del CONICET.

Estado actual de sus investigaciones

a) Importancia del área de estudio

El uso de sensores químicos y en este caso en particular enfocado a la detección de gases ambientales tiene mucha importancia debido a su gran espectro de aplicaciones. Estas varían, por ejemplo, desde la detección de vapores exhalado por pacientes, hasta la detección de "monóxido de carbono" (CO) en refinerías. La detección de vapores



orgánicos volátiles (se conocen con sus siglas en inglés como VOCs, volatile organic compounds) y gases ambientales es muy requerido por el sector de seguridad nacional, pública, hospitales, asociaciones ambientales, gobierno, empresa, etc. Por ejemplo, en temas ambientales, la generación de ozono (O_3) en la atmósfera, está relacionado con la formación de óxidos de nitrógeno (NO_x) vinculados a vapores (NO_x -VOCs). En el área de energía, la detección de pérdidas de etanol o hidrogeno (H_2) es vital para el uso en lo que se conoce como celdas de energía (fuel-cells) las cuales provienen de fuentes de energía renovables. En el área de detección de gases, el H_2 está pensado como una fuente renovable de energía para el futuro, pero es explosivo en concentraciones menores al 4% en una mezcla con aire por lo que deben usarse sensores que lo detecten.

Los sensores químico-resistivos se basan en un cambio de conductividad en la presencia del analito. En el estado del arte existen actualmente sensores a base de nanomateriales como el caso de nanotubos de carbono (CNTs), polímeros conductores, nanopartículas (NPs), y nanocables (NWs) los cuales ofrecen mejores características de sensado que aquellos materiales masivos. Demuestran ser de respuesta rápida, sensibles, con bajos límites de detección, y los beneficios antes mencionados de potencial miniaturización. En áreas de detección de vapores y gases con MPCs, aun, queda mucho por explorar y mejorar. También interesante es la posibilidad de diseñar MPCs de forma tal de poder preestablecer la distancia entre las mismas (por medio del número de carbonos en cadena) y así también poder controlar sus propiedades eléctricas de la película. La síntesis química para la obtención de MPCs, provee estabilidad a la NP pero también permite un control preciso sobre las propiedades de conducción eléctrica de la película de MPCs. Estos atributos deben tomarse en consideración a la hora de diseñar sensores y catalizadores.

Estos MPCs son interesantes aparte de su utilización en sensores, para la recepción y posible almacenaje de H_2 . A su vez, el tamaño es importante en procesos catalíticos debido a la gran cantidad de átomos de superficie en relación a átomos en el interior. La protección y posibilidad de manipulación del material orgánico protector de los MPCs son también una importante herramienta para mejorar la estabilidad del catalizador o simplemente poder controlar la reactividad del mismo.

b) Mis avances en el área

La intención primera era manipular nanopartículas (NPs) de Au por medio del uso de un microscopio de fuerza atómica (con sus siglas en inglés, AFM). Idealmente se quería obtener una película unidimensional (1D) de nanopartículas para estudiar su conductividad eléctrica (salto de electrones entre nanopartículas individuales) una vez formada dicha película entre dos electrodos metálicos. Estudios sobre nanopartículas simples en arreglos 1D son de mucho interés científico porque se puede aprender como varían las propiedades físicas y químicas a medida que se disminuye el tamaño de película o que ocurre entre nanopartículas individuales. La manipulación se realizaba con el AFM en modo de contacto para poder barrer dichas NPs y localizarlas entre dos electrodos. Estos electrodos fueron fabricados por nosotros en un laboratorio Limpio de Micro/Nanofabricación y MEMS (Universidad de Louisville). La separación de los electrodos metálicos (50 micras) más la formación de pequeños “gaps” entre las NPs producidas por un barrido imperfecto (no controlado), imposibilitó la medición de conductividad a lo largo del arreglo 1D. Al no poder medir corriente en la película tampoco se pudo extender los estudios al uso de estas para aplicaciones como sensores químicos.



El paso siguiente fue pensar una técnica que nos permitiera formar una película 1D o formar películas de NPs más pequeñas que las convencionales (milímetros y centímetros). Decimos usar un método conocido como “microcontact printing” desarrollado por Whitesides y Xia, que consta en el uso de un polímero blando actuando que se puede embeber en una solución para luego transferir la solución (por contacto) a un sustrato limpio. Como paralelismo se puede pensar en una pluma (sello, polímero), la tinta (en éste caso las NPs), y el papel (un sustrato limpio donde se puedan transferir las NPs). Basado en esto se pudo obtener películas microdimensionales (1.4 micras de ancho, 400 nm de alto) de que transferidas cruzaban como puentes dos electrodos separados por 1 μm . Dichas películas están conformadas por NPs metálicas protegidas con grupos orgánicos (MPCs) que se utilizaron para medición de conductividad y para observar los cambios de resistencia de las mismas al someterse a la presencia de vapores volátiles orgánicos (VOCs). En breve, la metodología y parte experimental consta de 1) obtención de MPCs por medio de una síntesis química, 2) el ensamblado y deposición de los mismos en forma de películas (1D, microdimensionales, o mayores) por medio de una técnica de drop-casting o microcontact printing, 3) la microfabricación de los electrodos en Laboratorio Limpio, 4) por último el sensado y medición de corriente con una estación electroquímica.

Antes de someter las películas a VOCs, descubrimos que la corriente que atravesaban las películas era muy baja y al someterlas a VOCs (tolueno saturado) se disgregaban. Por un lado, la baja conductividad se sospechaba que el material orgánico de los MPCs no hacían buen contacto con los electrodos y que la disgregación de las micropelículas se debía a la condensación del vapor concentrado (ej.; tolueno) en la película que generaba mucha expansión entre las nanopartículas impidiendo así conductividad entre los electrodos. Las películas de MPCs se pueden pensar como un arreglo de corazas metálicas o platos metálicos separados por un dieléctrico, constituyendo si se quiere un ensamblado de capacitores y resistores en paralelo que modifican su conductividad electrónica dependiendo en la composición del metal, la separación entre ellos, el material orgánico, el dieléctrico que provee el analito y la cadena orgánica, etc. Estas líneas de desarrollo científico me atrajeron al estudio y uso de películas sensitivas compuestas de MPCs con aplicaciones en el sensado de vapor y gases. Finalmente, las micropelículas fueron tratadas con temperatura para remover parte del material orgánico y así generar mejor contacto entre MPCs y electrodos. También se utilizó un intercambio de hexanodtioles con los hexanotioles iniciales de los MPCs para unir los mismos por medio de uniones fuertes tioladas y así proveer mayor resistencia a la película frente a la disgregación en presencia de VOCs saturados. De esta forma se logró sensar vapores en películas de tamaño micrométrico.

Luego quisimos involucrarnos en el sensado de gases y sintetizamos los MPCs de Pd (protegidas con hexanotioles) para su uso como sensores de Hidrógeno (H_2). Nos encontramos con el inconveniente que el H_2 no reaccionaba con el metal debido a la presencia de grupos tioles (SH) los cuales actuaban como veneno para el catalizador. Para mejorar esto utilizamos dos tratamientos previos para remover parcial o totalmente el material orgánico protector. Estos dos métodos físicos de temperatura y ozono impulsaron la desorción y la oxidación seguida de desorción, respectivamente de los grupos orgánicos protectores. Así se logró sensar bajas concentraciones de H_2 (1.100 ppm). Aparte del logro de aplicación se estudió cuantitativamente cuanto material orgánico se desorbía (por FTIR) se usó Raman para ver si la película se oxidaba de Pd a óxido de Pd (PdO), y se hicieron estudios de microscopia por AFM y SEM antes,



durante y después de la exposición de las películas a temperatura, ozono e H₂. Extendimos estos trabajos al uso de MPCs de Pd protegidas con aminas y con surfactantes a cambio de tioles y los resultados fueron sorprendentes. La película de MPCs reaccionaba en forma inmediata con el H₂ mejorando así significativamente el diseño de dicho sensor. Observamos que las aminas se desorbían durante la formación de hidruro de Pd (PdH_x) por el cambio de metal a hidruro y consecuente pérdida de afinidad entre las aminas y el hidruro. No sólo cambiamos la composición del material orgánico sino también la composición de los metales. Sintetizamos MPCs de Pd y aleaciones de Pd/Ag y Pd/Au y el cambio de composición dio resultados sorprendentes. Luego pensamos utilizar nanopartículas de Au protegidas con surfactante para el sensado de VOCs. El uso de estas películas condujeron a interesantes aspectos que se diferenciaron de los observados en la literatura científica: a) las películas disminuían la resistencia en la presencia de vapores polares y no polares, b) la película era muy selectiva a vapores polares, c) y que la película era muy sensible a vapores polares (50 ppm límite de detección para etanol).

Proyección para los próximos años

Mis trabajos en el INIFTA desde mi incorporación en Septiembre del 2008, comprenden el uso de los MPCs para mejorar aspectos como el aumento de la selectividad de los sensores, la sensibilidad y la formación de películas 1D por medio electron-beam o AFM scratching; temática presentada recientemente un PICT 2009. También recientemente presentado en un PIP 2009, se desarrollan temas como el estudio de la reactividad y estabilidad de las MPCs de Pd y aleaciones (Pd/Ag, Pd/Pt, Pd/Au).

23 - **DIRECCIÓN DE INSTITUTOS - PROGRAMAS - LABORATORIOS - ETC.**