

**International
Conference
on Polymers
and Advanced Materials**



Año 2021



Universidad Nacional Autónoma de México

Enrique Graue Wiechers
Rector

William Henry Lee Alardín
Coordinador de la Investigación Científica

Instituto de Investigaciones en Materiales

José Israel Betancourt Reyes
Director

Ilich Argel Ibarra Alvarado
Secretario Académico

Ernesto Rivera
Fundador y presidente de POLYMAT

Estrella Ramos
Editora Responsable Materiales Avanzados

Astron Martínez
Editor y divulgador científico

Comité Editorial:

Maricela Zapata Arroyo
Yareli Rojas Aguirre
Karina Suárez Alcántara
José Chávez Carvayar
Francisco Morales Leal
Ateet Dutt

Producción:

Editorial IIM
Editor científico: Ernesto Rivera y Estrella Ramos
Editor digital: Alberto López Vivas
Traducciones: Pasquale Porcu y Ernesto Rivera
Diseño editorial: Astron Rigel Martínez Rosas

La reproducción del material aquí mostrado se permite siempre y cuando:
se cite esta revista, se reconozca a los autores y no sea utilizado con fines comerciales.

CDMX 27 de septiembre del 2021

Presentación

Breve comentario del comité de la revista Materiales Avanzados

Es un gusto que el comité organizador del congreso *International Conference on Polymers and Advanced Materials POLYMAT*, evento bianual que con mucho orgullo es organizado desde casa, deposite su confianza y use nuestra revista como el vehículo para conmemorar su 10º aniversario. Con esta colaboración respaldamos el importante compromiso que tiene nuestra revista como órgano de difusión y divulgación de la ciencia. Uno de nuestros compromisos es presentar de forma visual, fácil de entender y accesible al público no especializado el trabajo que se hace en el área de materiales. Enhorabuena, felicitamos ampliamente a los organizadores, en especial al Dr. Ernesto Rivera, a quien cedemos el espacio para que sea él quien presente el número especial dedicado a esta conmemoración.

Estimados colegas:

Para mí es un gran placer presentar este nuevo número de la revista *Materiales Avanzados*, realizado en conjunto con la revista *Polymat Contributions*, donde festejamos el 10º aniversario del congreso *International Conference on Polymers and Advanced Materials POLYMAT*, que se ha venido desarrollando cada dos años en Huatulco Oaxaca desde el año 2009.

En el presente volumen se incluye una breve historia del evento desde su creación, la presencia de un Premio Nobel en la edición

2011, cómo se incorporó un simposio de vinculación academia-industria, la incorporación de temas de materiales organometálicos y para catálisis, además del contenido de dos de las plenarias que más impacto tuvieron en el evento, presentadas por dos grandes científicos reconocidos a nivel mundial: la Dra. Anne-Marie Caminade y el Prof. Lutz Gade.

Cabe mencionar, que nuestro evento ha albergado un memorial simposio en honor de nuestra colega la Dra. Betsabée Marel Monroy Peláez (1977-2016), ex-miembro del comité organizador, muy querida por la comunidad del evento, el cual contó con la presencia de familiares, colegas y amigos. También, se incluye un pequeño homenaje bajo el formato de biografía con anécdotas de nuestro colega el Dr. Luis Felipe del Castillo Dávila (1945-2020), quien durante su gestión como Coordinador del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales apoyó el evento POLYMAT más que cualquiera.

Al final del volumen se incluye un artículo titulado "El lado oculto de POLYMAT, lo que no todos saben" el cual describe anécdotas, problemas que tuvimos que resolver, sucesos inesperados que al final de esta historia adoptaron un matiz chusco. Por último, se incluye una sección de comentarios y testimonios, así como un bello álbum de fotos, en las cuales seguramente encontrarán caras conocidas o la suya propia. A nombre de los miembros del comité organizador, no me resta más que agradecer a todos ustedes por su preferencia y el apoyo que le han dado a este

evento a lo largo de todos estos años. Disfruten este número especial y, ¡buena lectura!

No me resta más que decirles que toda la comunidad (estudiantes, académicos, técnicos, visitantes) de nuestro Instituto, y todo el gremio científico, están invitados a participar e involucrarse activamente en este congreso

internacional bianual. Acérquense a nuestro equipo de trabajo (polymat@unam.mx), con Ernesto Rivera, servidor, y con gusto les hablaremos más de las novedades que tenemos año con año en Polymat. También pueden seguirnos en redes sociales.

Ernesto Rivera

Índice

6 Breve historia de POLYMAT

9 Un premio Nobel en POLYMAT

Juventino J. García

12 Compromiso con la vinculación entre
academia e industria

Ismeli Alfonso

15 Catalizando el POLYMAT: cómo se integraron
la Química Organometálica y de Coordinación

David Morales-Morales

19 Dendrímeros fosforados: macromoléculas
hiperramificadas para nanociencias

Anne-Marie Caminade

25 Catálisis enantioselectiva con complejos de metales de transición: *pincers* quirales usados como ligantes estereodirectores

Lutz H. Gade

30 Simposio memorial en honor a la Dra. Betsabee Marel Monroy Peláez

Estrella Ramos

33 Luis Felipe del Castillo Dávila (*In memoriam*)

Roxana M. del Castillo Vázquez y Adela Lemus

37 El lado oculto de POLYMAT, ¡lo que no todos saben!

Ernesto Rivera

41 Comentarios y testimonios

43 Fotos



Breve historia de POLYMAT

Desde siempre, el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM se ha caracterizado por participar activamente en la organización de eventos locales, nacionales y, esporádicamente, internacionales que promuevan la difusión de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. No obstante, fue hasta el año 2009 que surgió el *International Conference on Polymers and Advanced Materials* POLYMAT, un congreso bianual organizado por nuestro Instituto en el cual convergen investigadores de todo el mundo, con distinguidos representantes de Japón, varios de los países de América y Europa.

Los antecedentes de POLYMAT inician con el doctor Takeshi Ogawa y su Congreso Internacional Polymex. La primera edición contó con 150 participantes y se llevó a cabo en Cancún en 1993. Cuatro años después se llevó a cabo Polymex-1997 en Ixtapa. Diversas circunstancias postergaron la realización de más congresos, con todo y su afluencia y buena aceptación. Tras casi una década en el olvido, Ernesto Rivera retomó el curso original del proyecto y organizó Polymex-2006, a petición del doctor Ogawa. Se celebró a principios de noviembre en Huatulco, Oaxaca, y contó con más de un centenar de participantes que ampliaron el alcance internacional hasta ahora logrado.

Con diversas inquietudes, un grupo de académicos liderados por el doctor Ernesto Rivera decide formalizar un nuevo congreso, de periodicidad más regular y que ampliara los horizontes nacionales, cubriendo la creciente demanda y participación internacional en el tema y que también abarcara mayor investigación en Materiales Avanzados. De ahí su nombre: *International Conference on Polymers and Advanced Materials* POLYMAT.

El prefijo griego *poli* significa muchos y *mat* es una abreviatura de materiales; “muchos materiales” resume el objetivo de ampliar la oferta académica que hasta ahora había sido propuesta.

POLYMAT-2009 se celebró en Huatulco, del 22 al 26 de noviembre. Se duplicó la asistencia alcanzada por otros esfuerzos y congresos, incluido Polymex, al alcanzar dos centenares y medio de participantes de todo el mundo. Tanto el ambiente cosmopolita generado con la elevada concurrencia internacional, así como la alta demanda registrada en convocatoria, posicionaron a POLYMAT y proyectaron una imagen renovada y popular del mismo. Contó con cuatro *simposia*: la sesión general, polímeros, materiales inorgánicos, reología; se presentaron carteles y se coordinó una mesa redonda vinculante entre academia e industria.

Con la regularidad acordada se celebró POLYMAT-2011, del 16 al 21 de octubre, en la ya clásica sede ubicada en la bahía oaxaqueña y contó con 300 participantes. Debido a su buena aceptación, y a petición expresa de los participantes, Huatulco se convirtió en la sede permanente de POLYMAT.

Se diversificaron sustancialmente los *simposia* en las áreas de polímeros, materiales funcionales orgánicos, materiales inorgánicos e híbridos, materiales metálicos y reología. Personajes como Daniel Guillon, John Pojman y nada menos que Robert H. Grubbs (premio Nobel de Química en 2005 por la Metatesis de olefinas) dieron ponencias en inglés, el idioma oficial del congreso. La relación entre academia e industria se fortaleció y, en atención a la accesibilidad, se realizó esta última mesa en español.

El comité organizador del Simposio Latinoamericano de Química de Coordinación y Organometálica (SILQCOM) se acercó a Polymat para proponer una colaboración de la cual resultó un gran evento conjunto. POLYMAT-SILQCOM-2013 contó con una asistencia récord de 400 participantes y plenarias en *Functional Polymers, Functional Organic Materials, Inorganic and Hybrid Materials, Coordination and Organometallic Materials, Academy-Industry Relationships and Poster Session*. Eminentes conferencistas reconocidos mundialmente impartieron conferencias magistrales: Kyoko Nozaky, Coleen Pugh, José M. Kenny, Hajime Shirai, Jonas Peters. Esta edición fue un parteaguas para Polymat pues incluyó expertos en los campos de materiales organometálicos y de coordinación, propiciando así la interdisciplina y la colaboración de los químicos inorgánicos con los científicos dedicados a materiales.

Con el mismo éxito que tuvo la edición anterior, POLYMAT-2015 conservó las plenarias y simposia; tuvo una asistencia de 350 participantes y conferencistas invitados de toda América, Europa, Asia y Australia. Destacaron las plenarias de la doctora Anne-Marie Caminade en el área de dendrímeros, Alessandro Gandini en el área de copolímeros bloque, Lutz Gade y Christophe Darcel en el área de compuestos organometálicos, Dimitri Perepichka en el área de sistemas pi-conjugados y Don Tilley en Metal Organic Frameworks.

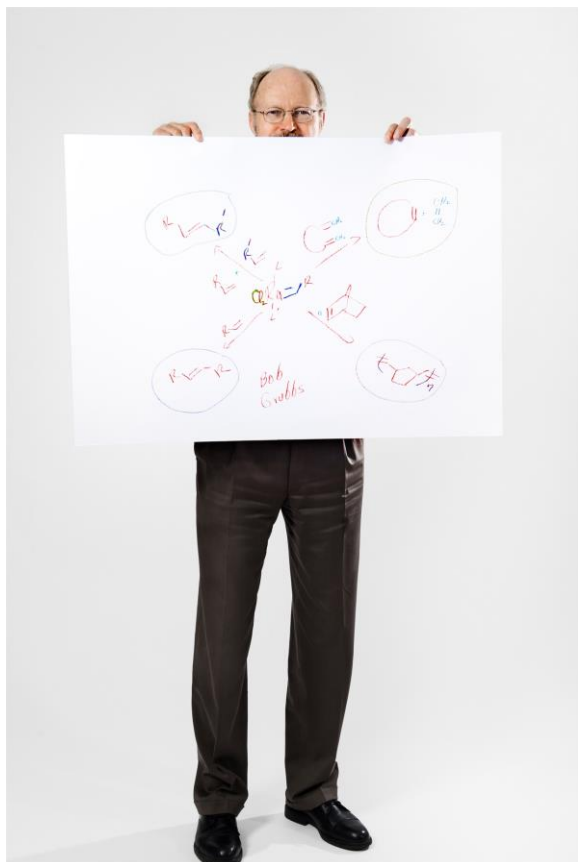
Dos años después, y con prácticamente el mismo número de participantes, POLYMAT-2017 contó con los exitosos plenaristas George Newkome, en el área de dendrímeros y sistemas supramoleculares, Harald Stöver en biopolímeros, Javier Vela en materiales para conversión de energía y Eduardo Peris en catálisis.

La edición anterior y esta le dieron a Polymat el formato, constancia y características que mantendría este Congreso internacional en ediciones subsecuentes. Con la edición conmemorativa más reciente del evento, celebramos ya una década ofreciendo a la comunidad académica un espacio para el intercambio de conocimiento. No solo eso, POLYMAT-2019 se realizó en conjunto con el 1st International Conference on the Chemistry of Pincer Compounds. El congreso tuvo gran audiencia y hubo conferencistas en las diversas áreas de materiales y pinzas moleculares. Figuraron entre los plenaristas Gerard van Koten, Karl Kichner, William Jones, John Pojman y Prasenhit Ghosh entre otros. La habitual cena de gala contó, esta vez, con una muestra de danza prehispánica y una exhibición de las tradiciones de Día de Muertos, mismas que fueron muy bien recibidas por parte del copioso público extranjero.

Esta primera década de trayectoria, con su gran crecimiento y expansión, posicionó al International Conference on Polymers and Advanced Materials POLYMAT como uno de los congresos internacionales en el área de materiales más importantes de Latinoamérica. Se trata de una necesaria propuesta, fresca y actual, organizada por investigadores jóvenes que tienen la mejor disposición para innovar, aportar ideas y cuestionar paradigmas preexistentes. Su esencia académica se reafirma al no ser organizado ni coorganizado por Sociedades o Asociaciones.

El equipo que hace posible POLYMAT agradece infinitamente a todas aquellas personas que, durante años, han formado parte de nuestra comunidad con su valioso trabajo, experiencia, participación y constancia. Seguiremos convergiendo, como familia científica, en las próximas ediciones.





Un premio Nobel en POLYMAT

Juventino J. García

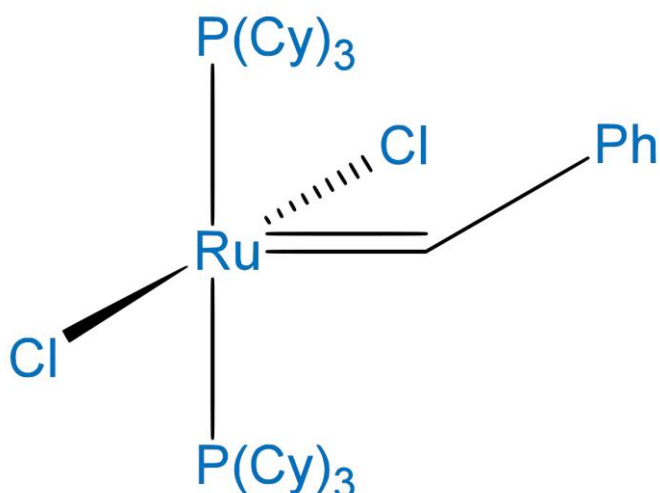
Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Coyoacán, CDMX

juvent@unam.mx

El programa académico de POLYMAT -que es una de las conferencias de polímeros y materiales avanzados más importantes que se organiza en México- siempre ha contado con una gran **diversidad** de conferencias plenarias por invitación, contribuciones orales y posters de alta calidad; y una plenaria impartida por un conferencista galardonado con el reconocido Premio Nobel no podía faltar. En la edición 2011 de dicho evento, el Dr. Robert H. Grubbs participó con la conferencia plenaria titulada "Synthesis of Macromolecular Systems with Defined Structures", misma que fue altamente recibida y aplaudida por los asistentes.

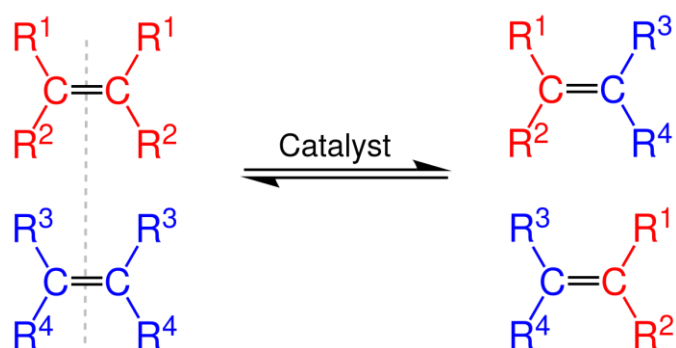
Muchos estudiantes se acercaron al Dr. Grubbs para saludarlo, discutir con él y *tomarse la foto*. Sin duda fue una de las conferencias con mayor audiencia en todas las ediciones de POLYMAT.

El Dr. Grubbs recibió el Nobel de Química en 2005, junto con el Dr. Yves Chauvin y el Dr. Richard R. Schrock, por el desarrollo de nuevas metodologías de metátesis de olefinas.



Las metátesis de olefinas y las metodologías en torno a ella son útiles en síntesis orgánica en general y, particularmente, en la síntesis de nuevos materiales y polímeros, convirtiéndola en una reacción de gran relevancia y actualidad.

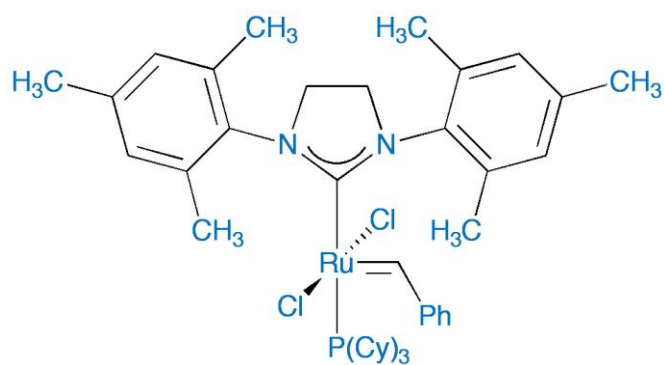
El Dr. Grubbs aceptó participar en POLYMAT de manera, prácticamente, inmediata. Con los antecedentes de alta calidad que tiene el Congreso y el hecho de que éste se realizaría en México (un país que ha podido visitar en varias ocasiones, incluida Ciudad Universitaria, que es el campus central de la Universidad Nacional Autónoma de México). No solo esto, el Dr. Grubbs ha tenido destacados estudiantes mexicanos en su grupo de investigación.



Durante la conferencia presentó los avances más recientes del momento. Habló de la investigación en polimerización por metátesis con apertura de anillo para la preparación de nuevos materiales poliméricos, compósitos y polímeros en bloque, usando catalizadores homogéneos basados en rutenio -los cuales presentan gran tolerancia a diversos grupos funcionales-.



En la fotografía de arriba se puede ver al Profesor Grubbs (al centro) con el *chairman* de POLYMAT, el Profesor Ernesto Rivera (a la derecha), y el Profesor Juventino García (a la izquierda).



Siendo originario del sureño estado de Kentucky, en Estados Unidos, el Profesor Robert H. Grubbs disfruta ampliamente de las *bebidas espirituosas* tales como el Bourbon; es por eso que el mezcal oaxaqueño en Huatulco fluyó bastante bien dentro de las pláticas informales.

De carácter serio y un poco introvertido, el amable profesor Grubbs estuvo dispuesto a responder preguntas y a socializar con los diversos participantes de POLYMAT en todo momento; con todo y el abrupto cambio de horario derivado de su viaje desde Nueva Zelanda a México.



POLYMAT y su compromiso con la vinculación entre academia e industria

Ismeli Alfonso

*Instituto de Investigaciones en Materiales unidad Morelia,
IIM-UNAM. Antigua carretera a Pátzcuaro 8701 Col.
Ex-Hacienda de Sn José de La Huerta. Morelia, Michoacán.*

ialfonso@iim.unam.mx

Me parece imprescindible hablar de muchos detalles relacionados con POLYMAT, tales como el gran compromiso de sus organizadores, el tesón de todos los involucrados para llevar a cabo sus labores, la participación de investigadores, estudiantes, administrativos y sobre todo el entusiasmo del Dr. Ernesto Rivera García, investigador del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, quien fue el pionero y el creador de este evento. Fue precisamente él quien me invitó a participar en el primer POLYMAT; ahora, 10 años después, tengo la oportunidad de hablar sobre la historia de este evento y su interés, no solo por la ciencia básica, sino por la vinculación entre academia e industria, la investigación aplicada y el uso de los materiales en la industria.

Quiero comenzar con una anécdota. Mucha gente no sabe que la palabra POLYMAT es una marca registrada –propiedad de la UNAM– solicitada, naturalmente, ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

Durante ese tiempo surgió un curioso inconveniente. Las *marcas* son todo signo visible que distingue e individualiza a los productos y pueden ser palabras, imágenes, figuras, símbolos, dibujos; quien tiene la *propiedad del título de registro* de una marca tiene el derecho a usarla de forma exclusiva y nadie más puede utilizarla sin su autorización. Pues resulta que, a la hora de promocionar el evento y lanzar la página web, recibimos una curiosa petición para cambiar el nombre. Se trataba de una exigencia del propietario de una empresa llamada POLYMAT.



La palabra (POLYMAT) es la misma. A nosotros también nos otorgaron el título de registro de la marca. Lo que pasa es que, en nuestro caso, se trata de una marca de la *clase 41* (que corresponde a “educación, formación, servicios de entretenimiento, actividades deportivas y culturales”), mientras que la empresa POLYMAT cuenta con el título en la *clase 1* (correspondiente a “productos”). Esta anécdota y muchas otras más nos han mostrado lo importante que es la protección legal de los resultados de investigación, firma de convenios y la búsqueda de nuevas formas de trabajar en conjunto con la industria, al igual que muchas otras enseñanzas.

¡Las vivencias son tantas!, los excelentes trabajos presentados, los casos de éxito en la vinculación (y también los fracasos), los resultados, las anécdotas. Dos cuartillas no alcanzan para plasmarlas, pero trataré de resumir esta parte de la historia de POLYMAT a continuación.

Historia de una sesión necesaria

La Academia y la Industria; dos mundos tan distintos, tan distantes, pero que necesitan el uno del otro cada día más.

El país que logre unir estos dos mundos destacará del resto por su capacidad de innovación, tecnología de avanzada, manufactura de punta. Es lo que necesitamos en México, y desde el 2006 he puesto mi granito de arena, desde mi trinchera como vinculator y como científico, de dar a conocer cómo vamos en nuestro país en la creación de puentes y nexos entre estos dos mundos.

Empezamos como organizadores de una mesa redonda, en el año 2007 durante el International Materials Research Congress (congreso organizado por la Sociedad Mexicana de Materiales). Esta mesa dio origen al simposio titulado “Estrategias de Vinculación Academia-Industria”, el cual organicé de manera ininterrumpida durante una década, de 2008 a 2018. Tanto el Dr. Rivera como un servidor fuimos asiduos expositores dentro de este evento y fue aquí donde discutimos la necesidad de incluir, en el nuevo evento POLYMAT, una sesión sobre el tema de la vinculación academia-industria. Así fue que, desde el primer POLYMAT en 2009, contamos con un espacio dedicado a reflexionar y accionar en torno al tema con la comunidad científica. La primera de estas mesas redondas llevó por título **“La industria mexicana en su vinculación con la academia: experiencias y retos”**.

A partir de ese momento, nuestra sesión se nutrió con la presentación de trabajos, ponentes invitados, exposiciones orales y presentación de pósters. Se modificó el nombre de la sesión a **“Ciencia de materiales aplicada a la industria”**. Esta sesión fue un éxito desde el principio y en 2019 cumplió –al igual que todo POLYMAT– 10 años de presentar importantes avances, éxitos, fracasos, estrategias y nuevos materiales para su aplicación en diferentes ramos industriales.

El promedio de trabajos recibidos ronda la media centena de solicitudes, lo cual muestra el gran interés por parte de la comunidad científica en el tema de la vinculación. Creemos necesario seguir trabajando para que la cantidad de postulaciones se eleve aún más. A lo largo de las diferentes emisiones del Congreso hemos contado con la presencia de un sinnúmero de académicos y estudiantes provenientes de universidades, centros de investigación nacionales y extranjeros, tanto públicos como privados. Todos son bienvenidos a contribuir, el mismo Dr. Rivera ha participado con sus experiencias en los proyectos de investigación de su autoría que se han propuesto o se han vinculado con la industria.

Una mención especial merece el Dr. Ignacio A. Figueroa Vargas, académico de la UNAM, quien de manera continua ha contribuido a esta sesión en sus diferentes emisiones aportando su valiosa experiencia dentro de la academia y la industria mexicana y extranjera; además de su valiosa gestión y apoyo en la organización de esta sesión dentro de POLYMAT-2011.

“Para que un país sea desarrollado, los científicos, tecnólogos e industriales deben trabajar juntos”.

Se han presentado trabajos en los que figuran COMEX, CEMEX, PEMEX, 3M, solo por mencionar algunas de las empresas más conocidas. **La empresa BIOCRISS ha estado presente en este evento de manera incondicional desde el inicio.** Fue creada por nuestra compañera, la Dra. María Cristina Piña Barba, quien de manera entusiasta nos ha compartido su experiencia en la creación y desarrollo de nuevas empresas. Sus enseñanzas han repercutido en todos los asistentes, particularmente en varios de ellos que comparten sueños emprendedores.



De igual manera es necesario destacar la participación de los maestros Gerardo Cedillo Valverde, Miguel Ángel Canseco Martínez y Salvador López Morales en la organización de la sesión academia-industria del año 2013. Ellos dieron seguimiento al trabajo realizando y no dejaron que se perdiera el esfuerzo de años anteriores, lo que permitió su continuación en el año 2015. Son muchas personas las que han contribuido al esfuerzo de este gran evento y desde este espacio les queremos expresar nuestro agradecimiento y reconocimiento. Su trabajo nos ha permitido llegar al décimo aniversario.

“Podemos elevar el valor agregado de los materiales que se utilizan a nivel industrial (así como sus procesos de manufactura) gracias a la innovación e implementación de nuevas tecnologías. Esta es una invitación abierta para buscar la relación entre sus investigaciones y las posibles aplicaciones que éstas puedan tener”.

Si participan en POLYMAT, y más específicamente en nuestra sesión, podrán ampliar su visión sobre la aplicación industrial de los materiales y sobre posibles estrategias para establecer relaciones duraderas con la industria. Los invitamos a acompañarnos a Huatulco en las próximas ediciones, un lugar maravilloso que siempre nos ha acogido, y en el cual nos sentimos privilegiados.

Catalizando el POLYMAT:

cómo se integraron la
Química Organometálica y
de Coordinación



David Morales-Morales

Instituto de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. Coyoacán, CDMX

damor@unam.mx

POLYMAT, como su nombre lo dice, es un encuentro científico de especialistas en polímeros y materiales avanzados. Ese fue el formato con el que fue concebido y que predominó hasta hace poco más de una década, cuando en el año de 2009 fui invitado a dar una charla a este evento del cual después yo sería el *chairman*, a partir de 2015, junto con mi colega, el Dr. Ernesto Rivera.



La cuestión es, ¿cómo un investigador que se dedica a la química de coordinación, organometálica y catálisis encaja en este medio? La respuesta es muy sencilla: ¡¡¡sirviendo de catalizador!!! No solamente para promover el evento, sino para mostrarle a nuestros colegas de las diferentes áreas de materiales y polímeros, las virtudes de tener *organometálicos* en el medio.

Dentro de las innumerables aplicaciones de la Química de coordinación y la Organometálica destacan sus usos en áreas como la Medicina y, ciertamente, la Catálisis, que es fundamental para el desarrollo tecnológico de productos de alto valor agregado en la industria. Esto también es cierto dentro del área de los polímeros y de la de los materiales avanzados.

Hemos logrado incluir ponentes internacionales del más alto nivel en las áreas de química de coordinación y catálisis y, con esto, se ha favorecido la interacción de diferentes grupos sintéticos y aquellos que buscan aplicaciones novedosas de compuestos en particular.



Con lo anterior se ha logrado la articulación y generación de colaboraciones, a nivel nacional e internacional, que de forma conjunta trabajen en el diseño de nuevos catalizadores. Algunos ejemplos son: los procesos de polimerización de compuestos BODIPY (con propiedades deseables en sensores o en materiales luminiscentes) o la generación de compuestos macrocíclicos de coordinación con aplicaciones en celdas solares (gracias a sus propiedades fotofísicas).



En este último, yo mismo he colaborado de manera muy fructífera, aportando mi experiencia trabajando con metales de transición y de esta manera aumentando el valor agregado de los sistemas porfirínicos; esta colaboración nació en POLYMAT.

Esto fue posible gracias al ojo cuidadoso de los químicos sintéticos, que son capaces de diseñar de manera racionalizada las propiedades potenciales que cierto compuesto específico debe tener para poder utilizarlo en alguna aplicación en particular.





Es así que, en el año 2011, surge por primera vez el simposio de Coordinación, Organometálica y Catálisis en el POLYMAT 2011, con invitados nacionales e internacionales.

Este simposio persiste hasta el día de hoy; de hecho, ¡nos encontramos planeando (obvio, si es que el COVID-19 lo permite) su más reciente versión!

Hemos logrado reunir, en los diferentes eventos científicos de primera clase que componen POLYMAT, a países como España, Suecia, Japón, Suiza, Holanda, Austria, Alemania, India, Singapur, Chile, Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Francia, Polonia, Finlandia, Sudáfrica, entre otros. Ciencia, de lo más diversa, de cuatro continentes.

Este simposio permite que grupos de trabajo que utilizan habitualmente catalizadores para sus procesos, o como una parte de sus variadas investigaciones, conozcan el trabajo de grupos de investigación que diseñan o que tienen las capacidades de fabricar nuevos catalizadores. Permite que grupos que realizan deposición química metalorgánica en fase vapor (metalorganic chemical vapor deposition, MOCVD) interaccionen con grupos que sintetizan los derivados organometálicos para este fin o para muchas otras aplicaciones que los compuestos de coordinación y organometálicos pueden tener.

Con estos casos exitosos y el gran potencial de vinculación y trabajo colaborativo, el Simposio de Organometálicos y Catálisis tiene una gran importancia en el POLYMAT. De esta forma, el evento se convierte en un foro de intercambio de ideas y funciona de crisol para múltiples colaboraciones entre las diferentes áreas de investigación que cultiva el POLYMAT. ¡Nos vemos en la próxima edición!



Dendrimeros fosforados:

macromoléculas hiperramificadas para nanociencias

Anne-Marie Caminade
(traducido por Ernesto Rivera)

CNRS, LCC (Laboratoire de Chimie de Coordination), 205 route de Narbonne, BP 44099, F-31077 Toulouse Cedex 4 Université de Toulouse, UPS, INPT, F-31077. Toulouse Cedex 4, France

anne-marie.caminade@lcc-toulouse.fr

Los dendrímeros son macromoléculas hiperramificadas constituidas por unidades repetitivas, como los polímeros, pero estos nunca son sintetizados por reacciones de polimerización. Los polímeros tienen una estructura 3D perfectamente definida, gracias a su síntesis paso por paso, capa tras capa. Cada vez que se adiciona una capa adicional de puntos de ramificación, se crea una nueva generación. Entre los diversos tipos de dendrímeros, los dendrímeros fosforados, en particular los dendrímeros a base de polifosforhidrazona [2] ocupan un lugar especial, debido a sus numerosas propiedades, tal como se ilustra en la Figura 1.

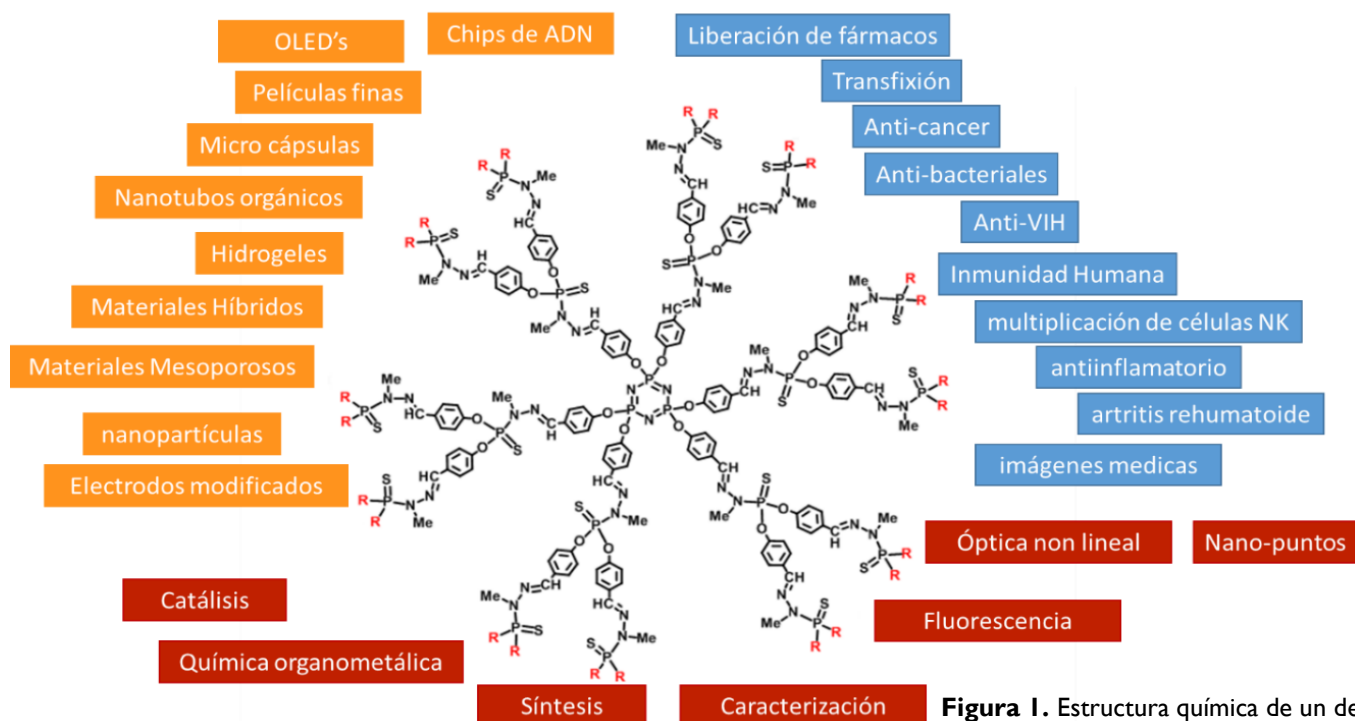


Figura 1. Estructura química de un dendrímero de segunda generación a base de polifosforhidrazona. Propiedades y usos de esta familia de dendrímeros, dependiendo de la naturaleza de los grupos terminales R.

Algunos ejemplos típicos de estas propiedades se darán a continuación: enfocados a catálisis, nanomateriales y biología/nanomedicina. El uso de dendrímeros para catálisis se refiere, en general, a dendrímeros que contienen entidades catalíticas como grupos terminales. Las propiedades esperadas son: fácil recuperación (ya que los dendrímeros tienen un mayor tamaño que los productos y los reactantes) y posibles efectos sinérgicos (debido a la proximidad de los sitios catalíticos, lo que puede dar mejores resultados que los catalizadores, por ejemplo, mayores rendimientos). En el caso de los dendrímeros fosforados, se han observado principalmente efectos dendríticos positivos para los resultados de catálisis.

Los principales tipos de ligantes unidos a grupos terminales de los dendrímeros fosforados y los metales usados para su complejación se muestran en la Figura 2.

En la mayoría de los casos, estos dendrímeros han sido utilizados para catalizar acoplamientos C-C. Los aspectos más sobresalientes, cuando se usan catalizadores dendríticos, son: i) una fácil recuperación y reuso de los catalizadores dendríticos, hasta 12 veces por precipitación o por recuperación magnética [4], e inclusive con una eficiencia aumentada (rendimiento) cuando se atrapan nanopartículas de Pd [5]; ii) un mayor rendimiento cuando la generación del dendrímero aumenta, pero usando un número idéntico de sitios catalíticos (por ejemplo, 12 equivalentes de catalizador monomérico comparado con un equivalente del dendrímero de primera generación, conteniendo 12 entidades catalíticas como grupos funcionales terminales [6]); un aumento en el exceso enantiomérico cuando aumenta la generación [7], y la posibilidad de actuar como switch ON/OFF de la actividad modificando propiedades redox [8].

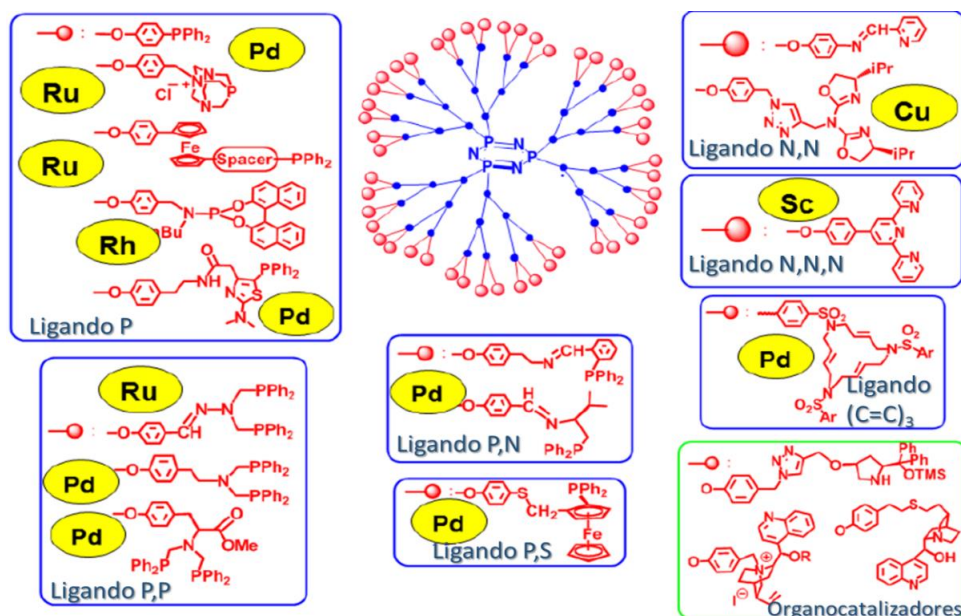


Figura 2. Tipos de ligandos utilizados como grupos funcionales terminales de los dendrímeros fosforados para la complejación de diferentes metales. Los complejos correspondientes han sido utilizados como catalizadores, generalmente para acoplamientos C-C.

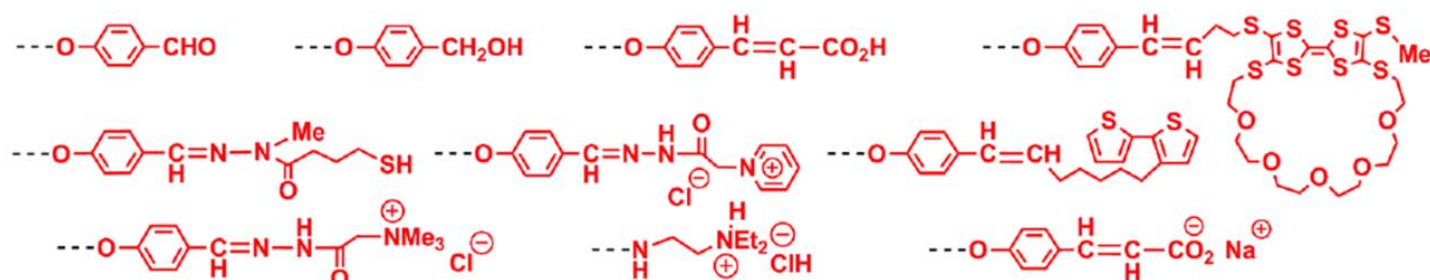


Figura 3. Ejemplos selectos de grupos funcionales terminales de dendrímeros fosforados usados para crear nanomateriales modificados.

En el campo de los Materiales, los dendrímeros han sido utilizados, ya sea para crear nuevos nanomateriales incorporando dendrímeros o para modificar a nanoescala la superficie de materiales existentes. La sílica mesoporosa [9], *clusters* ordenados de óxido de titanio [10] e hidrogeles rígidos [11] pertenecen a los primeros casos. Los electrodos modificados [12] y la elaboración de sensores biológicos [13] pertenecen al segundo caso. Los nanotubos [14,15] exclusivamente constituidos por dendrímeros también han sido obtenidos gracias a interacciones electrostáticas entre dendrímeros cargados positiva y negativamente. La mayoría de los dendrímeros, a base de polifosforhidrazona usados en este campo, tienen como grupos funcionales terminales los que se muestran en la Figura 3.

En el campo de la Biología, los dendrímeros necesitan ser solubles en agua.[16] La solubilidad en agua de los dendrímeros fosforados se logra con los grupos terminales apropiados: algunos ejemplos selectos se muestran en la Figura 4. Estos dendrímeros pueden ser usados para la liberación de fármacos o como fármacos en sí mismos.

Los dendrímeros fosforados que terminan en grupos amonio son útiles para experimentos de transfección, pues ayudan a entidades biológicas cargadas negativamente (DNA, RNA, plásmidos, etc.) a penetrar dentro de las células [17]. Estos dendrímeros presentan también actividades antiprion [18], inclusive *in vivo* [19].

Los dendrímeros cargados negativamente (con grupos terminales carboxilo) interactúan con fármacos cargados positivamente y facilitan su liberación. Esto incluye fármacos contra el VIH [20] y para tratar enfermedades oculares [21].

Algunos fármacos pueden enlazarse covalentemente a la superficie de los dendrímeros, tales como derivados de la manosa, que previenen la inflamación aguda de los pulmones [22].

Algunos dendrímeros también pueden ser fármacos en sí mismos, es decir, que los grupos funcionales en su superficie no tienen propiedades especiales, pero se vuelven activos cuando son enlazados a los dendrímeros.

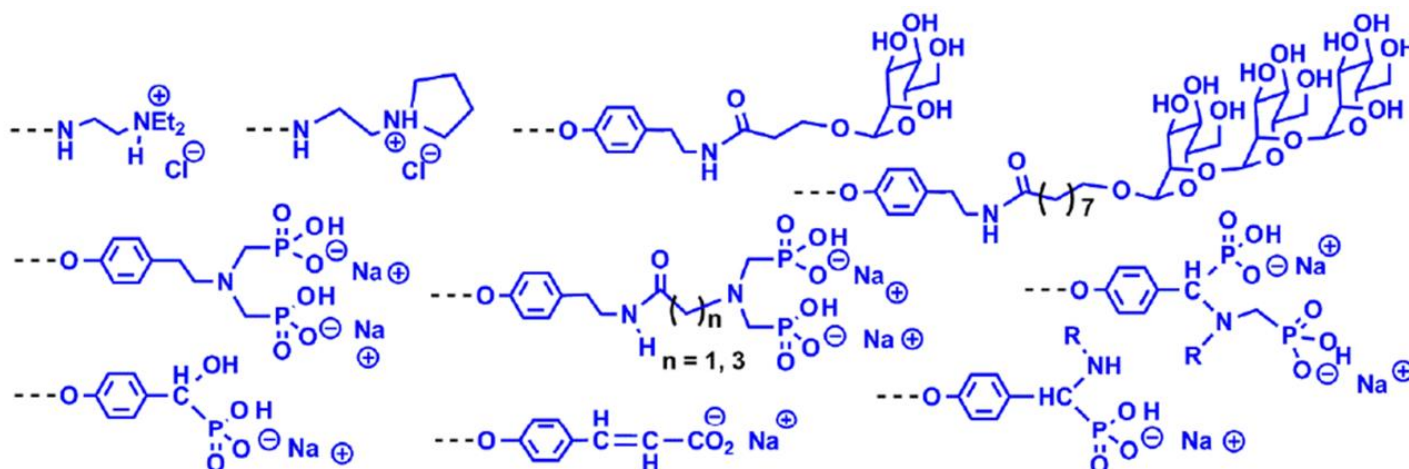


Figura 4. Ejemplos selectos de grupos funcionales terminales solubles en agua de dendrímeros fosforados usados en el campo de la Biología.

Este es el caso particular de los grupos azabisfosfonicos. Los dendrímeros aza funcionalizados tienen muchas propiedades hacia el sistema humano inmune [23]. En un estudio de relaciones estructura/actividad, muchos derivados fosfónicos han sido sintetizados. Las propiedades biológicas descubiertas incluyen la multiplicación de células NK (*Natural Killer*) [24] y propiedades antiinflamatorias contra la artritis reumatoide [25] o la esclerosis múltiple [26].

Referencias

- [1] Caminade, A.-M.; Turrin, C.-O.; Laurent, R.; Ouali, A.; Delavaux-Nicot, B.; Editors, *Dendrimers: Towards Catalytic, Material and Biomedical Uses*. John Wiley & Sons Ltd.: Chichester, UK, 2011.
- [2] Launay, N.; Caminade, A. M.; Lahana, R.; Majoral, J. P. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1994**, 33, 1589-1592.
- [3] Caminade, A. M.; Ouali, A.; Laurent, R.; Turrin, C. O.; Majoral, J. P. *Chem. Soc. Rev.* **2015**, 44, 3890-3899.
- [4] Keller, M.; Colliere, V.; Reiser, O.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Ouali, A. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2013**, 52, 3626-3629.
- [5] Badetti, E.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Moreno-Manas, M.; Sebastian, R. M. *Langmuir* **2008**, 24, 2090-2101.
- [6] Ouali, A.; Laurent, R.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Taillefer, M. *J. Am. Chem. Soc.* **2006**, 128, 15990-15991.
- [7] Garcia, L.; Roglans, A.; Laurent, R.; Majoral, J. P.; Pla-Quintana, A.; Caminade, A. M. *Chem. Commun.* **2012**, 48, 9248-9250.
- [8] Neumann, P.; Dib, H.; Caminade, A. M.; Hey-Hawkins, E. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2015**, 54, 311-314.

- [9] Turrin, C. O.; Maraval, V.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Mehdi, A.; Reye, C. *Chem. Mater.* **2000**, *12*, 3848-3856.
- [10] Soler-Illia, G.; Rozes, L.; Boggiano, M. K.; Sanchez, C.; Turrin, C. O.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2000**, *39*, 4250-4254.
- [11] Marmillon, C.; Gauffre, F.; Gulik-Krzywicki, T.; Loup, C.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Vors, J. P.; Rump, E. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2001**, *40*, 2626-2629.
- [12] Le Derf, F.; Levillain, E.; Trippe, G.; Gorgues, A.; Salle, M.; Sebastian, R. M.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2001**, *40*, 224-227.
- [13] Le Berre, V.; Trevisiol, E.; Dagkessamanskaia, A.; Sokol, S.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Meunier, B.; Francois, J. *Nucleic Acids Res.* **2003**, *31*, 8.
- [14] Kim, D. H.; Karan, P.; Goring, P.; Leclaire, J.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Gosele, U.; Steinhart, M.; Knoll, W. *Small* **2005**, *1*, 99-102.
- [15] Caminade, A. M.; Majoral, J. P. *Chem. Soc. Rev.* **2010**, *39*, 2034-2047.
- [16] Caminade, A. M.; Hameau, A.; Majoral, J. P. *Chem.-Eur. J.* **2009**, *15*, 9270-9285.
- [17] Loup, C.; Zanta, M. A.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Meunier, B. *Chem.-Eur. J.* **1999**, *5*, 3644-3650.
- [18] Ottaviani, M. F.; Mazzeo, R.; Cangiotti, M.; Fiorani, L.; Majoral, J. P.; Caminade, A. M.; Pedziwiatr, E.; Bryszewska, M.; Klajnert, B. *Biomacromolecules* **2010**, *11*, 3014-3021.
- [19] Solassol, J.; Crozet, C.; Perrier, V.; Leclaire, J.; Beranger, F.; Caminade, A. M.; Meunier, B.; Dormont, D.; Majoral, J. P.; Lehmann, S. *J. Gen. Virol.* **2004**, *85*, 1791-1799.
- [20] Blanzat, M.; Turrin, C. O.; Aubertin, A. M.; Couturier-Vidal, C.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Rico-Lattes, I.; Lattes, A. *ChemBioChem* **2005**, *6*, 2207-2213.
- [21] Spataro, G.; Malecaze, F.; Turrin, C. O.; Soler, V.; Duhayon, C.; Elena, P. P.; Majoral, J. P.; Caminade, A. M. *Eur. J. Med. Chem.* **2010**, *45*, 326-334.
- [22] Blattes, E.; Vercellone, A.; Eutamene, H.; Turrin, C. O.; Theodorou, V.; Majoral, J. P.; Caminade, A. M.; Prandi, J.; Nigou, J.; Puzo, G. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **2013**, *110*, 8795-8800.
- [23] Caminade, A. M.; Fruchon, S.; Turrin, C. O.; Poupot, M.; Ouali, A.; Maraval, A.; Garzoni, M.; Maly, M.; Furer, V.; Kovalenko, V.; Majoral, J. P.; Pavan, G. M.; Poupot, R. *Nature Comm.* **2015**, *6*, 7722.
- [24] Griffe, L.; Poupot, M.; Marchand, P.; Maraval, A.; Turrin, C. O.; Rolland, O.; Metivier, P.; Bacquet, G.; Fournie, J. J.; Caminade, A. M.; Poupot, R.; Majoral, J. P. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2007**, *46* (14), 2523-2526.
- [25] Hayder, M.; Poupot, M.; Baron, M.; Nigon, D.; Turrin, C. O.; Caminade, A. M.; Majoral, J. P.; Eisenberg, R. A.; Fournie, J. J.; Cantagrel, A.; Poupot, R.; Davignon, J. L. *Science Transl. Med.* **2011**, *3*, 11.
- [26] Hayder, M.; Varilh, M.; Turrin, C. O.; Saoudi, A.; Caminade, A. M.; Poupot, R.; Liblau, R. S. *Biomacromolecules* **2015**, *16*, 3425-3433. Vol. I Pag.4



Catálisis enantioselectiva con complejos de metales de transición: *pincers* quirales usados como ligantes estereodirectores

Lutz H. Gade

(traducido por Pasquale Porcu)

Anorganisch-Chemisches Institut, Universität Heidelberg, Im
Neuenheimer Feld 270, 69120 Heidelberg

lutz.gade@uni-heidelberg.de

Los ligantes quirales tridentados, mejor conocidos como “*pinzas*”¹, confieren una plataforma estructural para la construcción de entornos moleculares estereodirigidos. Muchos de los sistemas quirales tipo “*pinza*” funcionan relativamente poco en aplicaciones de catálisis enantioselectiva (debido a cierta falta de control en la orientación del sustrato), por lo tanto, otra estrategia (que inicia desde unidades heterocíclicas rígidas) recientemente ha dado lugar a varios catalizadores altamente enantioselectivos². En particular, cinco clases diferentes de ligantes tipo pinza [Cbzbox (**1**),³ BOPA (**2**),⁴ Boxmi (**3**), BPI (**4**), and PyrrMeBOX (**5**), Figura 1] que contienen un donador central aniónico de tipo σ de nitrógeno y dos donadores de nitrógeno en los anillos de oxazolina o piridina (los cuales usan los pares libres de electrones) han dado lugar a catalizadores altamente activos y selectivos.

El enfoque se ha basado, inicialmente, en el acoplamiento asimétrico Nozaki-Hiyama-Kishi de aldehídos con halogenuros de alquilo^{3,4} y posteriormente, en el desarrollo de catalizadores ácidos de Lewis, lo que implica un ataque electrofílico enantioselectivo, entre otros, sobre β -cetoésteres activados por metales y oxindoles. De forma creciente, estos ligantes estereodirectores se emplean en otros tipos de reacciones, incluyendo hidrosililaciones, ciclopropanaciones y epoxidaciones, lo cual se ilustrará en la sección final de este resumen.

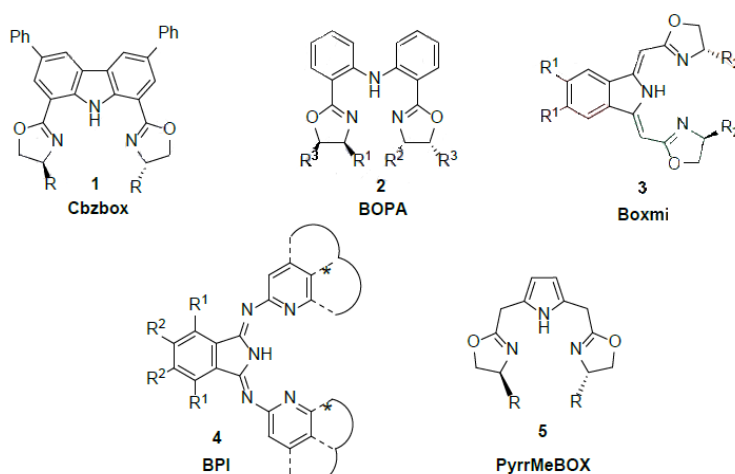


Figura 1. Ligantes tipo pinza, quirales y tridentados, de tipo $N^*N^*N^*$, ilustrado en este reporte

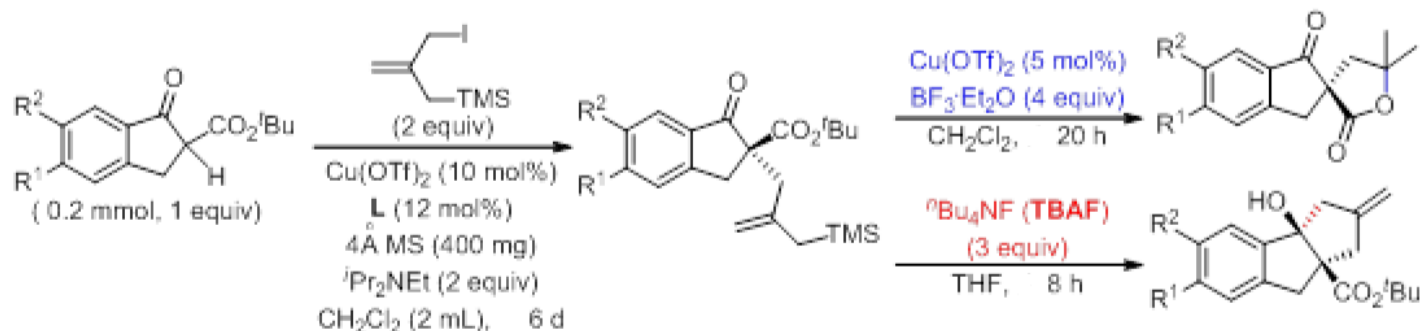
Nuestro trabajo se enfocó originalmente en las pinzas PyrrMeBox **5**, trabajo que reportamos en el 2003⁶. Sin embargo, después del desarrollo de una estrategia sintética mejorada a los proto-precusores⁷, sus aplicaciones se han comenzado a explorar, en particular en la catálisis de níquel involucrando pasos de reducciones/oxidaciones por parte de un electrón⁸. Se encontró que los derivados quirales de los ligantes estereodirectores de tipo BPI **4** son muy eficientes para hidrosililaciones y ciclopropanaciones catalizadas por Co⁹.

En particular, su uso en las hidrosilaciones enantioselectivas de cetonas catalizadas por hierro proporcionaron uno de los primeros ejemplos de este tipo en 2008^{9a}. Más recientemente, se reportó la síntesis de una nueva clase de ligantes tipo pinza N₃, conocidos como bis (oxazolinilmetilideno) isoindolinas (boxmi, **3**), que se pueden obtener mediante una estrategia modular de tres pasos (a partir de ftalimidas, comercialmente muy fáciles de encontrar)¹⁰. Estos ligantes se probaron inicialmente en la fluoración enantioselectiva de oxindoles y β-cetoésteres catalizada con níquel (II) formando los productos correspondientes con enantioselectividades de hasta >99 % ee y altos rendimientos.

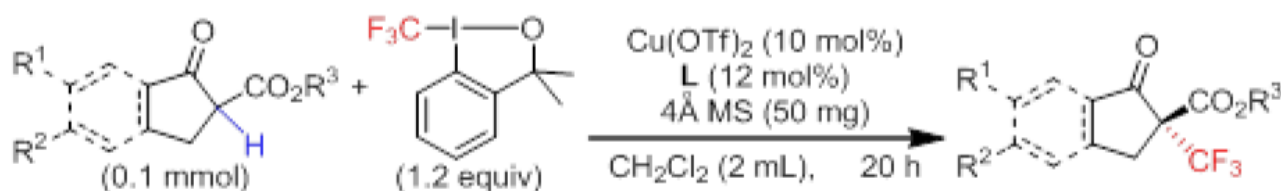
La aplicación de los ligantes de tipo pinza quirales en la reacción enantioselectiva de Nozaki-Hiyama-Kishi catalizada por cromo de aldehídos, confirió los correspondientes alcoholes con una enantioselectividad máxima del 93 %¹⁰. En un estudio sistemático se logró la alquilación altamente enantioselectiva de β-cetoésteres, utilizando catalizadores boxmi-cobre (II). En particular, se emplearon alcoholes bencílicos y alílicos para preparar *in situ* los yoduros correspondientes como reactivos alquilantes, sin más purificación.

Los productos de alquilación quiral primaria se ciclaron, posteriormente, en un solo paso para generar espirolactonas o biespirolactonas mediante la adición de BF₃·Et₂O y en presencia del catalizador de cobre¹¹. La correspondiente alquilación enantioselectiva catalizada por Cu de oxindoles no se llevó a cabo por procesos radicales. En este caso, el uso de catalizadores a base de zinc dio los productos correspondientes en altos rendimientos y enantioselectividades¹². Además, los alilsilanos sustituidos con β-cetoéster se convirtieron en espirolactonas y ciclopentanoles bicíclicos, con excelentes enantioselectividades por posterior tratamiento de los productos de alilación quiral primaria (esquema 1)¹¹.

Usando los sistemas quirales tipo pinza de cobre desarrollados para alquilaciones enantioselectivas descrito anteriormente, ampliamos el concepto para incluir el catalizador asimétrico en la trifluorometilación de β-cetoésteres en condiciones suaves mediante el uso de un electrófilo de Togni, que actúa como agente trifluorometilante (3-dimetil-1-(trifluorometil)-1,2-benziodoxol).



Esquema 1. Síntesis estereoselectiva de alilsilanes y sus subsecuentes reacciones (L=Ph-Boxmi)



Esquema 2. Trifluorometilación enantioselectiva de penta ciclos de β -ketoésteres (L = Phboxmi)

De esta manera se trifluorometilaron una amplia gama de β -cetoésteres cíclicos de anillos de cinco miembros con una excelente enantioselectividad (esquema 2)¹³. También se logró una reactividad y enantioselectividad similar en las correspondientes trifluorometiltiolaciones enantioselectivas "electrofílicas".

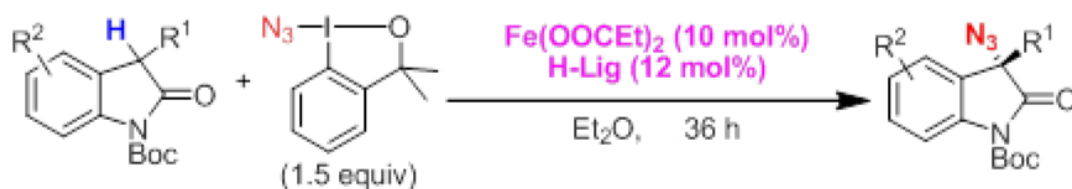
Aprovechando una estrategia similar a la descrita para la trifluorometilación enantioselectiva, una azidación catalizada por Fe altamente enantioselectiva de β -cetoésteres y oxindoles fue desarrollada gracias al uso de un compuesto de yodo (III) de tipo T, como reactivo de transferencia de azida (Esquema 3). De esta forma se obtuvo un protocolo eficiente para la azidación enantioselectiva catalizada por Fe, la cual se logró en cetoésteres y 3-aril oxindoles¹⁵.

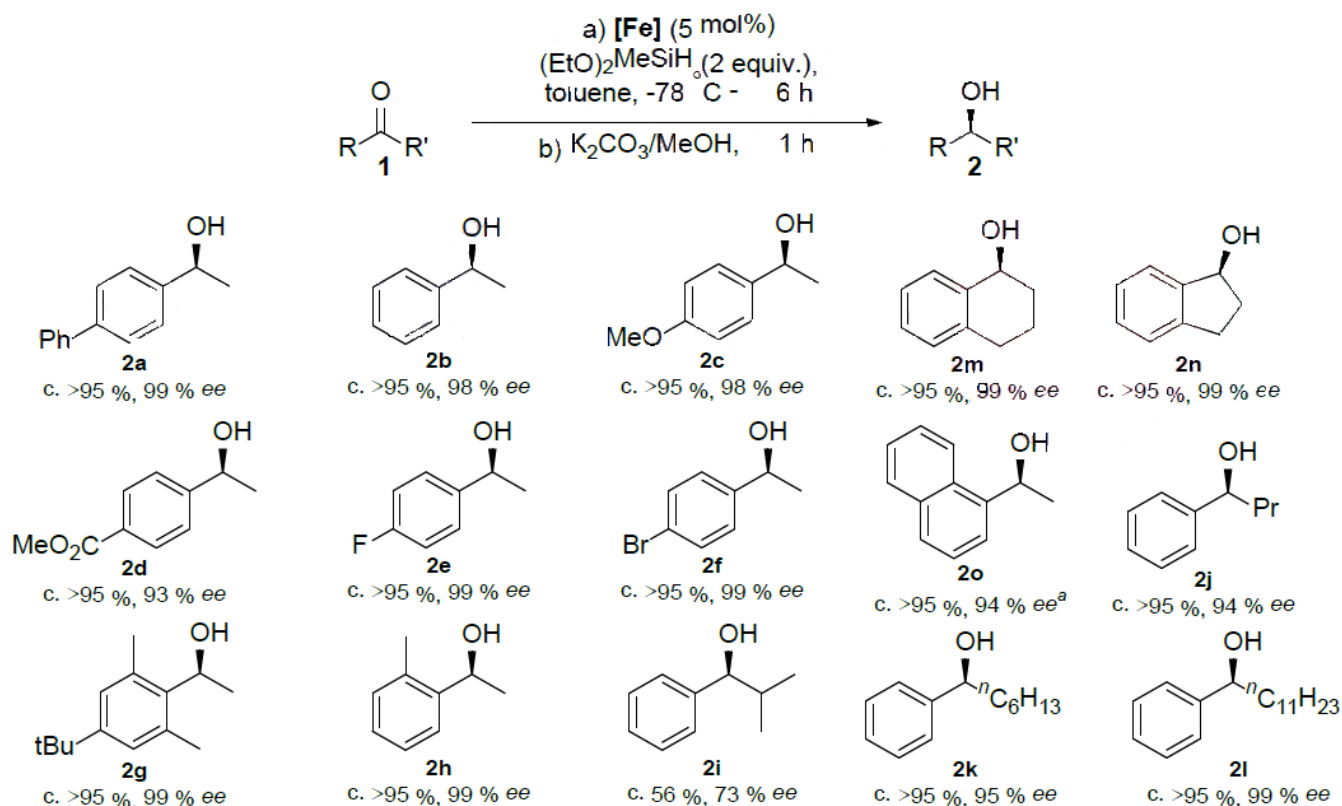
Los β -cetoésteres cíclicos se convirtieron en los productos correspondientes, con altos rendimientos de hasta el 93 % de ee, catalizado por la combinación de complejo de cloruro de hierro (II) y carboxilato de plata. Se obtuvieron 3-azido aril oxindoles con el 94 % ee usando el catalizador preparado con propionato de hierro (II) y agregando el ligante *in situ*.

Los ésteres de α -azido podrían convertirse en α -amino éster mediante hidrogenólisis catalizada por paladio, que puede proporcionar un método útil para la síntesis de derivados de α -aminoácidos altamente sustituidos.

Por otro lado, la reacción entre azida-alquino 1,3-dipolar cicloadición (CuAAC) catalizada por cobre, convirtió los α -azidoésteres en los correspondientes triazoles, con alto rendimiento¹⁵. Utilizando el ligando boxmi como ligando de tipo pinza estereodirector, desarrollamos complejos de hierro (II) boxmi como catalizadores para la hidrosililación catalítica de cetonas, empleando inicialmente complejos de acetato como precatalizadores, que mostraron una notable enantioselectividad pero más baja que las anteriores. También se encontró reactividad para otros precatalizadores de acetato de Fe. Sin embargo, los correspondientes precatalizadores alquilo o de tipo alcóxido dieron lugar a catalizadores altamente activos y enantioselectivos, que coinciden con un alto rendimiento, basados en metales nobles para la hidrosililación de cetonas (esquema 4)¹⁶.

Esquema 3. Azidación enantioselectiva Fe(boxmi)-catalizada de β -cetoésteres cíclicos

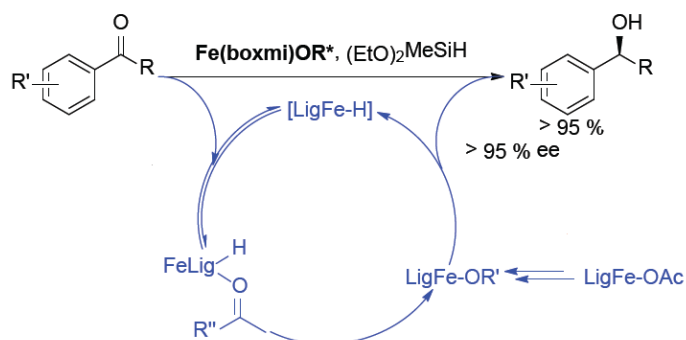




Esquema 4. Sustrato usado para la hidrosililación de cetonas catalizada por hierro y sus rendimientos correspondientes

Esto nos ha llevado a un estudio sistemático de las vías mecanísticas involucradas en el proceso de hidrosililación de cetonas, así como la vía de activación que convierte a los precatalizadores de carboxilato empleados con frecuencia en las especies catalíticamente activas. Se propone un mecanismo de reacción, el cual se caracteriza por una metátesis de enlace σ de un alcóxido que determina la velocidad del complejo a reaccionar con el silano, posteriormente viene la coordinación

de la cetona al complejo de hidruro de hierro y finalmente la inserción de la cetona en el enlace Fe-H para regenerar el complejo de alcóxido (esquema 5)¹⁷.



Esquema 5. Mecanismo propuesto para la hidrosililación de cetonas catalizada por hierro

Referencias

- (1) (a) D. Morales-Morales, C. M. Jensen, *The Chemistry of Pincer Compounds*, Elsevier, Amsterdam, **2007**. (b) G. Van Koten, D. Milstein, *Topics in Organometallic Chemistry*, Vol 40, Springer, Heidelberg, **2013**. (b) G. Van Koten, R. Gossage, *Topics in Organometallic Chemistry*, Vol 54, Springer, Heidelberg, **2013**.
- (2) H. Nishiyama, *Chem. Soc. Rev.* **2007**, 36, 1133
- (3) T. Suzuki, A. Kinoshita, H. Kawada, M. Nakada, *Synlett* **2003**, 570.
- (4) H. A. McManus, P. J. Guiry, *J. Org. Chem.* **2002**, 67, 8566.
- (5) Q.-H. Deng, R. L. Melen, L. H. Gade, *Acc. Chem. Res.* **2014**, 47, 3162.
- (6) C. Mazet, L. H. Gade, *Chem. Eur. J.* **2003**, 9, 1759.
- (7) (a) F. Konrad, J. Lloret Fillol, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Inorg. Chem.* **2009**, 48, 8523.
- (b) F. Konrad, J. Lloret Fillol, C. Rettenmeier, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Eur. J. Inorg. Chem.* **2009**, 4950.
- (8) (a) C. Rettenmeier, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Chem. Eur. J.* **2014**, 20, 9657. (b) C. A. Rettenmeier, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2015**, 54, 4880. (c) J. Wenz, C. A. Rettenmeier, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Chem. Commun* **2016**, 52, 202. (d) C. A. Rettenmeier, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Chem. Sci.* **2016**, 7, 3533.
- (9) (a) B. K. Langlotz, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, 47, 4670.
- (b) D. C. Sauer, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Inorg. Chem.* **2012**, 51, 12948.
- (10) Q.-H. Deng, H. Wadepohl, Lutz H. Gade, *Chem. Eur. J.* **2011**, 17, 14922.
- (11) Q.-H. Deng, H. Wadepohl, L. H. Gade, *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, 134, 2946.
- (12) T. Bleith, Q.-H. Deng, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, 55, 7852.
- (13) Q.-H. Deng, H. Wadepohl, L. H. Gade, *J. Am. Chem. Soc.* **2012**, 134, 10769.
- (14) Q.-H. Deng, C. Rettenmeier, H. Wadepohl, L. H. Gade, *Chem. Eur. J.* **2014**, 20, 93.
- (15) Q.-H. Deng, T. Bleith, H. Wadepohl, L. H. Gade, *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, 135, 5356.
- (16) T. Bleith, H. Wadepohl, L. H. Gade, *J. Am. Chem. Soc.* **2015**, 137, 2456.
- (17) T. Bleith, L. H. Gade, *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, 138, 4972. Vol. I Pag.8

Simposio memorial en honor a la Dra. Betsabee Marel Monroy Peláez

Estrella Ramos

*Instituto de Investigaciones en Materiales,
IIM Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria. Coyoacán, CDMX*

eramos@iim.unam.mx



El evento POLYMAT ha contado con la constante y valiosa participación de los miembros del Comité Organizador, cuya contribución ha sido fundamental. A este Comité pertenecía la Dra. Betsabee Marel Monroy Peláez, una joven investigadora del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, quien trabajaba en el área de los materiales optoelectrónicos para el desarrollo de celdas solares. Marel también fungió como coordinadora del simposio "Inorganic and Hybrid Materials" en POLYMAT en sus ediciones 2013 y 2015. Por desgracia, Marel dejó este mundo siendo aún muy joven, agobiada por una terrible enfermedad. Dejó un gran vacío difícil de llenar en el corazón de sus colaboradores y seres queridos. Para honrar su memoria y en recuerdo de su trabajo científico, así como su activa participación en la organización de POLYMAT, el comité organizador decidió realizar un memorial simposio en su honor.

Se hizo una invitación abierta a todos aquellos miembros de la comunidad científica con quienes ella hubiese colaborado y que desearan participar en el evento. La convocatoria tuvo mucho éxito y se presentaron ponencias muy variadas. A continuación, se muestra una breve recopilación de las conferencias que se presentaron en honor de la Dra. Monroy. Cabe mencionar que, en la gran mayoría de ellas, la Dra. Monroy fue colaboradora; esto es una muestra del diverso abanico de temas que ella cultivaba:

"Celdas solares de silicio con heterouniones de óxido de molibdeno (MoOx)"

Trabajo presentado por A. Domínguez, realizado en colaboración con B.M. Monroy, A. Dutt y O. de Melo.

“Materials for Down Conversion in Solar Cells: Perspectives and Challenges”

Trabajo presentado por M. B. de la Mora, realizado en colaboración con O. Amelines-Sarria, B. M. Monroy[†], C. D. Hernández-Pérez y J. E. Lugo.

La Dra. De la Mora trabajó en colaboración con la Dra. Monroy en la etapa final de su vida.

“Depósito de nano-cúmulos de silicio embebidos en nitruro de silicio para aplicaciones fotovoltaicas”

Trabajo presentado por Guillermo Santana y realizado en colaboración con Marel Monroy.

El Dr. Santana fue el asesor de doctorado de la Dra. Monroy y su principal colaborador.

“Synthesis of Cubic III-N Compound Semiconductors by Molecular Beam Epitaxy for Solar Cells Applications”

Trabajo realizado en colaboración con M. López López, Y. L. Casallas-Moreno, C. A. Hernández, S. Gallardo, M. G. de la Cruz-Vicencio, L. A. Hernández, J. Aguilar-Hernández, G. Contreras Puente, B.M. Monroy[†] y G. Santana.

“Sputtered Bismuth Oxide Thin Films as a Potential Photocatalytic Material”

Trabajo presentado por la Dra. S. E. Rodil y realizado en colaboración con J. C. Medina, M. Bizarro, C. L. Gómez, O. Depablos-Rivera, R. Mirabal-Rojas, B. M. Monroy, A. Fonseca-García y J. Pérez-Álvarez.

“Visible Luminescence of Silicon Quantum dots: an experimental and theoretical approach”

Trabajo presentado por Ateet Dutt, realizado en colaboración con B.M. Monroy[†], Guillermo Santana, Yasuhiro Matsumoto, Estrella Ramos y Jaime Santoyo Salazar. El Dr. Dutt realizaba una estancia posdoctoral en el grupo de trabajo de la Dra. Monroy en la última etapa de su vida. Como muestra de su inquebrantable espíritu, durante su último año de vida, mismo en el que luchó contra la enfermedad que finalmente le ganó la batalla, la Dra. Monroy logró publicar 5 artículos y fueron publicados otros cuatro de forma póstuma.

“Deposition of Thin Films based on Silicon by PECVD”

Trabajo presentado por Stephen Muhl y realizado en colaboración con Marel Monroy.

“Electronic Structure of Small Endohedral Fullerenes”

Trabajo presentado por L. E. Sansores y realizado en colaboración con A. Miralrío. Una de las peculiaridades de la Dra. Monroy fue la de ser una doctora en Física que realizaba trabajo experimental, sin embargo, tenía una marcada tendencia al trabajo teórico, lo que le permitió colaborar con grupos de investigación puramente teóricos, así como proponer modelos para explicar algunos fenómenos encontrados en sus experimentos.

“Incomplete capsid formation: coarse-grained and elastic modeling”

Trabajo presentado por Carlos I. Mendoza realizado en colaboración con David Reguera.

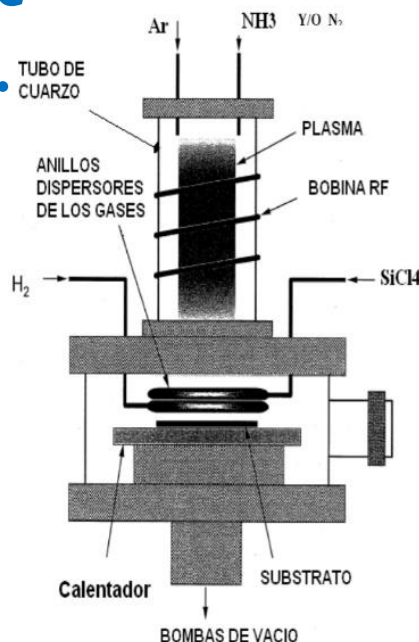
“Electronic Properties of Bi-Cs-Ru Systems Interacting with Carbon- Natotubes”

Trabajo presentado por Ana Martínez realizado en colaboración con Miguel Reina.

“Science Woman and Dreaming Light”

Plática presentada por su esposo Jaime Santoyo Salazar, en la que nos habló de las virtudes y de los anhelos de quien fuera su compañera de vida.

***“Me apasiona
descubrir las
sorpresas
que nos tiene
el Universo”.***



Durante el congreso, después de las presentaciones, se invitó a los asistentes a participar en un foro abierto para expresar cualquier idea alrededor de la figura de Marel Monroy. El evento fue muy emotivo y muchas personas tomaron la palabra.

No me queda más que agregar que la Dra. Monroy fue una investigadora brillante, de carácter firme y amable, con una capacidad de organización y don de mando dignos de un líder. Si la vida lo hubiese permitido, es muy probable que la Dra. Monroy se hubiera convertido en una científica muy reconocida. Su contribución en el evento POLYMAT dejó huella y es recordada con mucho afecto por todos aquellos que tuvimos el honor de conocerla. Para terminar esta nota, me gustaría cerrar citando una frase que Marel usó para hablar de la motivación de su quehacer científico (y me atrevería a decir que también de su vida).



*Imágenes y cita tomada del libro *Mujeres sembrando conCiencias* (Premios mexicanos L'Oreal UNESCO). IIM-UNAM (2020).

Luis Felipe del Castillo Dávila (*In memoriam*)

Instituto de Investigaciones en Materiales,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX



Foto de Mikhail Zolotukin

La prensa local del poblado de Magdalena de Kino, en el estado de Sonora, escribió una emotiva despedida para quien recuerdan como el único doctor en Física de esta comunidad cuasi fronteriza de México. Egresado de la Universidad de Sonora, falleció el magdalenense Luis Felipe del Castillo Dávila.

Su presencia le hará falta a nuestro Instituto. Preparamos este texto con una semblanza detallada que nos permita conocer su historia y concluimos con una serie de palabras (a manera de ejercicio de asociación libre) en donde confluyen la Química, la Física y su recuerdo y presencia tan humanas.

Semblanza

Por: Roxana Mitzayé del Castillo Vázquez

Luis Felipe Del Castillo Dávila nació el 9 de diciembre de 1945 en Magdalena de Kino, Sonora. Fue el segundo hijo de Don Tito del Castillo Victoria y de Doña Marina Dávila Gauna. Su abuelo materno, Don Serapio Dávila, era muy querido en el pueblo y siempre trató de que sus hijas, Marina y América, fueran muy letradas, así que les inculcó el hábito de la lectura, hábito que heredó Luis Felipe.

Luis Felipe fue un niño inteligente y travieso que siempre trató de proteger a sus hermanos. Tuvo una infancia normal; la bicicleta era una de sus principales predilecciones. A la edad de 17 años se fue a vivir solo a Hermosillo para continuar sus estudios, en los cuales fue sobresaliente. La poesía, filosofía y la música eran sus grandes pasiones, por lo que él quería estudiar Filosofía. No fue hasta que un muy amigo suyo lo convenció para que estudiarán juntos la carrera de Física, con el argumento: "Tú eres más físico que cualquier otro", en lo cual no se equivocaba. De esta manera, Luis Felipe entró a la Universidad de Sonora (Unison) en 1965, siendo el primer egresado de la carrera de Física de dicha universidad.

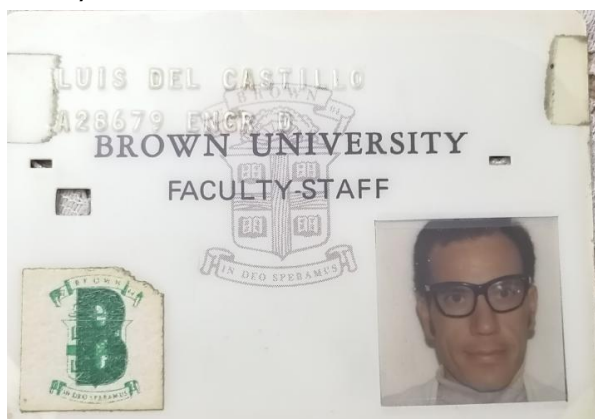
En el transcurso de su carrera, en 1967, estalló el movimiento estudiantil en la Unison. Los alumnos exigían al gobernador respetar la soberanía universitaria y que las elecciones fueran no fraudulentas. El recién nombrado gobernador, Faustino Félix Serna, respondió a este movimiento usando al ejército y la violencia característica del gobierno de la época.

En este movimiento, Luis Felipe participó activamente como orador y dio un discurso contra Félix Serna, con lo que se ordenó su aprensión y se vio obligado a escapar a la sierra con sus compañeros. Después de un par de meses las cosas se tranquilizaron y pudo regresar a concluir sus estudios.

Tiempo después, Leopoldo García-Colín Scherer viajó a Hermosillo para dar una plática y, después de conocer a Luis Felipe, acordó ser su tutor para la tesis de licenciatura, ¡por correspondencia! Así, Luis Felipe concluyó su tesis titulada *Refrigeración a bajas temperaturas*, que trata sobre fenómenos de transporte. Viajó a la Ciudad de México para seguir sus estudios de posgrado.

Luis Felipe llegó a la Ciudad de México y se incorporó a la vida universitaria de la Facultad de Ciencias, lugar en donde García-Colín tenía su adscripción. Obtuvo la maestría, presentando los exámenes de conocimientos respectivos e inmediatamente después se incorporó al doctorado. Posteriormente, se doctoró en Ciencias con la especialidad en Física, presentando la tesis titulada: *Fenómenos de transporte en membranas*, bajo la tutela del doctor García-Colín.

Fue uno de los miembros fundadores del Instituto de Investigaciones en Materiales, incorporándose al mismo en enero de 1972, a la par que realizaba sus estudios doctorales. En aquella época, el IIM no estaba constituido como instituto, sino que tenía la figura legal de un *Centro* (el Centro de Investigaciones en Materiales). Fue en años posteriores que se consolidó como la gran institución que es hoy en día. Durante todos estos cambios, Luis Felipe participó activamente como testigo y actor, entregando su vida a la institución y a la universidad.



En 1977 viajó a Estados Unidos para realizar una estancia de investigación de un año en la Universidad de Brown. Ahí trabajó arduamente junto con el doctor Edward A. Mason

y fue así como nació una fuerte amistad que duraría años. Realizaron varias colaboraciones entre ellos, y también de manera conjunta con los doctores Rosalío Rodríguez y García-Colín. Sus líneas de investigación abarcaban los Fenómenos de transporte en membranas y Termodinámica fuera del equilibrio. Conoció al doctor David Jou en 1978, cuando Jou hacía una estancia sabática de un año con el doctor García Collin, en México. El tema principal de la colaboración entre David y Luis Felipe fue la Termodinámica irreversible extendida. La amistad entre David y Luis Felipe duró muchos años y resultó en muchas colaboraciones en conjunto, además de largas pláticas de literatura, poesía y física. En esa época también conoció a la doctora Patricia Goldstein. Con ella compartió el tema de investigación de Transición vítrea y Termodinámica fuera del equilibrio. Su buena amistad hizo que Luis Felipe la considerara como su *pequeña hermana académica*.



Contrajo matrimonio con María Trinidad Vázquez Díaz, en 1980, y tuvieron 3 hijos: Marina Janette, Roxana Mitzayé y Luis Felipe de Jesús. Él les inculcó a sus hijos el amor por las ciencias, la música y el conocimiento. Su matrimonio duró 40 años, hasta su muerte.

Luis Felipe viajó a España para trabajar con el grupo del profesor Ricardo Díaz Calleja, en 1995. Su colaboración trató sobre la relación electromagnética y procesos irreversibles en la termodinámica con relajaciones dieléctricas. Entablaron una muy buena amistad, así, Ricardo le presentó a otros grandes amigos como Evaristo Riande, Vicente Compañ y Abel García Bernabé. Compartieron viajes, música y, principalmente, Física. La amistad que tuvo con Vicente Compañ fue tan sólida que ellos dos se *volvieron como hermanos*, compartiendo los muchos sabores y sabores de la vida y de la Física.

Entre los temas de investigación que compartió con Compañ se encuentran: Transporte de gases a través de membranas, Estudio de las propiedades dieléctricas y viscoelásticas de materiales poliméricos y Transporte de oxígeno en la córnea. Además de los temas que aborda en sus publicaciones científicas, a Luis Felipe le interesaban la Filosofía, la Psicología y el baile. Escribió una trilogía de libros sobre la *matematización de conceptos filosóficos*, basándose en las enseñanzas de Edmund Husserl y Bertrand Russell. Asimismo, escribió dos libros de cuentos con temas variados, en los que Sonora y la Universidad fueron temas recurrentes.

Fragmentos de un retrato

Por: Adela Lemus

Publicó más de 104 artículos científicos, 3 libros y varios capítulos de libros. Dirigió 24 tesis de licenciatura, 15 tesis de maestría y 5 de doctorado. Tuvo varios cargos como funcionario dentro de la universidad, desde jefe de departamento, consejero universitario, coordinador del posgrado de ciencia e ingeniería de materiales, secretario académico, hasta miembro del CAAFMI (Consejo Académico de Área Físico Matemáticas y las Ingenierías).

Se incorporó al Sistema Nacional de Investigadores desde su creación y hasta el final de su vida, llegando a la categoría del nivel 3. Asimismo, llegó al nivel pride "D" del Programa de Estímulos de la Universidad. Fue integrante de varias comisiones dictaminadoras e integrante de la Comisión al mérito universitario. Durante su carrera académica se dedicó a la investigación científica, formación de recursos humanos, docencia y difusión. Siendo la docencia una de las principales motivaciones en su vida.

Para conocer más

La Facultad de Ciencias de la UNAM, en donde dio clases por tantos años, preparó un homenaje póstumo (remoto, debido a la pandemia por la que atravesamos) en su honor. Puede verlo en la siguiente liga:

<https://fb.watch/2nX7Uhh8hl/>

Puede conocer más de su vida personal en la nota de prensa sonoreNSE referida al principio:

<http://diarioregional.mx/?p=3476>

Algunas de sus publicaciones científicas y trayectoria profesional la hallará en:

<https://orcid.org/0000-0001-8441-0039>

Su dinámica: estabilidad, convivencia pacífica, dispersión de cordialidad.

Su porte: el del caballero gentil, equilibrado y de fase homogénea. Sabiduría inmanente, crisol de una mirada profunda y la energía de una carcajada libre.

Su entorno cubiculado: Fórmulas dispersas en el pizarrón, silentes códigos elocuentes de lo trascendente y mutable. Conocimiento empaquetado en libros-artículos. Sillas despejadas para iniciar las charlas con visitantes aleatorios; alguno que otro monómero para policonectar el modelo con el observable.

Su filantropía: semillas bajo el escritorio como esfuerzo constante de alimentar la vida silvestre que fluye y transita en el jardín de la universalidad.

Sus estados: ocasionalmente localizado en la sala Nezahualcóyotl y espontáneamente deslocalizado por acoplamiento de comunicación acústica con elegante cinética.

Sus herederos: una veintena de estudiantes, con variedad de configuraciones en quienes difundió disciplina para consolidar los proyectos planteados.

Su huella: entrecruzamiento de disciplinas y bondad como modo de vibración predominante.



Foto de Mikhail Zolotukin



¡Lo
que no
todos
saben!



Ernesto Rivera

Instituto de Investigaciones en Materiales, IIM
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria. Coyoacán, CDMX

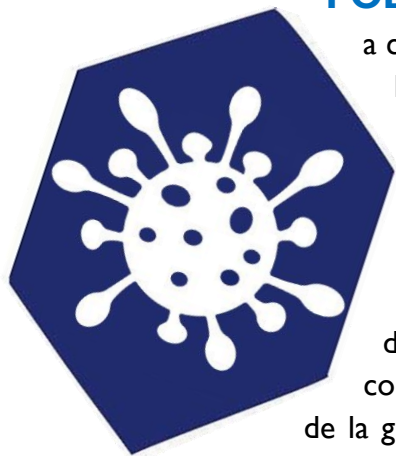
riverage@unam.mx

Así como hemos hablado de la historia del POLYMAT, los mejores trabajos y las opiniones de los asistentes, existen también anécdotas -que no son del conocimiento de todos- y me gustaría compartir con ustedes.

Remontándonos al principio, después del Congreso POLYMEX-2016 por encargo del Dr. Ogawa, pensé que nunca más organizaría otro evento. En febrero de 2009 falleció una muy estimada colega nuestra, la QFB Araceli Ordoñez Medrano. Varios de los colegas del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM asistimos al velorio.

En ese lugar, platicando con el Dr. Octavio Manero y la Lic. Irma Ieyra, recordamos lo mucho que le había gustado a Araceli el congreso en Huatulco, entonces Irma me dijo –¿por qué no haces otro congreso en ese lugar?, conozco alguien que nos puede ayudar –a lo cual Octavio agregó –sí, cuenta conmigo. Así, en un funeral, **nació** la idea de crear este nuevo Congreso, con una chispa de inspiración emanada de los recuerdos con una colega, misma a quien estábamos despidiendo.





POLYMAT-2009 se llevó a cabo con el tiempo encima.

Hicimos la visita de inspección del hotel a principios de abril y el Congreso tuvo lugar en noviembre. Para nuestra mala suerte, el 24 de abril de ese año tuvimos la contingencia sanitaria a causa de la gripe H1N1. Se propagó el miedo en todo el país y en el extranjero.

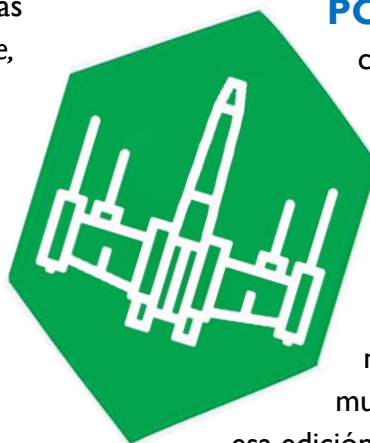
Muchos veían a México como un destino de alto riesgo. No perdimos la fe y, superada la contingencia, seguimos enviando invitaciones, asegurándole a los participantes que a partir de agosto no habría peligro alguno de venir a México. Para dar mayor seguridad a los asistentes me las ingenié, compré varias cajas de Tamiflu (el medicamento que combate la gripe H1N1) y me las llevé a Huatulco afirmando que *allá nadie se muere, y si se mueren va a ser de gusto*.

Aquel **POLYMAT-2009** nos puso a prueba como ninguno de los congresos subsecuentes. Ya terminado el evento y a horas de regresar a la Ciudad de México, un estudiante salió a tomar fotografías. Afuera de su habitación dejó caer el estuche de la cámara al suelo, siguió sacando fotos y cuando recogió el estuche sintió un pinchazo. No se dio cuenta que adentro había un alacrán. El chico se chupó la herida espantado, haciéndolo con tanta fuerza que incluso llegó a tragar un poco de veneno. Terminó en la enfermería



con fiebre y la cara paralizada; yo fui a auxiliarlo tan pronto como me informaron.

Otro incidente chusco fue el de un participante que, después de terminado el Congreso, llegó al aeropuerto y no le dejaron abordar su vuelo. Estaba pasado de copas. Molesto, regresó al hotel y se fue a cenar al restaurante. Los meseros lo detuvieron a la salida cuando vieron que no traía el brazalete respectivo y se armó un escándalo. Como era de esperarse, fue mi responsabilidad ir y arreglar el problema. Quien diga que el trabajo post Congreso solo consiste en enviar facturas y constancias vive muy fuera de la realidad.



POLYMAT-2011 transcurrió con bastante tranquilidad, aunque también tuvo lo suyo. Ese año afrontamos el serio problema del quiebre de Mexicana de Aviación y la recanalización de varios de los vuelos a la aerolínea Interjet. Esta situación nos puso en jaque, pero salimos muy bien librados de ella. Fue desde

esa edición del evento que decidimos llevar a cabo la gestión del transporte para el Congreso por nuestra cuenta, sin pedir el apoyo de agencias de viaje. Estas se llevan el 40 % de comisión, como mínimo, además prestan un servicio nada óptimo. En la cena de gala no faltó la *mala copa*. Algún imprudente estudiante sudamericano se puso a hablar mal de los mexicanos y, para evitar que *categoricamente "le rompieran el hocico"* como se dice comúnmente, un colega y yo tuvimos que intervenir.

Tan espectacular como estresante fue **POLYMAT-SILQCOM-2013**. Tuvimos la participación de unas 450 personas y el hotel estaba llenísimo. El evento se realizó sin contratiempos, con algunos pleitos de copas en la cena de gala que no pasaron a mayores, pero sin contratiempos.

POLYMAT-2015 transcurrió con la mayor de las tranquilidades y una muy buena audiencia, lo mismo que **POLYMAT-2017**. En este segundo, me preocupaba pensar que varios de los participantes cancelaran por temor a los sismos que nos sacudieron ese mismo año. Afortunadamente

no fue así. Cabe mencionar que durante el evento se registró un sismo trepidatorio de unos pocos segundos, mismo que ocurrió durante la noche y que fue percibido por algunos de los participantes extranjeros.

Incluso uno de ellos me dijo –Ernesto, puedes pedir que me cambien de habitación, creo que hay un motor debajo de mi cuarto. Yo le respondí –no te preocupes, seguramente pasó un camión pesado. Otro pequeño sismo, trepidatorio y breve, ocurrió una vez terminado el evento, cuando ya estábamos empacando todo para regresar a la ciudad.

Un ligero matiz agri dulce tuvo **POLYMAT-2019**. Aunque por un lado estuvimos muy contentos de festejar el décimo aniversario del evento, por el otro estuvimos preocupados de que en esa ocasión no contamos con el apoyo del CONACYT. Eso nos obligó a hacer milagros con el presupuesto. Fue gracias al apoyo de las inscripciones y de los institutos participantes, las

cuotas para los estantes de las empresas que nos acompañaron y a los posgrados que logramos sacar adelante el evento. Quizá no con la suntuosidad que hubiéramos deseado, pero todos terminaron muy satisfechos.



Las anécdotas hacen que los Congresos sean eventos más humanos y cercanos a nosotros. Retoman su esencia académica y científica, y los alejan de los menos virtuosos aspectos mercenarios o comercialoides.

En Polymat trabajamos para hacer un evento diferente; con nuevas sesiones y sorpresas que permitan salir del tedio y la monotonía. Apreciamos el gran esfuerzo que hacen los participantes por asistir y también queremos compartirles algunas de las historias que revelen el esfuerzo que los organizadores hacemos para llevarlo a cabo. Superar obstáculos inesperados -que hasta nos han sacado canas verdes y nos han hecho acabarnos las uñas- ha sido una labor gratificante. Una vez ya superados, hoy en día, podemos contarlos con orgullo y nos hacen reír todos aquellos recuerdos que nos han dejado valiosa experiencia y un buen sabor de boca.



¿Qué opina el público?

Comentarios y testimonios de POLYMAT

Pasquale Porcu

Participé en tres distintas ediciones del evento: 2013, 2015 y 2017. La profesionalidad y seriedad de los organizadores agrega al ambiente un clima de sana divulgación científica: plenarias actuales, puntualidad en las varias secciones del evento y, además, en muchas ocasiones fueron invitados premios Nobel para conferir presentaciones de alto impacto.

Además de todas estas características, el evento siempre presentó una variedad de temas que espaciaron desde la química industrial, a los polímeros y sus aplicaciones, la química inorgánica y hasta la química orgánica. El todo se conjuga con el mágico ambiente de las bahías de Huatulco que, con su clima y hermosas playas, regalan bonitos recuerdos a los participantes del evento. Última observación, y no menos importante, la comodidad de las salas que siempre presentaron un excelente audio y una ventilación y temperatura adecuada para mantener la atención alta en el evento.

Davide Sanna

I'm Davide Sanna, PhD in chemical sciences and technologies and I had the pleasure of participating in the 2017 edition of Polymat. On that occasion, I had the opportunity to live an extremely interesting scientific networking experience.

Polymat gathers expert researchers from all over the world and from multiple scientific fields. The variety of people who participated in this event has made my experience fruitful for new possible collaboration and new perspectives for my future research fields. A notable factor was also the presence of many companies which give the possibility to find new opportunity for a research technological transfer.

Carlos Reyes

Con las paradisíacas playas de Huatulco como escenario, el Polymat ofrece una excelente oportunidad para la reunión y difusión del quehacer científico. Las salas amplias y centralizadas permiten el encuentro de los participantes, para un agradable intercambio de ideas.

La sede *all inclusive* promueve la participación y convivencia plena de los asistentes, no solo en plano científico, sino también en el recreativo, al encontrar todo en un solo lugar. Si bien la bienvenida y

la cena de clausura se llevan a cabo en un horario que permite estar al aire libre, la exposición de carteles durante la tarde podría ser cambiada a una sala climatizada.

Comentarios del Blog

Anónimo

Polymat is a formidable forum for international exchange and collaboration. Very nice polymer and materials conference, well organized, thanks to the efforts of Prof. Rivera and other professors and students in Mexico! Please keep it up!

C. Bonduelle

I attended the last POLYMAT congress in October 2019. I thank Ernesto for his invitation and for the organization. The location is perfect and allows outside the congress to exchange and discuss in a pleasant environment without having to leave the hotel complex. The sessions dedicated to polymer science were exciting and show that the future generation of researchers in Mexico is very promising. It will be a pleasure to participate in this event a second time.

Jorch

I attended POLYMAT in 2019. It was an excellent opportunity to deepen and learn about new works in the area of polymers and materials. Excellent organization of prof. Ernesto Rivera.

Anónimo

El evento es una excelente oportunidad para conocer los avances en el área de materiales. Ojalá que se fomente que en México se organicen eventos como este.

Anónimo

POLYMAT is a high level conference in a very nice place, Huatulco, which contributes to the exchange of ideas. When I participate I always meet new people and make contacts. The plenary lecturers and the invited speakers are very well known scientists, which make this meeting more attractive for the scientific community. The members of the staff are very friendly and helpful. Prof Rivera tries always to make you feel at ease and speaks many languages so that my wife and my children felt also included in our conversations. I recommend this conference very much!







