



INFORME CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO¹

PERIODO: 2011-2012

Legajo N°: Legajo N :183/CI

1. APELLIDO: **Pasquevich**.....
NOMBRES: **Alberto Felipe**.....

2. TEMA DE INVESTIGACION
Propiedades físicas de sólidos estudiadas mediante interacciones hiperfinas de impurezas.

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA
INGRESO: Categoría: **Asistente**Mes: **Noviembre** Año: **1980**
ACTUAL: Categoría: **Principal** desde el mes: **Julio** Año: **1999**

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA
Nombre: **Facultad. de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de La Plata.**
Dependencia: **Departamento de Física.**
Dirección. Calle:**115 y 49 N°.** s/n.
Ciudad: **La Plata** Pcia: **Buenos Aires** Tel:**4246062/4247201**
Dirección electrónica: **pasquevi@fisica.unlp.edu.ar**
Cargo que ocupa: **Profesor adjunto ordinario dedicación exclusiva**

5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda) **No corresponde**
Apellido y Nombres:
Dirección. Calle
Ciudad: Pcia: Tel:
Dirección electrónica:
.....
Firma del Director (si corresponde) Firma del Investigador
Fecha **31/ 05/2013**

6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO

El plan de trabajo desarrollado en el período fue, por una parte, una continuación del realizado en los últimos años, en relación con óxidos de interés tecnológico y por otra parte se

¹ Art. 11; Inc. "e"; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico)

inició una línea de investigación en el área de las aplicaciones biológicas. Se determinaron las interacciones hiperfinas de especiales impurezas en sólidos y en películas delgadas con la intención de relacionar estas interacciones con las propiedades del sistema impureza - matriz huésped. Las técnicas experimentales utilizadas fueron la de Correlaciones Angulares Perturbadas (PAC) y la Espectroscopía Mössbauer. Como técnicas complementarias para caracterizar las matrices huéspedes se utilizó la Difracción de Rayos X, la susceptibilidad magnética y el análisis termodiferencial. Como siempre el plan fue amplio para permitir sobrellevar dificultades que resultaran insalvables, como es la falla de equipos ó la falta de materiales para preparar muestras.

Un resultado muy importante del período informado fue la culminación del trabajo de tesis de la Bioq. Cecilia Y. Chain. La tesis fue desarrollada bajo mi dirección, con la codirección de la Dra. Margarita García de Bravo, en el tema “Métodos nucleares aplicados al estudio de materiales de interés biológico”. En el contexto de este trabajo se realizó una investigación, utilizando la técnica PAC, sobre la quelación de Hafnio con EDTA y DTPA. Estos resultados fueron publicados al inicio del período (7.1.1) y se continuó con una intensa investigación de los complejos KHfDTPA y KZrDTPA mediante la técnica PAC. Los primeros resultados fueron presentados en una conferencia nacional (7.5.1) y una presentación completa se realizó en una conferencia internacional y la comunicación fue elegida por el Comité de Programa para presentación oral (7.5.2). Actualmente se está progresando en un manuscrito sobre estos resultados a la vez que se planean nuevos experimentos sobre el mismo material. También se amplió la investigación hacia otra técnica nuclear de uso en el Departamento de Física y escasa aplicación en biología: la Espectroscopía de Aniquilación de Positrones (PAS). Se determinaron cavidades en tejidos sanos y en tumores con el fin de establecer la reproducibilidad de los resultados y analizar el posible impacto de la aplicación de la técnica PAS a materiales de interés biológico. Resultados parciales de esta investigación fueron comunicados en congresos científicos (7.5.3-7). Se planea continuar con estos experimentos y redactar un manuscrito incluyendo los progresos realizados.

Visto el limitado campo de aplicación biológica de las técnicas PAC y PAS, se decidió ampliar el plan de investigación incluyendo otra técnica hiperfina, más popular en los sistemas de interés, la Espectroscopía Mössbauer (EM). Esta técnica fue utilizada para determinar el estado de oxidación del Fe en clusters Fe-S y Fe-Se en moléculas orgánicas. Estas investigaciones se realizaron en colaboración con el grupo del Dr. J. Cowan de la Universidad de Ohio (EEUU). En la tesis de la Bioq. Chain se presentaron los resultados obtenidos con el primero de los sistemas mencionados, plasmados en dos publicaciones (7.1.3/7.2.1) La investigación con las moléculas con Se aún continúa.

Se trabajó en investigaciones PAC de mezclas binarias de óxidos, en particular, se estudiaron las reacciones de estado sólido asistidas por trabajo mecánico de mezclas $\text{SiO}_2\text{-HfO}_2$ y de mezclas de Si y HfO_2 . Resultados parciales fueron presentados en congresos (7.5.8-9) y se realizó una publicación con el trabajo completo (7.1.2).

Utilizando la técnica PAC se estudió el intercambio de oxígeno en mezclas de Hf y HfO_2 sometidas a tratamientos térmicos en vacío para determinar la existencia de óxidos de estequiometría intermedia HfO_x . Esta investigación continuará en el presente período.

Se continuó estudiando la posibilidad de modificación de las partes de un motor de combustión interna por el agregado de Hidrógeno al GNC. Los avances fueron presentados en un congreso (7.5.10)

Se continuó utilizando la técnica PAC para caracterizar las interacciones de impurezas radiactivas de ^{111}In en óxidos transparentes conductores. En particular se estudiaron monocristales de In_2O_3 (7.5.11) y películas delgadas de In_2O_3 y Ga_2O_3 crecidas sobre Si. Estas películas se produjeron mediante oxidación, por recocidos en aire, de películas comerciales de InN y GaN, La investigación fue realizada en colaboración con el Instituto de

Física Nuclear y radiaciones “Hemholtz” de la Universidad de Bonn (Alemania). Los primeros resultados fueron presentados en una conferencia internacional y la comunicación fue elegida por el comité de Programa para presentación oral (7.5.12).

7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

7.1 PUBLICACIONES.

7.1.1 – “On hafnium chelation by EDTA and DTPA for TDPAC experiments”

C.Y. Chain y A.F. Pasquevich
Hyperfine Interactions 197,341(2010)

7.1.2 – “Evolution of the Quadrupole Hyperfine Interaction while milling a Si-HfO₂ Blend”

Chain C.Y., Ferrari, S., Damonte, L. C., Martinez, J. A., Pasquevich, A.F.
Journal of Alloys and Compounds 536S, S50 (2012).

7.1.3 – “Glutathione Complexed Fe-S Centers”

Qi W, Li J, Chain C. Y, Pasquevich G.A., Pasquevich A.F., Cowan J.A.
J. Am. Chem. Soc., 2012, 134(26), 10745-10748),

He participado en las siguientes etapas del desarrollo de estos trabajos: planificación del experimento, preparación y tratamiento de muestras, obtención y tratamiento de datos PAC (solo en los casos donde esta técnica fue utilizada) , discusión de resultados y elaboración del manuscrito.

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN.

7.2.1 Glutathione-Complexed Iron-Sulfur Clusters. Reaction Intermediates and Evidence for a Template Effect Promoting Assembly and Stability.

Wenbin Qi, Jingwei Li, C. Y Chain, G.A. Pasquevich, A. F. Pasquevich, and J. A. Cowan.
Chemical Comm.

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION. Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.

No registro

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION. Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

No registro

7.5 COMUNICACIONES. Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).

7.5.1 - “Estudio del complejo KHfDTPA mediante la técnica de Correlaciones Angulares Perturbadas”

Chain C. Y., Pasquevich A.F.

2º Reunión Conjunta SUF-AFA (XII Reunión de la SUF, 96º Reunión Nacional de la AFA). Montevideo, Uruguay. 20 a 23 de septiembre de 2011.

7.5.2 - "Thermal behavior of diethylenetriaminepentaacetate complexes of zirconium and hafnium studied by the Perturbed Angular Correlations technique" Cecilia Y. Chain, Germán N. Darriba and Alberto F. Pasquevich. 4th Joint Internacional Conference on Hyperfine Interactions and International Symposium on Nuclear Quadrupole Interaction, Beijing, China, 10 a 14 septiembre 2012

7.5.3 - "Applications of Positron Annihilation Spectroscopy to the study of biological systems". Chain C. Y., Pasquevich A.F. Humboldt Kolleg on Physics – Internacional Conference: "Argentine- Germany: A century of scientific cooperation in Physics", La Plata, Argentina, 27 al 31 de marzo de 2011.

7.5.4- "Nuclear methods applied to the study of biological systems" Chain C. Y., Damonte, L.C., Pasquevich G. A. y Pasquevich A.F. Humboldt Kolleg- Retos y fronteras de la Física y la Química a la Biología Moderna La Habana, Cuba -19 al 21 de marzo de 2012.

7.5.5 - "Three nuclear techniques in life science research: possibilities of application" Chain, C. Y. and Pasquevich A.F. Workshop Fronteras en Biociencias, organizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la República Argentina, la Sociedad Max Planck de Alemania y la Embajada de Alemania en Argentina. Buenos Aires, Argentina. 22 a 25 de abril de 2012.

7.5.6 - "Positron Annihilation Spectroscopy as a Tool to Determine Nanosized Voids in Tumours". C. Y. Chain, M. Galle, M. García de Bravo, L. C. Damonte, A. F. Pasquevich. 18th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials. Gijón, España. 26 de junio al 1 de julio de 2011.

7.5.7 - "La Espectroscopía de Aniquilación de Positrones como herramienta para determinar huecos nanométricos en tumores" C. Y. Chain, M. Galle, M. García de Bravo, L. C. Damonte, A. F. Pasquevich. 2º Reunión Conjunta SUF-AFA (XII Reunión de la SUF, 96º Reunión Nacional de la AFA). Montevideo, Uruguay. 20 a 23 de septiembre de 2011.

7.5.8 - "Quadrupole Hyperfine Interactions in Si-Hf-O Systems Subjected to High Energy Ball Milling" C.Y. Chain, S. Ferrari, L. C. Damonte, J.A. Martinez, A.F. Pasquevich 18th International Symposium on Metastable, Amorphous and Nanostructured Materials. Gijón, España. 26 de junio al 1 de julio de 2011.

7.5.9 - "Evolución de la interacción cuadrupolar hiperfina durante la molienda del sistema Si-HfO₂" C. Y. Chain, S. Ferrari, L. C. Damonte, J.A. Martinez, A.F. Pasquevich. 2º Reunión Conjunta SUF-AFA (XII Reunión de la SUF, 96º Reunión Nacional de la AFA). Montevideo, Uruguay. 20 a 23 de septiembre de 2011.

7.5.10 - "Utilización de mezclas de hidrógeno y GNC como nuevos combustibles"
Chain C. Y, Quille, R.A., Damonte, L.C., Pasquevich A.F. y Pasquevich D.M.
Cuarto Congreso Nacional y Tercer Congreso Iberoamericano "Hidrógeno y Fuentes
Sustentables de Energía" - HYFUSEN 2011. Mar del Plata, Argentina. 6 al 9 de junio
de 2011

7.5.11 - "Defects studies in pure and doped In_2O_3 single crystals by PAC"
Quille, R.A., Chain C. Y., Damonte, L.C., Pasquevich A.F.
Humboldt Kolleg on Physics – Internacional Conference: "Argentine- Germany: A
century of scientific cooperation in Physics", La Plata, Argentina, 27 al 31 de marzo
de 2011.

7.5.12 - "Perturbed Angular Correlations experiments on $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ thin films"
Michael Steffens, Cecilia Y. Chain, Alberto F. Pasquevich and Reiner Vianden.
4th Joint Internacional Conference on Hyperfine Interactions and International
Symposium on Nuclear Quadrupole Interaction
Beijing, China, 10 a 14 septiembre 2012.

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.

No registro.

7 TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

7.5 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS.

No registro.

7.6 PATENTES O EQUIVALENTES.

No registro.

7.7 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES; NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO.

No registro.

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES (desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).

8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.

Dra. M. C. Caracoche,

Dr. F. H. Sánchez.
Dr. D. Mendoza Zélis.

8 **SERVICIOS TECNOLÓGICOS.**

No registro

9 **PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN DOCENCIA, DIVULGACIÓN, etc.**

Capítulos de libros

9.1- "Radioactive isotopes of Indium and their applications"

C. Y. Chaín y A. F. Pasquevich, publicado en "Advances in Materials Science Research, Volume 2", Editado por Maryann C. Wythers , Nova Science Publishers Inc., Nueva York, USA, 2011.

9.2- "La influencia germana en las Ciencias Exactas de la UNLP (1905-1925)".

A.F.Pasquevich , en "Ideas viajeras y sus objetos. El intercambio científico entre Alemania y América Austral". ". Editado por G. Chicote y B. Göbel, Editorial Vervuert Iberoamericana, Frankfurt, Alemania, 2011.

10 **DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES.** Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.

Durante el presente período he dirigido a los investigadores:

Dra. L. C. Damonte. Investigador Independiente en la Carrera del Investigador del CONICET. La dedicación horaria es de 5 horas semanales.

Dirigí dos becarios:

C. Y. Chaín , becaria del CONICET

R. A. Quille, becario del CONICET

11 **DIRECCION DE TESIS.** Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.

Dirigí dos tesistas, que realizan el doctorado en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP.

C. Y. Chaín , becaria del CONICET ("Métodos nucleares aplicados al estudio de materiales de interés biológico"). Tesis presentada el 19 de Marzo de 2013.

R. A. Quille, becario del CONICET ("Daño por hidrógeno en motores de combustión interna"). Beca finalizada el 31-3-2012. El tesista continúa su trabajo, con una dedicación de cinco horas semanales. A partir de la finalización de la beca ingresó en el INTI como profesional contratado.

Dirección del Ing. Pablo R. Antiñanco en el Magíster en Ingeniería (Exp: 0300-003852/10-000, Facultad de Ingeniería (UNLP)). Tema de Tesis: “Estudios de campos electromagnéticos en conductores de placas planas paralelas para el análisis del comportamiento y diseño de dispositivos con requerimientos de compatibilidad electromagnética”.

DIRECCIÓN DE INSTITUTOS - PROGRAMAS - LABORATORIOS – ETC

Director de la línea de investigación del Instituto de Física de La Plata: Caracterización de materiales mediante las interacciones hiperfinas de impurezas en sólidos.

Director Regular del Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR) de doble dependencia CONICET –UNMDP. (Resolución Conjunta UNMDP N° 003/11 – D. Conicet N° 2042/11), a partir del 29-12-2011.

- 12 **PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.** Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.

Humboldt Kolleg: HK2010 : “Argentine- Germany: A century of scientific cooperation in Physics”, La Plata, Argentina, Marzo 2011. Participación en carácter de organizador (chairman).

- 13 **CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.** Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.

Institut für Strahlen und Kernphysik der Universität Bonn. Alemania..

Período: 5/8/11 hasta 22/8/11

Tema: Interacciones hiperfinas de ^{111}In en películas delgadas de ZnO sobre ITO.

Subsidio de cooperación bilateral Argentina – Alemania (MinCyT – BMBF)

Institut für Strahlen und Kernphysik der Universität Bonn. Alemania..

Período: 14/9/12 hasta 30/9/12

Tema: Interacciones hiperfinas de ^{111}In en películas delgadas de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ Subsidio de cooperación bilateral Argentina – Alemania (MinCyT – BMBF)

- 14 **SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO.** Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.

- Subsidio de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

Período 2012.

Monto: 6.300 pesos.

- Subsidio automático de la UNLP.
Período 2010.
Monto: 3676 pesos.

Subsidios para organización de congresos

- Subsidio de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires para la Conferencia Internacional: "Argentine- Germany: A century of scientific cooperation in Physics", La Plata, Argentina, Marzo 2011, 9.000 pesos.

- Subsidio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica para la Conferencia Internacional: "Argentine-Germany: A century of scientific cooperation in Physics", La Plata, Argentina, Marzo 2011, 11.000 pesos.

- Subsidio de la Fundación Alexander von Humboldt de Alemania para el Humboldt Kolleg: "Argentine-Germany: A century of scientific cooperation in Physics", La Plata, Argentina, Marzo 2011, 30.000 €.

15 OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO, DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.

Fui nombrado, en el 2006, "Embajador Científico de la Fundación Alexander von Humboldt en Argentina". Esta función honoraria, que culminó el 31 de diciembre de 2012, apuntaba a mejorar la interacción entre los académicos argentinos y la Fundación.

16 ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA. Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.

Miembro de la Comisión Asesora en el área Física, Matemáticas y Astronomía de la CICPBA. (2000 - 2012)

Porcentaje de tiempo utilizado: 5 %

17 TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO. Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.

Profesor de la asignatura *El núcleo y sus radiaciones* de la Carrera Licenciatura en Física Médica de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Segundo semestre 2011.

Profesor del curso de posgrado *Diseño y desarrollo de dispositivos para experimentos de Física Moderna y Electromagnetismo* en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Segundo Semestre 2011.

Profesor de la asignatura *Física Cuántica* de la Carrera Licenciatura en Física Médica de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Primer semestre 2012.

Profesor de la asignatura *Laboratorio de Medicina Nuclear* de la Carrera Licenciatura en Física Médica de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata. Segundo semestre 2012.

Profesor responsable del Curso de posgrado *Tecnología de películas delgadas y aplicaciones* desarrollado con la colaboración del Dr. Esteban Broitman de la Universidad de Linköping, Suecia, en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata en el segundo semestre de 2012. El curso fue repetido en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata en el mismo semestre.

Porcentaje de tiempo utilizado: 20 %

- 18 **OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES.** Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.
- 19 **TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.** Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia

Estudios de óxidos de interés tecnológico y de moléculas orgánicas.

Director: Dr. Alberto Pasquevich.

Investigadores: Dra. Laura Damonte, Dra. Patricia Rivas, Dra. Cecilia Yamil Chain y Dr. Nicolas Rendtorff.

Se trata de investigar propiedades de materiales mediante el análisis de las radiaciones gama que siguen a procesos de desintegración nuclear de isótopos apropiados. En particular se determinarán las interacciones hiperfinas de isótopos especiales, constituyentes de los materiales de interés, o introducidos como impurezas y se relacionarán los valores obtenidos con la distribución de carga ó de momentos magnéticos en torno de dichos isótopos. De esta forma es posible caracterizar nanoscópicamente los materiales. Las técnicas hiperfinas a utilizar serán esencialmente las Correlaciones Angulares Perturbadas y la Espectroscopía Mössbauer. La técnica de Aniquilación de Positrones, en la modalidad de determinación de vidas medias, se utilizará para caracterizar los defectos existentes en los materiales masivos.

Los materiales a estudiar serán, esencialmente, los siguientes:

- 1) Óxidos de interés tecnológico, en forma masiva o en forma de películas delgadas.
- 2) Moléculas orgánicas, cristalizadas o en solución.

La importancia del proyecto a nivel local, general y para la especialidad, radica en la utilización de facilidades experimentales y conocimiento que se viene gestando en la Facultad

de Ciencias Exactas desde hace más de 40 años en la aplicación de la Espectroscopia Nuclear y las Interacciones Hiperfinas en la investigación de propiedades de materiales.

A nivel internacional, nuestra actividad tiene amplio reconocimiento y hay mucho interés en colaborar con nosotros.

Las técnicas PAC, PAS y EM son de mediados del siglo pasado, pero no han dejado de incorporar los avances de la tecnología. Las dos primeras técnicas requieren alta resolución temporal y eficiencia y éstas se han desarrollado notablemente en los últimos años.

Mientras que los antecedentes de investigaciones utilizando las técnicas mencionadas en materiales de interés tecnológico son muchos y variados, las aplicaciones al estudio de moléculas orgánicas son mucho menores.

A nivel local será de alto impacto desarrollar un proyecto que permita preparar el tipo de muestras deseadas (películas delgadas) y que admita la colaboración de otros investigadores del país en pos de una más completa caracterización de las mismas.

Por otra parte, el presente plan en sus aspectos de caracterización de proteínas y de películas delgadas, aportará problemáticas de interés para los investigadores locales y aquellos con los que colaboramos (Brasil, Bélgica) en el campo de los cálculos de estructuras electrónicas en impurezas.

Conviene presentar separadamente el estado actual del tema concerniente a los diversos materiales a investigar.

Óxidos de interés tecnológico

Los sistemas motivo de estudio de este Proyecto son, por un lado, polvos, películas y compactos de materiales cerámicos que incluyen a los elementos circonio o hafnio en su composición. Por otra parte el proyecto incluye la investigación de óxidos semiconductores y óxidos conductores transparentes.

Los mecanismos para estabilizar a temperatura ambiente las fases tetragonal y cúbica de alta temperatura de la zircona y de la hafnia (ZrO_2 y HfO_2) son objeto de gran interés tecnológico ya que los sistemas estabilizados presentan destacadas propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas. Así, una de las metas en la presente investigación es establecer procedimientos y requisitos de diseño que permitan obtener circonas y hafnias metaestables de alta calidad, con excelentes propiedades, y que resistan variados y rigurosos tratamientos sin deterioro de las mismas. Es conocido que el agregado de ciertos óxidos (de Y, de Ca, de Mg, de Al, de Fe, de Sc, de tierras raras) bajo condiciones de preparación particulares estabiliza las fases metaestables mencionadas. La introducción de tales óxidos aliovalentes genera defectos estructurales que favorecen los fenómenos de transporte y cuya caracterización es de relevante importancia para sus aplicaciones. En este sentido las técnicas PAC y PAS se complementan adecuadamente para la descripción de los materiales investigados.

Se continuará el estudio de las interacciones hiperfinas en circones de diferentes procedencias con el fin de aportar información sobre la capacidad de retención de los materiales radiactivos que los mismos contienen naturalmente. Es bien conocido que los refractarios de mulita son importantes para el desarrollo de cerámicos tradicionales y avanzados. Sin embargo, su baja resistencia mecánica a temperatura ambiente ha motivado la inclusión de una segunda fase que mejore tal propiedad. Al respecto, la zircona ha resultado útil y hoy en día se dispone comercialmente de refractarios de mulita-zircona. Por otra parte y debido a la alta energía de activación para la difusión de iones, el proceso de sinterizado requiere del agregado de un aditivo de sinterización como la alúmina o el circonio y ha sido probado que el segundo es el que más contribuye al mejor desempeño del composito. La técnica PAC será usada en este caso para investigar el contenido de nanoconfiguraciones formadas durante la síntesis del

composito mulita-circona-circón para diferentes relaciones de concentración mulita-circona/circón, contrastando los resultados con los obtenidos por análisis Rietveld. Los estudios preliminares muestran importantes discrepancias entre los resultados de ambas técnicas, que habrá que dilucidar. Esta temática surgió como una necesidad de un grupo de investigadores del CETMIC, que trabajan en estrecha cooperación con el grupo.

Respecto de los óxidos semiconductores y los óxidos conductores transparentes, estos vienen siendo estudiados en su forma masiva por el director y algunos de los miembros del grupo desde hace años. El proyecto apunta ahora a la investigación sistemática de las propiedades de películas delgadas de estos óxidos. Aún cuando la técnica PAC se ha aplicado con poca frecuencia al estudio de películas, cabe destacar los estudios en colaboración con el grupo PAC de Lisboa, donde se realiza una exhaustiva investigación en películas de HfO_2 depositadas sobre Si y Al_2O_3 , y más recientemente las investigaciones realizadas en cooperación con el HISKP (Helmholtz Institut für Strahlen und KernPhysik de la Universidad de Bonn, Alemania) donde, en un proyecto de cooperación bilateral, financiado por MinCyT de Argentina y el BMBF de Alemania, estamos llevando a cabo una muy interesante investigación sobre propiedades de películas delgadas de $\text{Ga}_2\text{O}_3:^{111}\text{In}$ obtenidas por oxidación de películas comerciales de GaN previamente dopadas con ^{111}In por implantación iónica. Se espera culminar con estas investigaciones durante este período.

Moléculas orgánicas, cristalizadas o en solución congelada.

Esta línea de investigación, incluida en el proyecto, apunta a la aplicación de las técnicas PAC y EM, a la caracterización hiperfina de sitios metálicos en moléculas orgánicas. Esta línea se inició en el proyecto previo y comenzó a dar frutos recientemente. Hubo que realizar varios intentos para lograr el dopaje de moléculas orgánicas con los átomos radiactivos que la técnica PAC requiere, o con los isótopos ^{57}Fe adecuados para la espectroscopía Mössbauer. Habiendo tenido éxito en casos simples interesa ahora progresar en sistemas más complejos. Por otra parte, en relación con los experimentos EM se espera progresar en la implementación de un Espectrometro Mössbauer propio y que admita, como alternativa, trabajar en el modo de emisión.

Además, la cooperación con el grupo del Dr. J. Cowan de la Universidad de Ohio, que está interesado en los resultados que podemos aportar concernientes a estados de carga de clusters Fe-S y Fe-Se en proteínas, ha resultado un estímulo muy importante para continuar con estas investigaciones.