

IFIMAT Instituto de Física
de Materiales Tandil

Instituto de Física de Materiales Tandil

Facultad de Ciencias Exactas

Centro Compartido con

Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

y

Municipalidad de Tandil

Dirección Real: Campus Universitario – Paraje Arroyo Seco – Tandil – Argentina

Dirección Postal: Pinto 399 – B7000GHG Tandil – Argentina

Tel +54(2293) 439670

FAX +54(2293) 439679

e-mail: ifimat@exa.unicen.edu.ar

Director: Dr. Ricardo Romero

SubDirector: Dr. Osvaldo Fornaro

Descripción del Núcleo:

El IFIMAT es un Instituto de Investigación en Ciencia de Materiales, compartido entre la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, (FCE-UNCPBA) la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA) y la Municipalidad de Tandil (MT).

Son los fines del Instituto:

- *Contribuir a la generación de nuevos conocimientos en el campo de la Ciencia de Materiales (principalmente Metalurgia Física),*
- *difundir, divulgar y transferir al medio los conocimientos generados, los preexistentes y los que surjan de la actividad mundial en ese campo,*
- *contribuir a la formación y al perfeccionamiento de recursos humanos, tanto a nivel de investigadores como profesionales y técnicos, en sus campos de actividad y en otros relacionados con estos,*



- *prestar servicios y asistencias científicas y/o tecnológicas a organizaciones públicas o privadas y, en general, a integrantes de la comunidad que así lo requieran, en la medida de sus posibilidades y capacidades.*

Los Investigadores del Instituto realizan tareas de asesoramiento o de investigación y desarrollo con empresas metalmeccánicas locales. Alguno de estos emprendimientos cuentan con financiación específica, con aportes de organismos promotores de la investigación, de la Universidad y de las empresas involucradas en los proyectos de I+D. Alguno de estos proyectos forman parte, también, del **Polo de Materiales de Avanzada** recientemente creado por el Rectorado de la UNCPBA dentro del Parque Tecnológico de la Universidad. Dentro de este marco, se desarrolló el **Primer Taller Nacional sobre Aluminio y Metales Afines TALMA-06**, en Agosto de 2006, con auspicio de la Facultad de Ciencias Exactas, de la Secretaría de Ciencia, Arte y Tecnología y del Proyecto Institucional de apoyo a la Actividad Productiva por parte de la UNCPBA, así como de organismos promotores como ANPCyT y CICPBA. Las Presentaciones serán publicadas en las "Memorias del Primer Taller Nacional sobre temas de Aluminio y Metales Afines - TALMA'06" R. Romero y O. Fornaro (editores), UNCPBA, de aparición próxima También como consecuencia de la estrecha relación existente con la CAIAMA, el Instituto ha sido invitado a formar parte del Instituto Virtual del Aluminio (IVIDA), patrocinado por dicha Cámara.

Además de las tareas relacionadas con la investigación, los miembros del Instituto, realizan:

a) tareas docentes tales como:

- dictado de cursos de grado y post-grado de las carreras de Licenciatura en Física y Tecnología Ambiental, Profesorado en Física y Matemática, y Doctorado en Física y del Ciclo Básico de la Facultad de Ciencias Exactas;

b) tareas de dirección de

- becarios de entrenamiento, iniciación y perfeccionamiento en la investigación científica y
- Profesionales de Apoyo y Técnicos de diferentes organismos;

c) dirección científica de alumnos avanzados de Laboratorio y Trabajo Especial de la Licenciatura en Física y de Ingeniería en Sistemas.

- A la fecha, se han dirigido 12 tesis doctorales en Física UNCPBA, 1 en Ingeniería de Materiales UNMdP, 1 en Ingeniería UNCuyo, y actualmente, 4 tesistas realizan su trabajo doctoral en el IFIMAT, Se han realizado hasta ahora 15 Trabajos Finales de la Licenciatura en Física y, actualmente, hay 5 alumnos desarrollando sus trabajos Finales de la Licenciatura en Física, y 2 su Trabajo Final de Ingeniería en Sistemas.

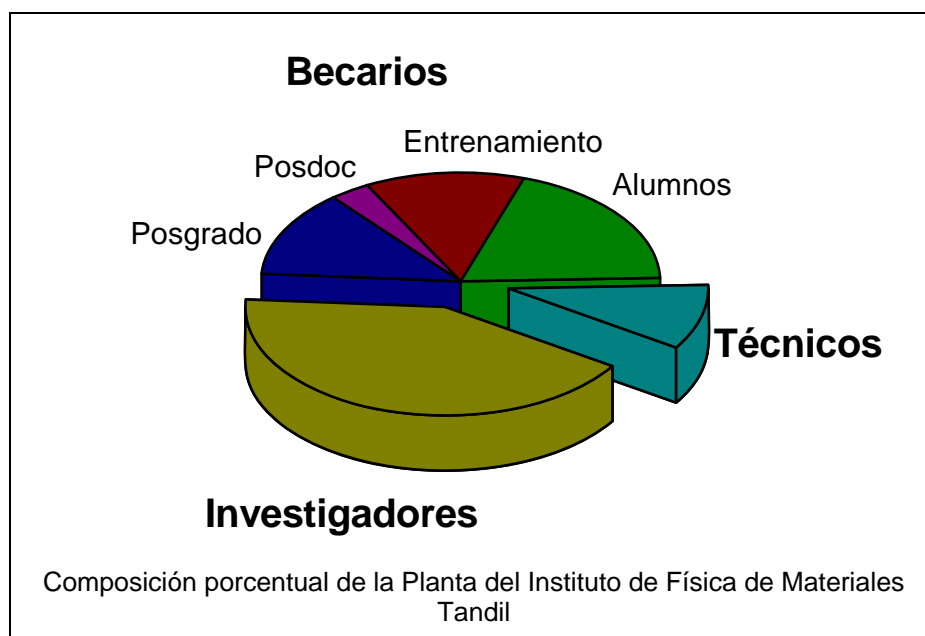
Composición de la Planta estable del Instituto

La Planta Estable del IFIMAT está compuesta por personal docente con lugar de trabajo en la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA, como Profesores o Auxiliares de Docencia. Un gran porcentaje de estos cargos son ordinarios. Además, de esta pertenencia, un gran número de este personal pertenece a las Carreras del Investigador

Científico y Tecnológico o a la Carrera de Profesional de apoyo de CONICET o CICPBA. Es destacable además el esfuerzo desarrollado hacia la generación de recursos humanos, que se ve reflejado en el número de Becarios, desde alumnos avanzados, Doctorales y Posdoctorales. La planta en cifras:

- 13 Investigadores,
- 3 Técnicos de Carrera
- 4 Becarios de Posgrado,
- 1 Becario Posdoctoral,
- 4 Becarios Alumnos (Fin de Carrera),
- 6 Alumnos con tema de trabajo en el núcleo (Alumnos avanzados).

tal como se aprecia esquemáticamente en el gráfico adjunto.



Equipamiento mayor disponible en el Instituto:

El Instituto cuenta con una moderna infraestructura edilicia de aproximadamente 800 metros cuadrados, contando con la biblioteca temática, el laboratorio para la preparación de muestras para observación metalográfica y el taller, que corresponden a áreas de uso común. Entre el equipamiento general del Instituto, se puede destacar:

- Máquinas Universales de Ensayo, SHIMADZU AUTOGRAPH DSS-10T-S e INSTRON 4465
- Equipo de resistometría, KEITHLEY
- Calorímetro Diferencial, RHEOMETRIC SCIENTIFIC DSC
- Analizador de composición, METALSCAN 200F
- Pulidoras, PRAZIS
- Banco Metalográfico, MEF-2 REICHERT, Microscopio óptico, OLYMPUS MPE,



- Lupas estereoscópicas Leica, Digitalizador de imágenes, VISIONPlus - AT
- Cuatro Espectrómetros Positrónicos de Tiempo de Vida;
 - Plaquetas emuladoras de multicanal, 1SILENA 9308, 2 ORTEC A64-BI, 1 CANBERRA 1510;
 - Espectrómetro de Ensanchamiento Doppler 1d-DB que consta de un detector de Ge hp y la electrónica asociada CANBERRA, para estudiar el ensanchamiento de la línea de radiación gamma correspondiente al proceso de aniquilación electrón-positrón;
 - Espectrómetro de Ensanchamiento Doppler en Coincidencia (CDB) de aniquilación positrones, con dos detectores de Ge hp de alta eficiencia y electrónica asociada en dos dimensiones, CANBERRA.
 - Microdurómetros, 1 SHIMADZU M y 1 MITUTOYO MUK-H11
 - Macrodurómetro, MICROMECHANICA HTR
 - Máquina de creep, armada
 - Hornos de tratamiento térmicos,
 - Corte por electroerosión, SERVOMAT SMD e y por disco de diamante, 2 ISOMET
 - Hornos de fusión para preparación de aleaciones.
 - Hornos de solidificación unidireccional tipo Bridgman, horno móvil y nave móvil.

Las tareas de los investigadores se desarrollan dentro de los tres grupos de Investigación, cada uno de ellos contiene líneas que han caracterizado su desarrollo a través del tiempo.

- **Propiedades Mecánicas y Transformaciones de Fase**
- **Radiaciones Nucleares Aplicadas**
- **Solidificación,**

Las líneas de trabajo de cada uno de los Grupos se detalla a continuación:

Grupo: Propiedades Mecánicas y Transformaciones de Fase

Responsable: Dra. Adela Cuniberti

Contacto: adelac@exa.unicen.edu.ar

Estudia las transformaciones de fase difusivas y martensíticas, y el comportamiento plástico de metales y aleaciones. Las principales líneas de investigación del grupo son: transformaciones martensíticas, estabilidad de fases, y procesos de orden-desorden en aleaciones con memoria de forma (MF) base Cu, efecto pseudoelástico y deformación plástica en aleaciones con MF base Cu, precipitación y deformación plástica en aleaciones termoenvejecibles base Al, microestructura y deformación plástica en aceros. Las técnicas utilizadas son microscopía óptica y electrónica, tracción/compresión, creep, calorimetría diferencial de barrido, resistometría eléctrica, macro y microdureza.

Integrantes

- **Dr. Ricardo Romero.** Prof Titular UNCPBA-Inv. Principal CICPBA
- **Dra. Adela Cuniberti.** Prof. Adjunto UNCPBA-Inv. Adjunto CONICET.
- **Dra. María Luján Castro.** Prof. Adjunto UNCPBA-Inv. Adjunto CONICET
- **Dr. Alberto Picasso.** Prof. Adjunto UNCPBA-Inv. Independiente CICPBA

- **Dr. Marcelo Stipcich**, Jefe de Trabajos Prácticos UNCIEEN, Inv. Asistente CONICET
- **Ing. Susana Montesinos**. Becario Doctoral CONICET
- **Lic. Fernando Lanzini**. Becario Doctoral CONICET
- **Sr. Ricardo Giovachini**. Becario Entrenamiento CICPBA
- **Sr. Matias Salvide**. Becario FORMATEC CICPBA

Transformaciones martensíticas

La idea motivadora la constituye la transformación martensítica, transición de fase sólido-sólido no difusiva, que se manifiesta, además de otros sistemas metálicos, en la fase metaestable beta de las aleaciones con base en metales nobles. Asociado con la transformación martensítica se encuentra el denominado efecto "memoria de forma", de interesantes aplicaciones tecnológicas. La pseudelasticidad, que se manifiesta en martensitas inducidas por tensión, ha encontrado recientemente interesantes aplicaciones en la protección antisísmica de estructuras edilicias, este hecho incrementa notablemente el interés por el estudio de este fenómeno. En nuestro caso se estudian los sistemas Cu-Zn, Cu-Zn-Al, Cu-Al-Be, Cu-Al-Mn y Cu-Al-Cd. La transformación se induce desde la fase matriz tanto por disminución de la temperatura como por aplicación de una tensión mecánica. Las características de esta transformación, temperaturas y tensiones críticas, histéresis, etc., son afectadas, además de la composición, por diversos aspectos microestructurales y por tratamientos térmicos y mecánicos. Se estudian aspectos como: plasticidad de las fases matriz y martensíticas; interacción de la deformación plástica con la transformación; defectos puntuales en las distintas fases; influencia del estado de orden sobre la transformación; influencia de la microestructura en general sobre la transformación; la estabilidad relativa de fases etc.



Sistema de calorimetría diferencial de barrido Rheometric Scientific DSC SP.

Transformaciones de fase difusivas

La precipitación y descomposición de fases metaestables son procesos que hacen a la estabilidad relativa de fases e influyen en forma determinante el comportamiento de los materiales ante un dado requerimiento. Un tema de interés lo constituye la descomposición de la fase metaestable beta en aleaciones con memoria de forma. En estas, la fase matriz, estable a altas temperaturas y retenida metaestablemente mediante tratamientos térmicos adecuados, se descompone en fases estables por la acción de tratamientos térmicos posteriores.

Este comportamiento limita el uso de este tipo de materiales en dispositivos que hacen uso del efecto de memoria de forma, y el conocimiento de los factores que controlan el proceso de descomposición puede dar pautas para la superación del problema o fijar con precisión los límites en temperatura de aplicación de estos materiales. Se estudian aleaciones base Cobre, CuZnAl, CuAlBe, CuAlMn, CuZnAlTiB, realizando un relevamiento de los diagramas TTT para distintas composiciones y temperaturas, estudiándose, además las cinéticas de precipitación, morfologías y fracciones de volumen de las fases alfa y gamma producto de la descomposición.



Sistema para determinaciones de resistometría.

Propiedades Mecánicas



Máquina Universal de ensayos Shimadzu DSS 10T-S.

El comportamiento plástico de los materiales es afectado por diversos aspectos, tales como composición, estructura cristalina, distribución de granos, fases presentes, etc. Asimismo la respuesta elástica y plástica dependerá de las condiciones de carga, temperatura y velocidad de deformación a que se somete el material. Se estudian los mecanismos de endurecimiento y recuperación dinámica en aleaciones con presencia de precipitados. Con el objeto de generalizar las conclusiones es necesario barrer un número razonable de aleaciones en base a

diferentes metales en las cuales sea posible obtener diferentes poblaciones de precipitados en tamaño y fracción de volumen. Para esto se trabaja con aleaciones termoenvejecibles base Aluminio. En estas, operan además procesos difusivos a lo largo y alrededor de las dislocaciones que afectan la respuesta mecánica, los cuales son también objeto de estudio. Se estudia la resistencia al creep de aceros austeníticos, así como la microestructura y la plasticidad de aceros tipo dúplex.



Máquina Universal de ensayos Instron 4465.

**Grupo: Radiaciones Nucleares Aplicadas.**

Responsable: Dr. Alberto Somoza

Contacto: asomoza@exa.unicen.edu.ar

El **Grupo Radiaciones Nucleares Aplicadas (GRNA)** se ocupa del estudio de defectos a escala nanométrica y de transformaciones de fase en la materia condensada usando, fundamentalmente, la técnica de espectroscopia de aniquilación de positrones. Las principales líneas de investigación del grupo son:

- Estudio de fenómenos de termoendurecimiento en aleaciones de avanzada.
- Estudio del volumen libre en polímeros, compuestos de matriz polimérica, elastómeros y materiales porosos.
- Estudio de defectos puntuales en aleaciones mono- y policristalinas base Cu que poseen el efecto de memoria de forma.
- Estudio y caracterización de defectos sub-superficiales en *films* de carbonos amorfos y volumétricos en cerámicos.

La técnica experimental espectroscopia de aniquilación de positrones, en sus distintas variantes, es ampliamente conocida por su alta sensibilidad a la presencia de defectos con volúmenes abiertos de tamaños típicos del orden del nanómetro. Además, como modo de complementar la información obtenida, el **GRNA** utiliza distintas técnicas experimentales disponibles en el Laboratorio (microscopía óptica, microdureza, resistividad eléctrica y calorimetría diferencial de barrido) o en otros laboratorios de reconocido prestigio con los cuales mantiene colaboraciones efectivas (microscopía electrónica convencional y de alta resolución, dispersión de rayos X a bajo ángulo –SAXS, propiedades mecánicas, espectroscopia Raman, etc.).

Aprovechando el equipamiento para la detección de radiación gamma disponible en el Grupo, otra línea de investigación la constituye el:

- Estudio de los procesos de interacción de radiación gamma con la materia condensada.

Integrantes:

- **Dr. Alberto Somoza.** Prof. Titular UNCPBA-Inv. Principal CICPBA
- **Dra. María Delia Ayciriex.** Prof. Asociado UNCPBA-Prof. Principal CICPBA
- **Dr. Walter Salgueiro.** J.T.P. UNCPBA
- **Dr. Carlos Macchi.** J.T.P UNCPBA-Inv. Asistente CONICET
- **Lic. Sebastián Tognana.** Becario Estudio CONICET
- **Srta. Graciela Pereyra.** Becario FORMATEC CICPBA
- **Sr. Adrián Givonetti.** Becario Entrenamiento CICPBA
- **Sr. Facundo Herrera.** Alumno avanzado de la Carrera de Lic. en Física

Fenómenos de Precipitación en Aleaciones Termoendurecibles

Este estudio se lleva a cabo desde el punto de vista del análisis de estructuras que, a escala nanométrica, se forman en aleaciones metálicas de avanzada siguiendo la cinética de precipitación, y el rol de los defectos en las transiciones de fase difusivas y no difusivas. Los estudios de relevante interés científico resultan, también, de sumo interés para el sector productivo; especialmente el metalmeccánica, ya que el uso de aleaciones termoendurecibles para la fabricación de piezas permite mejorar las respuestas mecánicas de las mismas.

-de base aluminio

Los sistemas de aleaciones que se vienen estudiando son básicamente Al-Cu-Mg y Al-Zn-Mg, los cuales conforman el grupo de las aleaciones termoendurecibles base aluminio más ampliamente utilizadas en la industria del aerotransporte y del transporte en general. El sistema de aleaciones Al-Cu-Mg ha acaparado gran atención en estos últimos años, ya que el agregado de, por ejemplo, un átomo de plata cada mil de aluminio en la aleación (0.1%at.Ag), promueve un incremento notable de la resistencia mecánica, anticipándose y alterándose la precipitación de las fases de endurecimiento, y además, posibilita aumentar la estabilidad térmica del material.

Las tareas de investigación que se llevan a cabo sobre este tipo de aleaciones pueden resumirse en los ítems que se detallan a continuación:

- Determinación cuantitativa de la cinética de descomposición de aleaciones base Al-Cu-Mg y Al-Zn-Mg en presencia de adiciones cuaternarias tales como Ag, con medición de las energías de activación de los procesos de transporte de los átomos de soluto.
- Caracterización térmica y morfológica de los productos metaestables de la descomposición.
- Determinación cuantitativa de la concentración de aleantes minoritarios en la proximidad de las vacancias retenidas por el proceso de templado.
- Análisis de las condiciones que permitan verificar los fenómenos de envejecimiento secundario.

- de base magnesio

Las aleaciones base magnesio tienen un gran potencial de aplicación como materiales estructurales debido a su baja densidad, si bien el uso del Mg y sus aleaciones se ha visto restringido debido a sus pobres propiedades mecánicas. Sin embargo, recientemente se ha avanzado en el desarrollo de nuevas aleaciones de base Mg que poseen mejores respuestas a los requerimientos termomecánicos necesarios para utilizar estos materiales en aplicaciones tecnológicas. Por ejemplo, las aleaciones que contienen tierras raras (RE) tales como gadolinio, terbio, cerio o neodimio muestran alta resistencia mecánica a temperaturas elevadas. Independientemente de la conveniencia comercial de



Espectrómetro de Ensanchamiento Doppler en Coincidencia (CDB) de aniquilación de positrones.

un determinado tipo de aleación base Mg, es indudable que este tipo de materiales pueden considerarse con gran perspectiva para el futuro. Por este motivo, toda información que se obtenga sobre las propiedades físicas de estas aleaciones es de suma relevancia. En particular, en el **GRNA** se estudian los procesos de termoendurecimiento y precipitación inducidos por tratamientos térmicos y mecánicos en aleaciones comerciales que contienen tierras raras pesadas (Mg-1.3RE y Mg-Al-RE con distintas composiciones) y que han sido obtenidas con diferentes métodos de moldeo.

Estudio de volúmenes libres en polímeros



Espectrómetro temporal de aniquilación de positrones.

Se estudian las variaciones en tamaño y distribución de nanohuecos, denominados volúmenes libres, en polímeros que se producen como consecuencia del uso de diferentes tipos de endurecedores y aceleradores durante su fabricación, en compuestos epoxy, o como consecuencia de diferentes relaciones azufre acelerante y diferentes temperaturas de curado durante el proceso de vulcanización en caucho natural y artificial. Asimismo cuando los polímeros epoxy se usan como base en compuestos con carga metálica se estudian las modificaciones microestructurales provocadas por la presencia de la carga en el compuesto. En medios porosos se estudia principalmente pasta cementicia

analizando las variaciones en distribución de nanoporos como consecuencia del uso de diferentes relaciones agua cemento. En el **GRNA** existen distintas líneas de investigación sobre materiales poliméricos, ellas son:

- Volumen libre en compuestos particulados de matriz epoxy con carga metálica

Los compuestos particulados de matriz epoxy cuyo uso está muy difundido en, por ejemplo, la fabricación de embarcaciones, pinturas y revestimientos de base epoxy, etc; desarrollan tensiones internas durante el proceso de fabricación. Estas tensiones generadas pueden modificar la distribución de volúmenes libres en la matriz con respecto del mismo parámetro en compuestos que contienen cargas de partículas sólidas y, también, con respecto al polímero que constituye la matriz sin el agregado de carga y sin deformar (polímero blanco). Las técnicas basadas en el proceso de aniquilación de positrones se han constituido, en los últimos años, en una de las más importantes herramientas para el estudio de volúmenes libres en polímeros. Por ello se las aplican al estudio de la variación de volumen libre en función del cambio de diferentes parámetros físicos macroscópicos tanto en el polímero blanco como en el compuesto y la influencia del tipo de endurecedor y acelerante usados en el proceso de fabricación de estos materiales.



Detectores de Ge-hp de alta eficiencia.



- Volumen libre en elastómeros (caucho natural y SBR vulcanizado)

En esta línea de trabajo se estudia el co-polímero de estireno butadieno (SBR) y el caucho natural, ambos de amplio uso a nivel de la industria del transporte. En estos elastómeros se estudia, a partir de la medición de las variaciones del volumen libre, el proceso de vulcanización y se analiza el rol del uso de diferentes relaciones azufre/acelerante y temperaturas de curado que se utilizan para la preparación y tratamiento de estos materiales. Además de la técnica de espectroscopia de aniquilación de positrones, y a los efectos de obtener mayor información microestructural, se usan técnicas complementarias tales como ensayos mecánicos dinámicos y dispersión de rayos X de bajo ángulo (SAXS).

Porosidad en pasta cementícea.

La porosidad en estos materiales tiene una importancia relevante ya que determina la respuesta en servicio que la pasta cementícea otorgará a hormigones usados en estructuras de ingeniería. En el **GRNA** se estudian las modificaciones que se producen en la nanoporosidad de la pasta cementícea como consecuencia del uso de diferentes relaciones agua/cemento. Para ello, como herramienta experimental, se utiliza, principalmente, la espectrometría temporal positrónica usando, además, técnicas complementarias.

Estudio de defectos puntuales en aleaciones de base Cu.

En los últimos dos años, se disminuyó la carga horaria dedicada a esta línea de investigación debido al incremento de las actividades en los otros proyectos en marcha en el **GRNA**. No obstante lo cual, se estudiaron los sistemas Cu-Zn-Al, Cu-Al-Be y Cu-Al-Mn usando las técnicas de espectroscopia temporal positrónica y calorimetría diferencial de barrido. Los resultados permitieron progresar significativamente en la comprensión de los fenómenos asociados con la generación y migración de defectos puntuales, la descomposición de fases metaestables y el rol de los defectos puntuales y sus interacciones en los distintos procesos de los materiales estudiados.

Asimismo, el **GRNA** lleva a cabo trabajos en colaboración sobre otras temáticas que involucran el

- Estudio de defectos en el volumen de intermetálicos y en la superficie de *films* de carbonos amorfos. El estudio de los *films* se lleva a cabo en colaboración con el Dr. Hugo Huck del Laboratorio TANDAR del Departamento de Física de la CNEA y con el Dr. Roberto Brusa del *Dipartimento di Fisica* de la *Università di Trento* (Italia).
- Estudio de defectos y/o de procesos de cristalización en cerámicos tipo perovskitas policristalinas o materiales ferroeléctricos preparados por aleado mecanoquímico. Este trabajo se desarrolla en colaboración con la Dra. M. Castro y el Dr. J.M. Porto López del INTEMA-CONICET, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Trabajos de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica - Vinculación con Metalúrgica Tandil

Esta colaboración comenzó a gestarse cuando en el 2004 la *International Atomic Energy Agency* (Viena, Austria) otorgó al **GRNA** un subsidio para el estudio, mediante el uso de técnicas nucleares, de fallas en piezas fundidas con aleaciones de base aluminio.



Como contraparte industrial se cuenta con la empresa local fundidora de piezas para la industria automotriz que se menciona en el título. Este proyecto, al cual se sumó financiamiento otorgado por la ANPCyT en el 2004 a través de un PID, surgió como necesidad de la empresa de actualizarse tecnológicamente y de obtener el conocimiento necesario para producir piezas fundidas que respondieran a las exigencias de los clientes actuales (Peugeot, Ford, Renault, John Deere, Fiat, Scania, entre otros) y potenciales del sector automotriz que requieren el manejo de tecnologías del siglo XXI y mediante la cual es posible mejorar las respuestas mecánicas de las piezas fundidas. Los desarrollos que van surgiendo de los proyectos en marcha van permitiendo a la empresa adoptante ser competitiva en el mercado de la industria metalmeccánica a nivel nacional e internacional y, además, avanzar en la búsqueda de nuevos mercados a través de la fabricación de piezas de alto valor tecnológico.

Grupo: Solidificación

Responsable: Dr. Osvaldo Fornaro

Contacto: ofornaro@exa.unicen.edu.ar

En el Grupo de Solidificación se estudian los aspectos relacionados con los procesos de solidificación, durante la fundición y colada en ambientes controlados. Por este motivo, los principales puntos de interés son la microsegregación y el rol de las inestabilidades morfológicas en la formación de las microestructuras en diferentes sistemas de aleaciones metálicas, incluyendo el efecto de la cristalografía. El estudio de la fluidez lineal de aleaciones metálicas líquidas, binarias y ternarias base aluminio y base estaño permite el análisis crítico de la utilización de los diagramas de fase de este tipo de sistema, y de su comportamiento durante el cambio de fase, incluso en casos de solidificación rápida y en canales estrechos, como en la obtención de materiales compuestos de matriz metálica (CMMs). Complementa la estructura del grupo la modificación de estructuras de solidificación as-cast en aleaciones especiales como las superaleaciones base níquel y base cobalto.

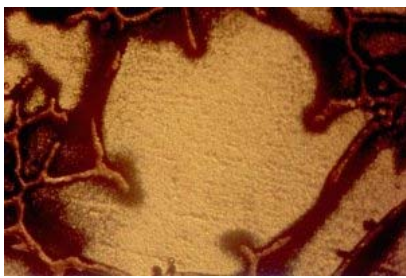
Se utilizan técnicas de solidificación unidireccional, colada convencional en condiciones controladas, fluidez lineal, y tratamientos térmicos de alta temperatura, complementados con microscopía óptica y electrónica de barrido y de transmisión y análisis de composición con microsonda de RX.

Integrantes:

- **Dr. Hugo A. Palacio.** Prof. Titular UNCPBA-Inv. Independiente CICPBA
- **Dr. Osvaldo Fornaro.** Prof. Adjunto UNCPBA-Inv. Asistente CONICET
- **Dr. Alejandro M. Ges.** Prof. Adjunto UNCPBA-Profesional de Apoyo Principal CICPBA
- **Prof. Olga B. Garbellini.** J.T.P. UNCPBA-Profesional de Apoyo Principal CICPBA
- **Dra. Carina N. Morando.** J.T.P. UNCPBA-Becario Post-Doctoral CONICET
- **Ing. Jessica Giacchi.** Becaria ANPCyT

Solidificación Unidireccional en aleaciones diluidas

Se utiliza la solidificación unidireccional como método experimental para reconocer y aislar el efecto de los distintos parámetros de solidificación sobre la evolución microestructural de los crecimientos planos, celulares o dendríticos por debajo del frente de solidificación, y por ende, la microsegregación en el sólido resultante. Esta selección es producto de la interacción entre los campos térmicos, de soluto y capilares, lo que provoca un patrón de microsegregación delante de la interfaz que avanza. Esta microsegregación permite la aparición de inestabilidades locales en la interfaz que podrán desarrollarse según la morfología en esta zona sea estable o no. Las transiciones en la microestructura han sido asociadas a cambios en la relación GL/VCo , sin embargo no existe una descripción precisa del rol de las inestabilidades del proceso.



Estructura dendrítica del crecimiento a velocidades moderadas en Al-1%Cu.

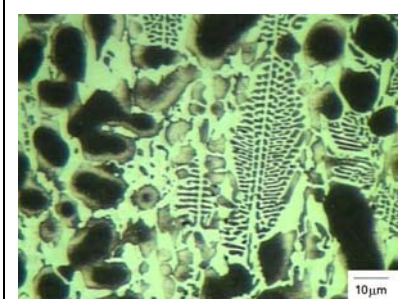
Estos mecanismos se encuentran actualmente en discusión y es por ello que, siendo de relevante interés académico y tecnológico el entendimiento de los mismos, son necesarios experimentos que diluciden las consideraciones teóricas y experimentales, destacando la importancia de la anisotropía cristalina en la selección de la microestructura en la transición celular-dendrítica y en particular en la selección del punto de trabajo dendrítico. Se estudian aleaciones HCP: base Zn (Zn-Cd y Zn-Sn) y FCC: base Al (Al-Cu).



Sistema de crecimiento de cristales del tipo Bridgman de nave móvil.

Fluidez en materiales compuestos de matriz metálica y en eutécticos metálicos de distintas morfologías

Se estudia la Fluidez de materiales compuestos de matriz metálica (CMMs) para aleaciones ternarias en la esquina rica en Al de los sistemas AlCuSi y AlCuAg, en los campos de fase primaria según el diagrama de equilibrio. El entendimiento del problema se completa con el estudio de la fluidez de sistemas eutécticos que presentan estructura regular o *no facetados* - *no facetados* como el AlCu, AlZn AlNi y PbSn, irregular o *facetados* - *no facetados* como el AlSi, AlCo, AlFe, AlNi y SnZn y semiregular como el eutéctico ternario AlCuAg, a los efectos de determinar relaciones entre morfologías de crecimiento y largo de fluidez y su influencia en aleaciones binarias y ternarias proeutécticas en la que los mismos intervienen. Este estudio se realiza con un equipo experimental de fluidez lineal de

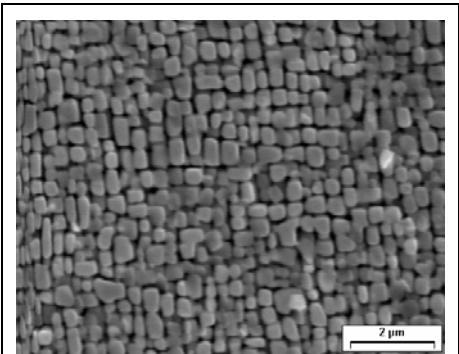


Estructura semirregular tipo Brick de dendritas de 2 fases Ag₂Al o Cu₂Al unidas formando una cadena, Al-32%Ag-20%Cu.

llenado por aplicación de vacío. En cada experiencia, la aleación líquida de composición y temperatura conocidas, es forzada a fluir por un canal de pequeña sección bajo una presión determinada. El largo que el metal fluye hasta que se detiene por solidificación se toma como medida de su fluidez. Para el caso de CMMs se utiliza la técnica de infiltración a presión de un preformado de fibras cerámicas cortas de alúmina precalentadas a temperatura menor que la temperatura de liquidus de la matriz. Esta técnica permite controlar las variables que afectan el comportamiento del flujo metálico y por lo tanto hace posible evaluar la fluidez de metales líquidos en el preformado de fibras en términos clásicos (distancia del flujo del metal líquido en los espacios interfibras hasta que solidifica).

Modificación de Estructuras de Solidificación en Superalaciones.

Se estudia el efecto de los Tratamientos Térmicos sobre la microestructura en una superaleación base níquel de primera generación, CMSX-2, caracterizada por poseer una alta fracción de volumen de fase γ' [$Ni_3(Al,Ti)$]. Los tratamientos térmicos que se utilizan comprenden las etapas de solubilizado, post-solubilizado y de precipitado, que permite obtener distintos tamaños y distribución inicial de partículas. Las muestras obtenidas con diferentes tamaños de partículas γ' son sometidas a envejecimiento artificial a temperatura constante para estudiar la evolución, crecimiento y energía de activación del proceso de Ostwald Ripening de las partículas precipitadas. Se estudia la Influencia de la temperatura de envejecimiento y el tamaño inicial de las partículas sobre la velocidad de crecimiento de γ' , para confirmar si el comportamiento de la ley de crecimiento está de acuerdo con la ley LSW al menos para tiempos cortos de envejecimiento. En forma similar, se analiza la energía de activación del proceso como una función de la temperatura de precipitación y/o del tamaño inicial del precipitado.



Estructura γ - γ' característica de las superaleaciones base Ni CM-SX2, tratada térmicamente.