

ARTÍCULO

## UN NUEVO CENTRO INTERDISCIPLINARIO EN NANOTECNOLOGÍA EN URUGUAY

Alvaro W. Mombrú



## Un Nuevo Centro Interdisciplinario en Nanotecnología en Uruguay

### Resumen

Desde diciembre de 2009, un Nuevo Centro Interdisciplinario ha sido creado en Uruguay: el Centro Interdisciplinario en Nanotecnología y Química y Física de Materiales. Este Centro es un espacio virtual para investigadores que trabajan en la Universidad de la República, la mayor Universidad del Uruguay y la única pública. El Centro está financiado por el recientemente creado Espacio Interdisciplinario de la Universidad de la República.

En el marco de este Centro se han unido 17 investigadores de las Facultades de Ciencias, Ingeniería, Odontología y Química, para estimular el desarrollo de la Nanotecnología en Uruguay. Todos ellos tienen posiciones permanentes en la Universidad e integran el Sistema Nacional de Investigadores.

El objetivo principal del Centro es la consolidación de los campos de Química y Física de Materiales en la Universidad de la República, a través de los esfuerzos coordinados de los investigadores en las Facultades mencionadas.

**Palabras clave:** interdisciplina, materiales, química física, nanotecnología

### Abstract

Since December 2009, a new interdisciplinary Centre in Nanotechnology has been created in Uruguay, the Interdisciplinary Centre in Nanotechnology and Chemistry and Physics of Materials, Centro Interdisciplinario en Nanotecnología y Química y Física de Materiales.

This Centre is a virtual space for researchers working at the Universidad de la República, which is the largest University in Uruguay, and the only public one. The Centre is supported by the recently created Interdisciplinary Space of the Universidad de la República ([www.ei.ur.edu.uy](http://www.ei.ur.edu.uy)).

Seventeen researchers from the Schools of Chemistry, Engineering, Sciences and Dentistry (Facultades de Química, Ingeniería, Ciencias y Odontología) will jointly undertake actions to stimulate Nanotechnology in Uruguay. They all have permanent positions at the Universidad de la República and they all belong to the Researchers National System.

The main aim of the Centre is to consolidate the fields of Chemistry and Physics of Materials and

Nanotechnology at the Universidad de la República, through the coordinated efforts of researchers at the Schools of Sciences, Engineering, Dentistry and Chemistry.

**Keywords:** interdisciplinarity, materials, physics chemistry, nanotechnology

## Introducción

El área de la Nanotecnología ha evolucionado en todas partes del mundo, en forma transversal, desde distintas ramas disciplinarias, en particular, todas aquellas en las que las dimensiones de trabajo son el nanómetro ( $10^{-9}$  m). De esta forma, desde la Química, la Física y la Biología, se condensó disciplinariamente en lo que se conoce como Ciencia y Tecnología de Materiales. Dada la preponderancia que en los últimos años están adquiriendo todos aquellos materiales que se han nanoestructurado, o que se han autoensamblado, la Nanotecnología ha surgido en los últimos años como la evolución más promisoría de la Ciencia y la Tecnología de Materiales, debido a las importantes aplicaciones que podrían originarse a partir de ellos.

Una definición adecuada de Nanotecnología, podría ser:

*Es la rama de la tecnología que se basa en los procesos que se puedan realizar sobre la materia a escala nanométrica (millonésima parte del milímetro).*

En este campo se definen tanto los productos de encapsulado para productos activos de fármacos, como para nutrientes, aromatizantes o saborizantes, así como también para plaguicidas o productos sanitarios para animales.

Se definen también en esta área productos nanoestructurados que se emplean por ejemplo como catalizadores o para la limpieza de efluentes. Se consideran productos nanoestructurados a aquellos que presentan modificaciones en su estructura a escala nanométrica, como ser poros, recortes en los bordes, variaciones en las láminas que pueda contener, tanto a nivel de forma como de configuraciones relativas o incluso la pérdida de cristalinidad de una materia prima original.

Asimismo, se considera dentro de la Nanotecnología a toda aplicación que contenga nanopartículas, nanotubos o clusters moleculares ensamblados en forma cristalina o polimérica. Estos nanomateriales podrán estar incluidos en variados rangos de concentración en fluidos o

matrices de otros materiales, con la condición que su incorporación modifique la naturaleza de alguna de las propiedades físicas que dichos materiales presenten en ausencia de los primeros.

También se considera dentro de la Nanotecnología al estudio de nanosistemas naturales, en los que se utilizan modelos inversos que permiten avanzar en el entendimiento de la escala nanométrica, acercando así la posibilidad de futuras aplicaciones.

Queda incluida en la Nanotecnología toda actividad que se realice en el marco de las pautas anteriores, entre las que se puede ejemplificar el estudio de tamaños de partículas a escala nanométrica, el control de las formas de las mismas, su estudio físico, químico y estructural, su estudio farmacológico (donde se aplique) o toxicológico, y toda actividad de medida y caracterización de las propiedades de los nanomateriales ya descritos.

Finalmente se considera que se encuentra en el marco de la Nanotecnología, toda actividad que se lleve adelante para estudiar el impacto que la incorporación de nanomateriales a la producción pueda tener sobre las condiciones de vida de la sociedad.

Como consideración final, las pautas anteriores pueden ser flexibles, en el entendido de que se trata de una tecnología emergente y cuyas fronteras y nuevas aplicaciones pueden extenderse en el futuro.

Esta definición por extensión de Nanotecnología, no hace más que hacer tomar conciencia del alto carácter interdisciplinario que involucra. Sin embargo y a pesar de la extensión de la definición, incompleta seguramente, no se puede dejar de enfatizar que se trata de un área particular de la Química y Física de Materiales, de ciertos materiales particulares, pero materiales al fin.

Desde el enfoque de la Química y la Física, en sinergia interdisciplinaria, se puede trabajar de una forma muy armónica, estudiando los materiales no como caja negra, sino con el conocimiento preciso de su composición y estructura, y retroalimentando el estudio físico de las propiedades que los mismos presenten.

De esta forma, investigadores de la Universidad de la República, [1] la única pública y la más grande del país, con más de 80,000 estudiantes, vieron la necesidad de agruparse conformando un centro virtual, donde confluyeran las especialidades disponibles en la temática en el país.

A lo largo de los años el Centro fue gestándose con intentos de concreción, hasta que el llamado a apoyos a Centros que realizó la Universidad de la República en el marco de su nuevo Espacio Interdisciplinario, [2] en 2009, se constituyó en el vehículo oportuno para su puesta en marcha.

La creación de este Centro está basada en otras experiencias a nivel mundial, en donde especialistas de áreas diversas convergen en torno a la temática de materiales, sin dejar de pertenecer a sus instituciones de origen, en la búsqueda de sinergias que permitan avanzar más rápidamente y llegar más lejos. Como ejemplo, que incluso es regional, se puede citar la creación del Centro Multidisciplinario de Desarrollo de Materiales Cerámicos, CMDMC, que en la ciudad de Sao Carlos, Estado de Sao Paulo, Brasil, congrega, desde hace más de una década, a investigadores que pertenecen a diversas universidades del entorno geográfico. [3]

## Desarrollo

De acuerdo con lo detallado en el apartado anterior, el Centro creado en la Universidad de la República se enfoca, como su título dice, en Nanotecnología y Química y Física de Materiales, conteniendo todas las variedades y alcances ya descritos.

El Centro Interdisciplinario en Nanotecnología y Química y Física de Materiales, CINQUIFIMA, funciona desde 2010 y está conformado por 17 investigadores de la Universidad de la República, todos con cargos de Profesor Adjunto, Profesor Agregado y Profesor Catedrático, de las Facultades de Ciencias ([www.fcien.edu.uy](http://www.fcien.edu.uy)), Ingeniería ([www.fing.edu.uy](http://www.fing.edu.uy)), Odontología ([www.odon.edu.uy](http://www.odon.edu.uy)) y Química ([www.fq.edu.uy](http://www.fq.edu.uy)), y con un investigador del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable ([iibce.edu.uy](http://iibce.edu.uy)), como institución asociada. Sus integrantes tienen una importante participación en el Sistema Nacional de Investigadores.

En la Facultad de Ciencias, los doctores Carlos Negreira y Ariel Moreno Gobbi del Laboratorio de Acústica Ultrasonora del Instituto de Física (<http://www.cuiidarte.fmed.edu.uy/cuiidarte/quienes-somos/laboratorio-acustica-ultrasonora/>), aportan desde la Física y los doctores Eduardo Méndez del Laboratorio de Biomateriales ([biomateriales.fcien.edu.uy/](http://biomateriales.fcien.edu.uy/)) y Pablo Cabral, del Centro de Investigaciones Nucleares ([www.cin.edu.uy](http://www.cin.edu.uy)), desde la Química.

En la Facultad de Ingeniería, los doctores Enrique Dalchiele, Ricardo Marotti y Daniel Ariosa, del Instituto de Física, se complementan disciplinariamente con los grupos de la Facultad de Química, de los doctores Carlos Kremer, Julia Torres y Raúl Chiozzone, de Química Inorgánica, el Dr. Gustavo Seoane de Química Orgánica, y los doctores Alvaro Mombrú, Ricardo Faccio, Helena Pardo, Leopoldo Suescun y Pablo Denis, desde la Química Física.

El aporte del Dr. Marcelo Kreiner, de Facultad de Odontología, es muy importante para comenzar a encontrar aplicaciones concretas a los avances de los demás grupos, en un área con muchas respuestas por encontrarse desde los materiales.

Finalmente, el Dr. Juan Benech del IIBCE, es el complemento desde lo biológico, permitiendo aún

más el alcance de la interdisciplinariedad.

En lo concreto, y a los efectos de su presentación ante el Espacio Interdisciplinario, este grupo de investigadores planteó las siguientes Áreas Problema en el marco de su presentación como Centro:

El Área Problema troncal del Centro Interdisciplinario es el de la Nanotecnología y la Química y Física de Materiales.

Involucra la Química Supramolecular, la síntesis de precursores, materiales y nanomateriales, la preparación a escala de los mismos, su estudio estructural y su caracterización física y la previsión de sus propiedades. Abarca también el campo de sus aplicaciones, tanto en dispositivos como en la salud, tanto en la producción como en la generación y almacenamiento de energía, u otras aplicaciones que surjan de interés en el futuro. Es intención del Centro el apoyo de toda iniciativa que permita la consolidación futura de la Ciencia y la Tecnología de Materiales.

Todo lo anterior plantea el marco general en el que se mueve el Centro y su posición respecto a los intereses de sus integrantes.

Así, el objetivo general del Centro es la consolidación de las áreas de Ciencia y Tecnología de Materiales y Nanotecnología en la Universidad de la República, a través del esfuerzo coordinado de docentes de las Facultades de Ciencias, Ingeniería, Odontología y Química.

Como objetivos específicos, se definen: la formación de recursos humanos a través de posgrados en las áreas propuestas –objetivo de gran prioridad-, la realización de actividades de difusión de la temática, indispensable para la toma de conciencia de la importancia de su desarrollo a nivel del país, el dictado de cursos específicos en el área, en donde se promueva la convergencia temática complementaria desde los distintos integrantes del Centro, el aprovechamiento máximo de las capacidades de investigación de todos los integrantes a través de la sinergia que se logrará con el Centro, el desarrollo de nuevas líneas de investigación a través del intercambio más fluido que se dará en discusiones facilitadas por el ámbito del propio Centro y la realización de actividades para la consolidación del área Tecnología de Materiales.

La estrategia para llevar adelante la creación y consolidación del Centro, se puede delinear en los siguientes puntos: primeramente la creación del Centro y de un sitio Web [4] y en segundo término, se prevé la consolidación del Centro, designándose a docentes específicos del mismo.

Como actividades específicas para la concreción de los objetivos propuestos, se plantea la realización de Seminarios a la interna del Centro, con divulgación hacia el resto de la comunidad académica y cuando la temática lo amerite, con otros sectores de la sociedad. Asimismo se estableció la necesidad de la organización de un evento interdisciplinario a nivel nacional con

invitados del exterior, el cual tuvo lugar en 2010. Se está evaluando repetir esta actividad con otro enfoque temático, siempre dentro de las áreas que cubre el Centro. Un rubro del más alto interés del Centro es la formación de recursos humanos de base interdisciplinaria en las diferentes áreas que forman parte del estudio de materiales avanzados. En ese sentido, y en forma escalonada, cronológicamente se destaca el dictado de cursos en Nanotecnología y Materiales y la organización de una propuesta de Posgrado interdisciplinario, lo que implicaría la culminación de mayor aspiración del Centro: la formación de recursos humanos calificados en el estudio de materiales avanzados, pero con formación interdisciplinaria, que permita dar origen a una comunidad nacional en la temática, sin las barreras de diálogo que inevitablemente ocasionan las distinguidas jergas y enfoques que traen consigo las disciplinas encasilladas como tales.

Otro aspecto de interés es la realización de actividades de difusión especializada hacia egresados y estudiantes del área científico-tecnológica u otras que puedan estar interesadas.

El Centro propende a la creación de puentes hacia la vinculación con científicos sociales y actores representantes de la sociedad, concretando intercambios que puedan favorecer la mejor comprensión de los beneficios y riesgos de las actividades de esta temática. Esta aspiración se puede concretar a través de la realización de Talleres donde, por ejemplo, se pueda discutir sobre posibles impactos que a nivel social pueden provocar la Ciencia y la Tecnología de Materiales y las Nanotecnologías en particular.

Por otro lado, otra forma de crecimiento de la interdisciplina de la temática en el país por medio del Centro, es a través de favorecer la integración de redes especializadas con centros del exterior. En este sentido y como ejemplo, la participación de integrantes del Centro en el proyecto del 7mo. Programa Marco de la Unión Europea, NMP3-CA-2009-233467, Proyecto EULASUR [5], marca una ruta a seguir. En el marco de este proyecto, que integra el Centro NanoMat del Polo Tecnológico de Pando de la Facultad de Química, integra del CINQUIFIMA, se realizan intercambios académicos con Universidades y organizaciones de la región. Este proyecto permite avances significativos en Ingeniería de Materiales, Biomateriales y Energía, con potencial de desarrollo en materiales para electrónica. Integran esta propuesta las españolas CSIC ([www.csic.es/](http://www.csic.es/)) y Universitat Autònoma de Barcelona ([www.uab.es/](http://www.uab.es/)), CNRS (Centre national de la recherche scientifique, [www.cnrs.fr/](http://www.cnrs.fr/)) y Université Pierre et Marie Curie (Francia, [www.upmc.fr/](http://www.upmc.fr/)), DESY (Alemania, [www.desy.de/](http://www.desy.de/)), Imperial College (UK, [www3.imperial.ac.uk/](http://www3.imperial.ac.uk/)), Copenhagen Business School (Dinamarca, [www.cbs.dk/](http://www.cbs.dk/)), Veneto Nanotech S.C.p.A. (Italia, [www.venetonanotech.it/](http://www.venetonanotech.it/)), Universidade Federal de Minas Gerais (Brasil, [www.ufmg.br/](http://www.ufmg.br/)), y las argentinas Universidad de Luján ([www.unlu.edu.ar/](http://www.unlu.edu.ar/)), CNEA (Comisión Nacional de energía Atómica, <http://www.cnea.gov.ar/>) y CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, [ww.conicet.gov.ar/](http://www.conicet.gov.ar/)).

Finalmente, pero no como algo periférico, sino de gran aspiración para el Centro, se desea avanzar hacia la interacción con áreas disciplinarias con competencia directa en los materiales que se estudian en el Centro. Como ejemplo de ello, en el marco de las áreas médicas vinculadas con materiales, ha habido una fuerte colaboración con el Instituto de Donación y Trasplante de Células, Tejidos y Órganos, en biomateriales de trasplantes y la caracterización del proceso de criopreservación. Se prevé que la creación de este Centro profundice esa cooperación, así como la propagación de la misma hacia otros integrantes del Centro.

Por supuesto que, además, el intercambio a la interna del Centro favorece que se desarrollen y multipliquen actividades de investigación conjuntas entre integrantes del Centro, verificables a través de alguno de los siguientes mecanismos: publicaciones, proyectos, asistencia a congresos o conferencias y reportes técnicos.

## **Conclusiones**

A dos años de comenzadas las actividades del CINQUIFIMA, esta novedosa experiencia para Uruguay, enmarcada en una política institucional de la Universidad de la República, para la promoción de la interdisciplina concretada con la creación de Espacio Interdisciplinario, ha dado pasos ciertos hacia la concreción de sus aspiraciones iniciales.

Se ha creado un sitio web ([cryssmat.fq.edu.uy/CINQUIFIMA](http://cryssmat.fq.edu.uy/CINQUIFIMA)) al que sin lugar a dudas hay que alimentar con información, para que pueda transformarse en la carta de presentación del Centro ante la comunidad internacional. Si bien queda mucho trabajo en este sentido, ya están sentadas las bases para el rápido crecimiento del mismo.

Se ha organizado un evento que vincula bio y nanomateriales en conjunto con la Facultad de Odontología en 2010 (Congreso Internacional de Nanotecnología y Biomateriales, noviembre de 2010, <http://www.zonaeventos.com/zonaeventos/eventos/eventos.php?te=&accion=verEvento&evento=4603>). El mismo tuvo lugar en la propia sede de la Asociación Odontológica del Uruguay, con la participación de expositores de Estados Unidos y Argentina, en el que se avanzó hacia el interés común en la integración de temáticas de investigación con áreas de interés profesional.

Se han contratado docentes específicos del Centro, quienes oficiarán como motores de las actividades que éste promueva, siendo fuerza de trabajo en crecimiento real de esta experiencia. Este paso es fundamental, ya que los integrantes que conformaron originalmente el Centro, agregaron a sus actividades el hecho de llevar adelante las acciones del mismo, lo que no puede sostenerse a largo plazo sin un refuerzo técnico indispensable.

Se están relevando y clasificando los cursos que pueden dar los integrantes del CINQUIFIMA, con lo que por primera vez se tendrá un mapa adecuado de la situación en este sentido, además

de mejorar notablemente la difusión de esta oferta, fundamentalmente entre población cruzada, apostando a la interdisciplina. Finalmente y como punto al que se le otorga gran importancia, se ha discutido mucho sobre el proceso de presentación de un posgrado interdisciplinario en materiales avanzados y ahora se está en proceso de organizar y armar la propuesta. Esto ha llevado un esfuerzo muy grande de los docentes que integran el Centro, pero ahora, con la integración de capacidad nueva de trabajo a través de estas últimas contrataciones, y luego de un debate sobre las características que el posgrado debe tener, nos encontramos en condiciones de avanzar con pasos ciertos hacia la concreción de esta aspiración. Se plantea el año 2012 como el de la gestión de la propuesta y el 2013 como el de la aprobación, poniéndose el objetivo de comenzar en 2014 con la primera matriculación de estudiantes. Esta planificación, por supuesto, involucra una visión que podrá ir variando con las circunstancias, pero se pretende su cumplimiento desde los esfuerzos propios del Centro.

Adicionalmente, el Centro actúa como portavoz ante las sociedades regionales de materiales, para integrar sus actividades y la realización de eventos conjuntos, actuando de esta forma como un embrión de la sociedad uruguaya de materiales, la que se pretende formar en un futuro, y en la que el propio Centro puede actuar como catalizador.

En definitiva, esta experiencia que constituye el CINQUIFIMA, la que venía gestándose desde hace varios años, cuando los investigadores nacionales en materiales avanzados habían identificado la debilidad de estar desconectados, se concretó gracias al muy oportuno marco que ofreció la creación del Espacio Interdisciplinario de la Universidad de la República y está dando pasos firmes hacia los objetivos que se habían planteado originalmente.

La aspiración de todos quienes conforman el Centro Interdisciplinario en Nanotecnología y Química y Física de Materiales, es que este momento y este movimiento sea visto dentro de unos años como la génesis de una comunidad nacional especializada en el estudio de materiales avanzados y que los frutos de estos esfuerzos se multipliquen en el futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] [www.universidad.edu.uy](http://www.universidad.edu.uy)

[2] [www.ei.ur.edu.uy](http://www.ei.ur.edu.uy)

[3] ] [www.cmdmc.com.br](http://www.cmdmc.com.br)

[4 [cryssmat.fq.edu.uy/CINQUIFIMA](http://cryssmat.fq.edu.uy/CINQUIFIMA)]

[5] [www.icmab.es/eulasur](http://www.icmab.es/eulasur)