

Ciencia de los Polímeros en la Universidad de la Habana

Polymer Science in Havana University

Dra. C. Norma Galego-Fernández, Dra. C. Chavati Rozsa-Galego

norma.galego@fq.uh.cu, chavati@fq.uh.cu

Facultad de Química-IMRE, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba

Recibido: 10 de septiembre de 2016

Aprobado: 25 de junio de 2017

Resumen

En Cuba, en los primeros años de la década del 70, en la Escuela de Química de la Universidad de la Habana (UH), el Profesor Gandini introdujo la enseñanza de los Polímeros y creó un grupo de investigación en esta área que permitió un desarrollo sostenible de la enseñanza. El Departamento de Química-Física asumió la enseñanza de los Polímeros junto a otros temas afines. Se desarrollaron los Planes Unificados A, B y C desde la década de los 70 hasta 2009; en el Plan de Estudios D emergen como asignatura propia con el nombre de Materiales Poliméricos. Paralelamente se ha desarrollado el posgrado y diferentes cursos sobre polímeros han sido impartidos en la Facultad de Química de la UH, Tesis de Maestrías y Doctorados se discuten sistemáticamente, lográndose consolidación y buen nivel en la Ciencia de los Polímeros en la UH.

Palabras clave: polímeros, Historia de la Enseñanza, planes de estudio unificados, primeros doctores graduados en Cuba.

Abstract

In Cuba, during the 70 years' decade, Professor Gandini started the polymers teaching in Chemistry School of Havana University and formed an investigation team that has permitted the maintaining development of this teaching. Physical-Chemistry Department assumed the polymer teaching. Polymers themes were touch with others Physical-Chemistry themes. United Education Plans (A, B and C) were developed from the 70 years' decade until 2009. In D Education Plan, Polymers are touch independently as Polymeric Materials. Post-graduation was developed with post-graduation courses and graduation Masters and Doctors in Polymer Science systematically. It has obtained good consolidation and development level in Polymer Science in Havana University.

Keywords: polymers, Teaching History, united education plans, doctors firsts graduated in Cuba.

Introducción

Los Polímeros como Ciencia independiente se desarrollan desde la tercera década del siglo XX. Es una Ciencia frontera con campos como el biológico. Las macromoléculas están presentes en todos los organismos vivos, vegetales y animales. En la actualidad, los Polímeros constituyen también las sustancias químicas que forman los materiales plásticos de tan amplia aplicación [1, 2].

Cada día son más los objetos constituidos por materiales plásticos que rodean nuestra vida, que conforman innumerables objetos creados por el hombre para nuestro mayor confort. Son constituyentes importantes de equipos electrónicos, de los medios de transporte en la sociedad actual, del instrumental utilizado en la ciencia médica, de los tejidos con que se conforman las ropas, de los embalajes que permiten el mejor almacenamiento de mercancías, de infinidad de pequeños y grandes objetos que forman el día a día en cualquiera de las sociedades actuales [2, 3]. Calificando de esta forma a los Polímeros o a los materiales poliméricos, es obvio que ocupan un campo importante en las Ciencias Químicas.

En Cuba, la Reforma Universitaria de 1962, liderada por la izquierda científica, creó la Facultad de Ciencias Naturales y como parte de ella la Escuela de Química en la Universidad de la Habana y permitió así el desarrollo de la carrera de Licenciatura en Química y con ello articular modernamente la enseñanza de la Química. Desde los años 1960 a 1965 se comenzaron a crear también grupos de investigación científicas en diferentes áreas de la Universidad, teniendo grupos de avanzada en el campo de las Ciencias [4, 5].

El primer Rector de la Universidad de La Habana en los primeros años de Revolución fue el Dr. Juan Marinello, profesor e intelectual destacado, de formación comunista. En los primeros años de la década del 60, se crea entonces el Consejo Nacional de Universidades, con el interés de hacer una reforma de la enseñanza superior en Cuba y estuvieron involucradas personalidades, profesores e intelectuales como el Dr. Armando Hart Dávalos, entonces Ministro de Educación (MINED) y el Dr. Carlos Rafael Rodríguez, economista y profesor universitario, entre otros [4, 5].

En la entonces Escuela de Química, se incursionó en la enseñanza de los Polímeros por profesores extranjeros, fundamentalmente del antiguo Campo Socialista, que visitaron nuestro país con intenciones de desarrollar relaciones de tipo académicas, que fueron después dirigidas fundamentalmente hacia la Academia de Ciencias de Cuba por

proyectos interacadémicos y también favorecieron notablemente el desarrollo de nuestro, por entonces, muy joven claustro.

Fue el profesor italiano Alessandro Gandini, que en 1968 llegó a Cuba, invitado por el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC), entonces parte de la Universidad de La Habana, que durante ocho años permaneció en Cuba, a quién se debe de manera más sistemática la enseñanza de los Polímeros en la Universidad de La Habana, introduciéndose la asignatura de Polímeros en el currículo de la Licenciatura en Química. El Profesor Gandini creó un grupo de investigación en el área de Polímeros, construyendo así una tradición científica en el área de Polímeros, que ha permitido un mejor desarrollo en esta enseñanza [4, 5].

El Laboratorio de Polímeros de la Universidad de La Habana fue creado en 1968 y desde entonces posee una larga experiencia tanto en ciencia básica, como en aplicaciones y asesoría a la industria. El trabajo docente, tanto de pregrado, como en las diferentes modalidades de la educación posgraduada, ha sido otra de las actividades importantes que ha desarrollado el grupo de polímeros a lo largo de estos años. Las temáticas de trabajo de este grupo, en las que se cuenta con experiencia son: cinética y modelación de la polimerización, monómeros furánicos, pegamentos, polímeros y composites para la industria electrónica y médica, polímeros naturales, membranas, hidrogeles, resinas epoxi, polihidroxialcanoatos. En la actualidad la actividad en la ciencia de los polímeros se desarrolla en el Centro de Biomateriales y en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales de la Universidad de La Habana (IMRE).

El presente trabajo tiene el objetivo de desarrollar un bosquejo histórico de la enseñanza de los polímeros en la Universidad de La Habana, resaltando la colaboración brindada por el Profesor Gandini.

Por otra parte, la importancia científica de los polímeros y su aparición cotidiana en las sociedades actuales, tanto para un mayor confort como por su aplicación en los campos más modernos de la alta tecnología, justifica el interés por desarrollar este discreto enfoque de la historia y el desarrollo de su enseñanza en la UH.

La enseñanza tiene las componentes de pregrado y de posgrado y este último está muy vinculado con el trabajo de investigación. Por esa razón, se ha hecho énfasis en la formación del primer grupo de investigación en esa área y a la formación de los primeros doctores en ese campo, que fueron además los primeros doctores “hechos en

Cuba” según se reconoció en el periódico *Granma* [6] con motivo del acto de homenaje en la UH, por el 30 aniversario de las primeras defensas de doctorado.

Materiales y métodos

La investigación se realizó fundamentalmente utilizando el método de científico inductivo-deductivo.

Método Inductivo: se trabaja con la experiencia acumulada a lo largo de más de 40 años por una de las autoras. Se llega a conclusiones empíricas sacadas de la experiencia, la deducción establece conclusiones lógicas.

Métodos Deductivo: se discute el surgimiento y desarrollo de la materia tratada (los Polímeros), a través de los Planes de estudio desde el A hasta el D, por los que ha transitado la misma. Se recopila en la bibliografía los diferentes libros de textos que se han utilizado y algunos escritos por autores cubanos para la enseñanza de esta materia. Se evidencia el desarrollo ascendente tanto en la docencia como en la investigación de la materia tratada, a lo largo de los años, con las tesis de doctorados realizadas, los premios obtenidos, entre otros.

Resultados y discusión

Enseñanza de pregrado

En los primeros años de la década del 70, se incorporó la asignatura de Polímeros al Plan de Estudios de la Licenciatura en Química en la Universidad de La Habana, siendo Alessandro Gandini su profesor durante varios cursos y teniendo como colaboradores profesores jóvenes del grupo de investigación por él creado. La asignatura se denominó Química-Física de los Polímeros y posteriormente Aplicaciones de Química-Física II.

En la década de los años 70 también, con el objetivo de un mayor desarrollo de la enseñanza superior en el país, comenzaron los Planes de Estudios Unificados de las Universidades cubanas. En esos Planes, la enseñanza de los Polímeros fue asumida por el área de Química-Física.

En el primer Plan Unificado (A), que duró aproximadamente siete cursos, los Polímeros formaron parte de la asignatura Química-Física IV, impartida en el 4^{to} año de la carrera. Era una asignatura terminal de esta área del conocimiento, Química-Física y se impartía con otros tópicos de la misma: Química-Física de las Superficies, Catálisis Heterogénea y Coloides. El tiempo para Polímeros era aproximadamente el 34 % del total y no se realizaban actividades de laboratorio relacionadas con esta temática.

En el siguiente Plan de Estudios (B), que se desarrolla en la década del 80, aproximadamente por cinco cursos, los Polímeros forman parte de la asignatura Química-Física de las Superficies, Coloides y Polímeros, de 5^{to} año de la carrera, con características semejantes a la Química-Física IV, pero la enseñanza de los Polímeros se incrementa con actividades de seminarios y laboratorios. Aproximadamente el 50 % de la asignatura fue ocupada por el área de Polímeros. Este hecho se debe fundamentalmente a la especialización de los profesores que impartían la asignatura.

Con la intención del mejoramiento de la base de textos y con las dificultades de acceder a textos internacionales de reconocido prestigio, en 1987 se publicó por la Editorial Científico-Técnica, el libro *Química-Física de los Polímeros* [7], escrito por un colectivo de Profesores e Investigadores de aquel grupo científico creado por el Profesor Gandini en la década de los años 60.

Poco tiempo después, teniendo en cuenta el programa de polímeros que se impartiría en un nuevo plan de estudios, llamado Plan C, que se iniciaría en 1990, así como los aspectos novedosos del desarrollo de esta Ciencia de cambios vertiginosos, fue publicado en 1989, el texto *Introducción a la Química Física de los Polímeros* escrito por los profesores Norma Galego Fernández y Carlos Andrés Peniche Covas. Este nuevo libro sirvió como texto de Polímeros desde hace más de 20 años. Recientemente se ha publicado la segunda edición del mismo, revisada y con temáticas más actuales que se incorporan a la enseñanza [8].

Como ya se mencionó, a inicios de la década de los años 90, se desarrolló el Plan de Estudio Unificado C. En este, la enseñanza de los Polímeros aparece como parte de la asignatura Dinámica II y se imparte en 4^{to} año de la carrera. También es una asignatura terminal de Química-Física, pero ahora solo compuesta por dos sustratos: Coloides y Polímeros, los cuales se estudian desde aspectos químico-físicos: termodinámica y cinética. El área de Polímeros gana mayor espacio, 65 %, y hay un incremento de las actividades de laboratorio.

El período del Plan de Estudios C resultó muy largo, aproximadamente dieciséis cursos, pero durante ese tiempo se pudieron hacer adecuaciones, modificaciones y actualizaciones en la enseñanza de esta Ciencia. Se consolidaron aspectos de la enseñanza de los Polímeros en cuanto al estudio de los mecanismos y la cinética de las reacciones de polimerización y a los estados físicos, propiedades y caracterización de los polímeros. También se introdujeron aspectos de la transformación

de los plásticos y del tratamiento de los residuos plásticos, introduciéndose en la temática ambientalista.

En este tópico ambientalista se desarrollaba un Video-Debate que permitía mostrar de manera amplia, lo relativo a este tema, así como desarrollar una actividad participativa en la asignatura.

A lo largo de estos cursos, también se han realizado variaciones en los laboratorios, realizándose prácticas de modelación de una reacción de polimerización radicalica, de estudio cinético de una reacción de policondensación por valoración ácido-base, estudio cinético de una reacción de poliadición por dilatometría, de identificación de un material plástico, así como la determinación de pesos moleculares por viscosimetría y también por osmometría de presión de vapor.

En el Plan de Estudios D, a finales de la primera década del siglo XXI, los Polímeros emergen como asignatura propia de la Facultad de Química de la UH y toma el nombre de Materiales Poliméricos. Debe destacarse que realmente las otras universidades cubanas que imparten la carrera de Licenciatura en Química, la Universidad Central de las Villas Marta Abreu y la Universidad de Oriente en Santiago de Cuba, tienen también como asignatura propia a los Materiales Poliméricos. Perteneciendo al currículo de 4^{to} año de la carrera.

Al ser una asignatura independiente gana gran protagonismo. En esta asignatura se consolidan los aspectos básicos de la temática y se realzan las características como material de los polímeros, así como la temática ambientalista con los polímeros amigables con el medio ambiente.

Relacionado con este último enfoque y apoyándose en actividades docentes como: conferencias, video-debate, laboratorios y como parte de un seminario integrador, se prepara al estudiante para que pueda valorar los procesos de tratamiento de los residuos plásticos, teniendo en cuenta la gestión más adecuada para los mismos, desde el punto de vista medioambiental y de modo que sea económicamente factible.

Materiales Poliméricos tiene también un aporte importante en el mayor y mejor conocimiento de la diversidad de materiales plásticos. Este aspecto se consolida en los seminarios integradores, donde el estudiante escoge libremente un material polimérico y enfrenta su estudio con respuestas a cuestionamientos que recorren los temas básicos estudiados en el curso.

Para perfeccionar la enseñanza de los polímeros y atendiendo a las características del Plan de Estudios D se han introducido asignaturas optativas que tributan a esta área: “Plásticos: Tecnología y Medio Ambiente” y “Adhesivos”, asignaturas que son desarrolladas con buena acogida del estudiantado.

Enseñanza de posgrado

Formación y desarrollo del Grupo de Polímeros

La Universidad de La Habana, Alma Máter de la educación cubana, tiene como función fundamental satisfacer las necesidades sociales, liderando la formación integral y continua de profesionales y científicos, con aportes científico-técnicos y culturales relevantes y extendiendo su acción a la comunidad y al país. Es una institución que promueve la excelencia, y tiene como misión contribuir al perfeccionamiento del sistema educativo cubano y a la elevación de la calidad de vida de la población. La Facultad de Química de la misma, es el centro rector de la carrera de Licenciatura en Química.

Siguiendo la misión universitaria, en 1968 el científico italiano Alessandro Gandini, antes mencionado, creó el Grupo de Polímeros de la entonces, Escuela de Química, de la UH. Este grupo estuvo formado por tres profesores jóvenes del claustro de la Escuela de Química: Jacques Rieumont y Ricardo Martínez, del Departamento de Química-Física y Rubén Álvarez, del Departamento de Química Orgánica y tres estudiantes destacados que trabajaban en el Departamento de Química-Física: Sylvia Prieto, Norma Galego y Carlos Peniche.

En los primeros años de la década del 70 se creó en la Vice-Rectoría de Investigaciones de la Universidad de La Habana el Consejo de Investigación. Este Consejo aunó algunos programas de investigación de diferentes áreas [4] y los Polímeros estuvieron presentes. Las investigaciones en el campo de los polímeros se vinculaban con la entonces primera industria nacional, el azúcar y derivados de ella, como el furfural, extraído del bagazo de la caña. Estas investigaciones fueron realizadas por el Grupo de Polímeros antes referido.

Inicialmente estas actividades fueron realizadas en el Departamento de Química-Física de la Escuela de Química y se tuvo la colaboración de científicos extranjeros, vinculados a Gandini, que suministraron materiales de gran utilidad. Posteriormente, en 1970, este Grupo de Polímeros pasa a realizar sus trabajos de investigaciones en el CNIC.

Las líneas de investigación fueron también escogidas atendiendo a la realidad cubana. Se conoce que la industria petroquímica da lugar a la obtención de los polímeros más explotados actualmente, pues los monómeros se obtienen en los procesos de craking y destilación del petróleo, pero en la actualidad hay una fuerte competencia e interés en desarrollar los polímeros de fuentes renovables [2]. Y esa línea fue escogida. Se estudiaron derivados de la caña de azúcar como el furfural, un reconocido solvente químico con posibilidades de constituir un reactivo importante en la obtención de otros derivados posibles de polimerizar. El estudio de la estabilidad de éste reactivo obtenido del bagazo de la caña frente a diferentes condiciones (calor, luz, ácidos), así como el estudio de las resinas obtenidas en cada caso, la polimerización catiónica del 2-vinil-furfural y el 2-isopropenilfurano, constituyeron trabajos asumidos por los diferentes miembros del grupo. También se enfrentaron otros trabajos con monómeros catiónicos no de fuentes renovables, el N-vinil-carbazol y el estireno, que tenían un interés científico notable.

Alrededor del año 1971, el Profesor Gandini logra para uno de sus estudiantes una beca en la Universidad Británica de Essex, para realizar estudios de PhD. Fue elegido por sus méritos el ya Profesor del Departamento de Química-Física, Carlos Peniche.

El Profesor Gandini y el grupo creado por él, realizaron un trabajo de acercamiento a las pequeñas industrias del plástico que se desarrollaban en la ciudad. Y así, se establecieron vínculos con la fábrica de zapatos plásticos y se contribuyó al montaje e inicio de la explotación de esa fábrica en la década de los 70. También se contribuyó con el asesoramiento a grupos relacionados con la industria del plástico.

Maestrías y Doctorados en Polímeros

En los años de la década del 70, no existía el Ministerio de Educación Superior y tampoco la Comisión de Grados Científicos, ni se desarrollaban los Planes de Maestría que actualmente están más estructurados. No obstante, en el CNIC, centro creado para promover y desarrollar las investigaciones científicas, donde existía un grupo notable de científicos extranjeros del campo socialista y de otros lugares, que colaboraban en la formación científica en diferentes campos, fue promovida la formación de máster o maestros en ciencias, así como también los llamados entonces candidatos a doctores, actuales doctores en ciencias específicas.

En los años 1972 y 1973 fueron defendidas con éxito cinco tesis de maestría en el CNIC, por aquellos primeros jóvenes que iniciaron el Grupo de Polímeros en la Escuela

de Química de la UH. En 1974 regresa el ya PhD Carlos Peniche con un brillante trabajo.

En 1975 se defienden como Candidatos a Doctores, en el CNIC, cuatro de los Maestros en Polímeros formados. La defensa se hace frente a un tribunal presidido por la Dra. Irina Vilenskaya, miembro de la Academia de Ciencias de la URSS y otros doctores, como el PhD. José Fernández Beltrán formado en los Estados Unidos., Dr. José Luis Mola, formado en la República Democrática Alemana, el Dr. Rubén Ramos, formado en la URSS y el Dr. Antonio Alzola, jefe y formador del Departamento de Química-Física de la UH. En todos los casos actuó como Oponente el PhD Carlos Peniche (tabla 1). Todas las tesis fueron defendidas exitosamente y constituyen los primeros doctores formados totalmente en Cuba.

TABLA 1. PRIMERAS TESIS DE DOCTORADO DEFENDIDAS EN LA UH (1975)

Año	Autor	Título del Trabajo
1975	Ricardo Martínez	“La polimerización catiónica de los alquenilfuranos”
1975	Sylvia Prieto	“La polimerización catiónica del N-vinil carbazol”
1975	Jacques Rieumont	“Capacidad de polimerización de los ésteres vinílicos de una serie furánica”
1975	Norma Galego	“La acción de la luz, del calor y de los ácidos sobre el furfural y algunos de sus derivados”

Después de la formación de este grupo de doctores, correspondió a los mismos la responsabilidad de impulsar, no solo la enseñanza de pregrado, sino el postgrado que desde la década de los años 80 se ha desarrollado en diferentes áreas de los Polímeros. Todo lo anterior se realiza en conjunto con la dirección de trabajos de investigación, y manteniendo el vínculo con Centros externos a la Universidad, así como con áreas de producción. En la tabla 2, se evidencia la formación doctoral en esta rama de las ciencias, en la Universidad de La Habana.

TABLA 2. TESIS DE DOCTORADO DEFENDIDAS EN LA UH DE LA DÉCADA DEL 80 EN ADELANTE

Año	Autor	Título del Trabajo
1984	Rubén Álvarez	“Aspectos de la polimerización catiónica del 2-isopropenilfurano”
1990	Regino González	“Polimerización del alcohol furfúrico en solventes orgánicos”
1991	Waldo Argüelles	“Estudio de tres propiedades básicas de la quitosana: formación de películas, obtención de complejos polielectrolitos y adsorción de mercurio”
1992	José Manuel Nieto	“Estudio de la quitosana de langosta: obtención, caracterización e interacción con el hierro (III)”
2007	Yaimarilis Pantoja	“Desarrollo de nuevas formulaciones de composites dentales”
2008	Héctor Ramírez	“Polisacáridos ramificados con derivados de β -ciclodextrina como portadores supramoleculares de naproxeno”
2009	Chavati Rozsa	“Estudios en una familia de poliésteres microbianos: polihidroxialcanoatos”
2009	Mayra González	“Materiales nanoestructurados para encapsular fármacos”
2010	Oscar Valdés	“Obtención de soportes a partir de polímeros naturales y sintéticos para aplicaciones biomédicas”
2011	Vivian María Sáez	“Microesferas de copolímeros de ácido láctico y glicólico cargadas con proteínas terapéuticas: obtención, caracterización y estudios de liberación”
2011	Ariel Martínez	“Materiales para la liberación lenta de urea y reguladores del crecimiento de las plantas”
2011	Liliam Becherán	“Estudio físico-químico de la reacción de acomplejamiento de la quitosana con el alginato de sodio y con el poli(ácido acrílico) y de la formación de partículas nanométricas de ambos complejos como potenciales portadores de fármacos”
2012	Javier Pérez	“Sistemas poliméricos en base a quitosana con esteroides biológicamente activos: obtención, caracterización y estudio de su liberación controlada”
2014	Patricia Bernabé	“Estudio químico-físico del complejo polielectrolito quitosana-pectina. Obtención y caracterización de sus membranas.”
2014	Vivian León	“Obtención y caracterización de un nuevo copolímero de celulosa, su evaluación como cubierta entérica del diclofeno de sodio y análisis del mecanismo de liberación.”

En 1985 se funda el Instituto de Materiales y Reactivos para la Electrónica (IMRE), actual Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales, en la UH y se constituye el Laboratorio de Polímeros del mismo. Las investigaciones relacionadas con esta temática pasan a realizarse fundamentalmente en ese laboratorio. El Jefe de ese Laboratorio por largos años fue el Dr. C. Ricardo Martínez.

También se crea el Laboratorio de Biomateriales, después Centro de Biomateriales, que se ocupa de algunos temas poliméricos más aplicados a la ciencias médicas. Este último, fue creado y dirigido por muchos años por el Dr. Rubén Álvarez.

Maestría en Química y Física de Polímeros

En la década del 90 se comienza a desarrollar la Maestría en Química y Física de los Polímeros. A ella se suman especialistas de diferentes Centros. Desde entonces y con anterioridad se han desarrollado diferentes cursos de posgrado en esta área (tabla 3), en algunos casos solicitados por centros externos de producción y/o servicios.

Esta Maestría se integra a la Maestría en Química que comienza su primera edición en noviembre del 2004.

**TABLA 3. CURSOS DE POSGRADO DE POLÍMEROS
IMPARTIDOS EN LA UH**

Básicos
Síntesis y mecanismos de polimerización
Disoluciones poliméricas
Propiedades físicas de las macromoléculas

Especializados
Polimerización radicalica
Polimerización catiónica
Polimerización heterogénea
Polimerización de furanos
Análisis térmico de polímeros
Degradación de polímeros
Polímeros y plásticos. Degradación y medio ambiente.
Polímeros conductores
Biomateriales poliméricos
Tecnología de Polímeros
Nanomateriales poliméricos. Aplicados a la Industria

Otros resultados de interés

En el año 1997, se realizó el congreso internacional, Macromoléculas Habana 97, y en el año 2000 el Simposio Latinoamericano de Polímeros (SLAP), también aquí en La Habana. Ambos fueron organizados por el laboratorio de Polímeros del IMRE de la Universidad de la Habana y contaron con una amplia representación de especialistas extranjeros y un grupo notable de cubanos.

Con sistematicidad se llevan a cabo congresos relacionados con las temáticas de Biomateriales, que también involucran y atraen a especialistas del área de los polímeros

a nuestro país. Estos son organizados por el Centro de Biomateriales de la Universidad de la Habana.

Se han recibido reconocimientos y premios (UH, ACC y de la AEA entre otros) (tabla 4).

TABLA 4. ALGUNOS PREMIOS Y RECONOCIMIENTOS EN EL ÁREA DE POLÍMEROS

“Aporte cubano a los polímeros furánicos”	IMRE, UH Premio ACC 2004
“Nuevos biomateriales compuestos de carbonato-hidroxiapatita con acetato de polivinilo para implantes óseos y liberación controlada de fármacos”	CITMA-Polo Premio ACC 2009
“Obtención de nuevos copolímeros polihidroxibutirato con poliacetato de vinilo y poliacrilamida por injerto inducido con radiaciones gamma”	IMRE AENTA 2009
“Poliésteres microbianos: polihidroxialcanoatos”	IMRE, UH Premio UH 2010
“Modificaciones hidrofílicas de los poliésteres microbianos.”	IMRE, UH Premio ACC 2014 [9]
“Novedosos biomateriales de quitosana y nanoapatita para la regeneración del tejido óseo”	Centro de Biomateriales, UH Premio ACC 2015 [10]

Conclusiones

Se muestra el nivel de desarrollo de la enseñanza de los polímeros en la Universidad de La Habana en estos cuarenta años, a través de la retrospectiva histórica y los datos mostrados en este trabajo.

Se realiza un reconocimiento modesto a quién fue el iniciador y promotor de la enseñanza de los polímeros en la Universidad de La Habana, el Dr. Alessandro Gandini, así como a sus primeros discípulos.

Referencias bibliográficas

1. ODIAN, G. *Principles of Polymerization*. 4^{ta} Edición. USA: Wiley-Interscience A John Wiley & Sons, 2004. ISBN 0-471-27400-3.
2. BELGACEM, M. N.; GANDINI, A. *Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources*. 1^{ra} Edición. United Kingdom: Elsevier, Oxford, 2008. ISBN: 978-0-08-045316.

3. COWIE, J. M. G. *Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials*. 2^{da} Edición. United Kingdom: Blackie Academic & Professional, 1991. ISBN 0 7514 0134.
4. OCHOA, O. *Problemas Sociales en las Ciencias “Estudios de una tradición científica en el área de los Polímeros en Cuba*, Tesis de Maestría, Universidad de la Habana, 2007.
5. GALEGO, N. “Consideraciones sobre la enseñanza de los Polímeros en la Universidad de La Habana”. *Rev. Cubana de Educación Superior*. 1990, **10** (3), 183-188.
6. CALZADILLA, I. *Ciento por ciento cubanos*. Periódico Granma, 7 de junio de 2005
7. GALEGO, N.; MARTÍNEZ, R.; PENICHE, C.; PRIETO, S.; RIEUMONT, J. *Química-Física de los Polímeros*. Edición única. Cuba: Editorial Científico Técnica, 1987. ISBN 0000 7012.
8. GALEGO, N.; PENICHE, C. *Introducción a la Química-Física de los Polímeros*. 2^{da} Edición. Cuba: Editorial Universitaria Félix Varela, 2015. ISBN 978-959-07-2060-4.
9. GALEGO, N. *et al.* “Modificaciones hidrofílicas de los poliésteres microbianos”. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 2015, **5** (3). ISSN-2304-0105
10. SOLÍS, Y. *et al.* “Novedosos biomateriales de quitosana y nanoapatita para la regeneración del tejido óseo”. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 2016, **6** (3). ISSN- 2304- 0105