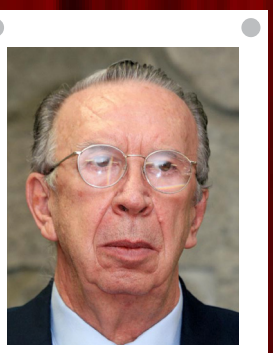
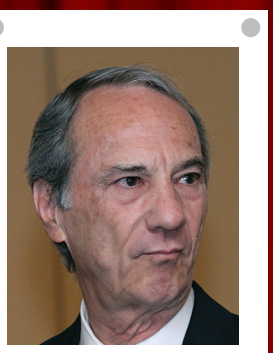
Casa abierta al tiempo
Universidad Autónoma Metropolitana
Azcapotzalco

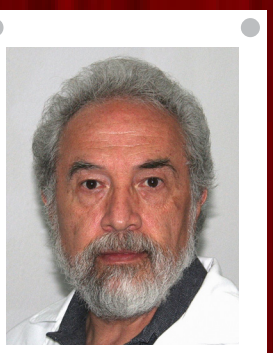
CONEXIÓN CBI

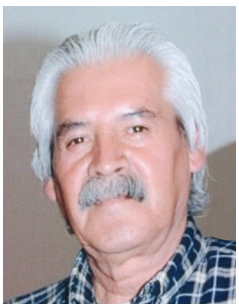
Publicación cuatrimestral Año 14 Número 30 Junio-septiembre 2024 ISSN 2594-1291











Develación de fotografías de directoras y directores de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería

• Aranza María Martínez Moya, premio **ANFEI** 2023 a mejor egresada de Ingeniería Ambiental •

• Firma de carta convenio del Programa de Educación Ambiental, Recuperación y Trazabilidad de Plásticos Posconsumo •




Casa abierta al tiempo
Universidad Autónoma Metropolitana
Azcapotzalco

Directorio

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Dr. José Antonio De los Reyes Heredia
Rector general

Dra. Norma Rondero López
Secretaria general

UNIDAD AZCAPOTZALCO

Dra. Yadira Zavala Osorio
Rectora de Unidad

Mtro. Salvador Ulises Islas Barajas
Secretario de Unidad

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

Dr. Rafael Pérez Escarela
Director de División

Dra. Maricela Claudia Bravo Contreras
Secretaria académica

C.P. Rosa Ma. Benítez Mendoza
Jefa de la Oficina de Producción Editorial y Difusión de Eventos

CONEXIÓN CBI

Comité editorial

Dra. Alicia Cid Reborido
Presidenta

Dra. Ángeles Belém Priego Sánchez
Mtro. Francisco Javier Sánchez Rangel
Dr. Joan Reyes Miranda

Mtro. Juan Manuel Galindo Medina
Editor responsable

José Eduardo García Rodríguez
Irene Jehosabet Vázquez López
Diseño editorial

Lic. Liliana Ramírez Nuño
Lic. Roberto Andrés Zepeda
Redacción y corrección de estilo

CONEXIÓN CBI. Año 14, Número 30, junio-septiembre de 2024, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Prolongación Canal de Miramontes 3855, col. Ex-Hacienda San Juan de Dios, alcaldía Tlalpan, C.P. 14387, Ciudad de México, México, y, av. San Pablo 420, col. Nueva El Rosario, alcaldía Azcapotzalco, C.P. 02128, Ciudad de México, México; tel. 55 5318 9528. Página electrónica de la revista http://cbi.azc.uam.mx/es/CBI/gaceta-conexioncbi y dirección electrónica: jmgm@azc.uam.mx. Editor responsable: Mtro. Juan Manuel Galindo Medina. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título núm. 04-2011-080913234000-109, ISSN: 2594-1291, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Mtro. Juan Manuel Galindo Medina, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Unidad Azcapotzalco, edificio P, primer piso, av. San Pablo, 420, col. Nueva El Rosario, alcaldía Azcapotzalco, C.P. 02128, Ciudad de México, México; Fecha de última modificación: 30 de septiembre de 2024. Tamaño del archivo 10.5 MB.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Tabla de contenido

- Presentación 1
- Carlos Ernesto Carrillo Arellano, coordinador de la licenciatura en Ingeniería en Computación 2
- Ángeles Belem Priego Sánchez, coordinadora de estudiosdel Tronco Inter y Multidisciplinar 3
- Gerardo Miguel Odriozola Prego, coordinador de la maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales 3
- Georgina Pulido Rodríguez, coordinadora divisional del Sistema de Aprendizaje Individualizado 4
- Perla Xóchitl Sotelo Navarro, coordinadora de la licenciatura en Ingeniería Ambiental 4
- Ricardo Teodoro Páez Hernández, nuevo jefe del Departamento de Ciencias Básicas 5
- Luciano Roberto Fernández Sola, nuevo jefe del Departamento de Materiales 5
- Firma de carta convenio del Programa de Educación Ambiental, Recuperación y Trazabilidad de Plásticos Posconsumo 6
- Aranza María Martínez Moya, premio ANFEI 2023 a mejor egresada de Ingeniería Ambiental 9
- Develación de fotografías de directoras y directores de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería 12
- Semana de la Ingeniería Industrial 2024 18
- Semana de la Ingeniería Química 2024 21
- Breve reseña en honor de Guillermo Castillo Tapia 25
- Conociendo la Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Residuales de la UAM-A 27
- Sistema de monitoreo del índice de la calidad del aire 30

¿Tienes algún comentario, sugerencia u opinión?

¿Te gustaría contribuir a Conexión CBI?

¿Tienes algo que compartir con la comunidad CBI?

Escríbenos a jmgm@azc.uam.mx

Presentación

¡Bienvenidos al trimestre 24-O!

En esta entrega de nuestra gaceta Conexion damos a conocer los nombramientos más recientes de la dirección de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) de la Unidad Azcapotzalco: nuevo coordinador de la licenciatura en Ingeniería en Computación, el doctor Carlos Ernesto Carrillo Arellano; nueva coordinadora del Tronco Inter y Multidisciplinar, la doctora Ángeles Belem Priego Sánchez; nueva coordinadora del Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI), la doctora Georgina Pulido Rodríguez; nueva coordinadora de la licenciatura en Ingeniería Ambiental, la doctora Perla Xóchitl Sotelo Navarro; nuevo coordinador de la maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales, el doctor Gerardo Miguel Odriozola Prego y, por último, aunque no menos importante, los nombramientos de los doctores Teodoro Páez Hernández y Luciano Roberto Fernández Sola, como jefes de los departamento de Ciencias Básicas y Materiales, respectivamente. A todos ellos les deseamos éxito en su nueva gestión.

Presentamos también en este número una reseña sobre la firma de la carta convenio del Programa de Educación Ambiental, Recuperación y Trazavilidad de Plásticos Posconsumo, producto del esfuerzo conjunto entre la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), la asociación civil Ecología y Compromiso Empresarial (Ecoce) y los centros de reciclaje Recupera.

Orgullosamente, el premio de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería 2023 (ANFEI) a la mejor egresada de Ingeniería Ambiental fue para Aranza María Martínez Moya, estudiante de nuestra «Casa abierta al tiempo», por lo que compartimos una entrevista con la ganadora.

Asimismo, contamos con un artículo acerca de la develación de fotografías de las directoras y directores que han presidido la DCBI-A desde su formación a la fecha.

El doctor Miguel Ángel López Ontiveros, coordinador de la licenciatura en Ingeniería Industrial, nos habló de las vivencias en la Sema-

na de la Ingeniería Industrial 2024. Igualmente, ofrecemos un apartado sobre la Semana de la Ingeniería Química 2024 con las experiencias de los egresados y egresadas, presentado por el doctor Miguel Ángel Hernández Galván, coordinador de la licenciatura en Ingeniería Química.

Un grupo de profesores del Departamento de Electrónica nos entrega una breve reseña en honor del profesor Guillermo Castillo Tapia por sus 38 años de servicio en dicho departamento.

También compartimos un artículo sobre la Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Residuales de la UAM-A, que opera desde 2006 produciendo, trimestre a trimestre, alrededor de 15 000 litros de agua tratada por día e incorporando, además, desde el 2010, la producción de agua desionizada para su uso en los laboratorios de nuestra Unidad, estimada en más de 3 000 litros por trimestre. Proyecto a cargo de la maestra Margarita Beltrán Villavicencio.

Finalmente, profesorado académico del Departamento de Electrónica nos habla acerca del diseño de un sistema de monitoreo del índice de la calidad del aire creado en este departamento.

Casa abierta al tiempo

Comité editorial
Conexión CBI

Carlos Ernesto Carrillo Arellano, coordinador de la licenciatura en Ingeniería en Computación



El doctor Carlos Ernesto Carrillo Arellano recibió el nombramiento como coordinador de la la licenciatura en Ingeniería en Computación. El doctor Carrillo es ingeniero en Electrónica, además de obtener la maestría y el doctorado en Ciencias y Tecnologías de la Información por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I).

Actualmente es profesor de tiempo completo adscrito al Departamento de Electrónica de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A). Durante su trayectoria como docente dentro de nuestra institución, desde 2016, ha impartido más de 50 cursos a nivel licenciatura y 10 a nivel posgrado. Ha colaborado en la dirección de proyectos terminales de alumnos de las licenciaturas en Ingeniería en Electrónica y Computación, así como de estudiantes del posgrado en Ciencias y Tecnologías de la Información de la UAM-I. Es participante activo de los grupos temáticos de docencia del Área de Redes de Computadoras y Diseño Lógico-Sistemas Embebidos.

Asimismo, ha desempeñado el cargo de coordinador departamental de Docencia y es parte del comité de estudios de la licenciatura en Computación. Sus ejes principales de investigación son aquéllos relacionados con automatización de redes de computadoras, redes de sensores definidas por *software* y el internet de las cosas.

Ángeles Belem Priego Sánchez, coordinadora de estudios del Tronco Inter y Multidisciplinar



La doctora Ángeles Belem Priego Sánchez recibió el nombramiento como coordinadora de estudios del Tronco Inter y Multidisciplinar.

La doctora realizó sus estudios de licenciatura y de maestría en Ciencias de la Computación en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y obtuvo el grado de doctora en Ciencias del Lenguaje por la Universidad París 13, Francia.

Actualmente es profesora-investigadora adscrita al Departamento de Sistemas de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A) y forma parte del Comité Editorial de la revista Conexión CBI. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) avalado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) y cuenta con el perfil deseable conforme al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (Prodep). Desempeñó el cargo como coordinadora divisional de Docencia de la DCBI.

Forma parte de la red temática de tecnologías del lenguaje del Conahcyt, de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial y del European Cooperation in Science and Technogy (COST), además de ser secretaria de la Asociación Mexicana para el Procesamiento del Lenguaje Natural. Sus ejes principales de investigación se enfocan en el estudio de la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano, centrándose en lingüística computacional, procesamiento del lenguaje natural e inteligencia artificial.

Gerardo Miguel Odriozola Prego, coordinador de la maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales



El doctor Gerardo Miguel Odriozola Prego recibió el nombramiento como coordinador de la maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales. El doctor es ingeniero químico por la Universidad de la República, en Uruguay, y doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Granada, en España.

En el ámbito profesional, ha laborado en el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Se incorporó a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A) en 2015, combinando actividades de investigación y docencia, donde actualmente imparte los cursos de Mecánica y Termodinámica en el tronco común de las licenciaturas de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI), además del curso de Mecánica Estadística dentro del programa de la maestría en Ciencias e Ingeniería de Materiales.

El doctor Odriozola es autor de más de 80 artículos publicados en revistas indexadas, ha realizado más de 100 arbitrajes de artículos y ha impartido numerosas conferencias en distintos congresos y seminarios. Asimismo, ha dirigido proyectos terminales de estudiantes de nuestra institución a nivel licenciatura, maestría y doctorado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) avalado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) y en 2017 fue ganador de la cátedra Marcos Moshinsky, reconocimiento otorgado a jóvenes científicos con trayectoria sobresaliente en su área de especialización, con el fin de fomentar la investigación científica en México.

Georgina Pulido Rodríguez, coordinadora divisional del Sistema de Aprendizaje Individualizado



La doctora Georgina Pulido Rodríguez recibió el nombramiento como coordinadora del Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI). La doctora estudió la licenciatura en Física y Matemáticas en el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la maestría en Ciencias de la Computación en la Universidad Autónoma Metropolita, Unidad Azcapotzalco (UAM-A) y el doctorado en Evaluación Educativa e Investigación en la Universidad Anáhuac.

Actualmente es profesora titular C de tiempo completo, adscrita al Departamento de Ciencias Básicas en la UAM-A, y forma parte de los comités de estudio de la maestría en Ciencias de la Computación y del Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI). Participó en la creación de la licenciatura en Ingeniería en Computación, la cual coordinó de 2007 a 2009. Colaboró en el diseño y consolidación del Tronco Inter y Multidisciplinar, además de los planes y programas de estudio de las diez ingenierías impartidas en nuestra institución. Desde 2010 a la fecha ha creado bancos de reactivos de evaluación del aprendizaje en matemáticas para aulas virtuales y dirigió, en 2012, el proyecto Evaluación del Aprendizaje en Línea, con fondos otorgados por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt). Asimismo, ha tenido a su cargo distintos proyectos de investigación y ha participado como ponente en diferentes congresos nacionales e internacionales.

Perla Xóchitl Sotelo Navarro, coordinadora de la licenciatura en Ingeniería Ambiental



La doctora Perla Xóchitl Sotelo Navarro recibió el nombramiento como coordinadora de la licenciatura en Ingeniería Ambiental.

La doctora realizó sus estudios de licenciatura en Ingeniería Ambiental y de maestría y doctorado en Ciencias e Ingeniería Ambiental en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A).

Se desempeña actualmente como profesora-investigadora adscrita al Departamento de Energía de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI). También ha fungido como catedrática del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) en el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), además de ejercer la labor docente en distintas escuelas de educación superior.

Asimismo, cuenta con amplia experiencia en difusión y divulgación de la ciencia. Sus líneas de investigación se enfocan en microbiología ambiental, gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos, lixiviación de residuos electrónicos, digestión anaerobia, fermentación oscura y composteo; incursionando en temas de análisis de ciclo de vida, economía circular y sostenibilidad aplicados al tratamiento de residuos orgánicos y procesos de biorrefinería. Ha recibido distintos reconocimientos por su desempeño académico a nivel licenciatura y posgrado.

Ricardo Teodoro Páez Hernández, nuevo jefe del Departamento de Ciencias Básicas



El doctor Ricardo Teodoro Páez Hernández recibió el nombramiento como jefe del Departamento de Ciencias Básicas. El doctor realizó sus estudios de licenciatura, maestría y doctorado en Física en la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Ha sido docente en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos Núm. 1 (Cecyt), en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco (ESIME) y en el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), donde labora actualmente como profesor titular C de tiempo completo adscrito al área de Física de Procesos Irreversibles.

Dentro de nuestra institución ha sido miembro del comité del posgrado en Materiales de la UAM-A, miembro titular de la Comisión Dictaminadora para el área de Ciencias Básicas, coordinador del grupo temático de Física Experimental e Instrumentación Avanzada, miembro del comité de Ingeniería Física y jefe del área de Física de Procesos Irreversibles.

El doctor Páez cuenta con distintos artículos publicados en revistas indexadas, destacando «Análisis del desempeño de un ciclo tipo Carnot vía relaciones de semisuma de diferentes expresiones de su eficiencia» (2016) y «Comparative performance analysis of a simplified Curzon-Ahlborn engine» (2018). Además ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) avalado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt).

Luciano Roberto Fernández Sola, nuevo jefe del Departamento de Materiales



El doctor Luciano Roberto Fernández Sola recibió el nombramiento como jefe del Departamento de Materiales. El doctor Fernández Sola es ingeniero civil por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional (IPN), maestro en Ingeniería y doctor en Ingeniería con especialidad en Estructuras por la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Actualmente es profesor investigador titular C adscrito al área de Estructuras, en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A), en donde ha laborado desde 2011 impartiendo cursos a nivel de licenciatura y posgrado. Ha sido representante ante el Consejo Divisional de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI), responsable fundador del Diplomado en Análisis y Diseño Estructural y coordinador de la licenciatura en Ingeniería Civil de la UAM-A.

Ha sido miembro del Comité de Estudios de la licenciatura en Ingeniería Mecánica y del posgrado en Ingeniería Estructural, así como coordinador divisional de Planeación de la DCBI. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), ha participado como autor y coautor en diversas publicaciones incluyendo artículos de divulgación, de congresos nacionales e internacionales, en revistas indexadas y reportes de investigación.

En 2017 fungió como coordinador del centro de control de las brigadas de inspección de daños por sismo en el Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C. (CICM), y de 2020 a 2024 fue coordinador del Consejo Académico del mismo CICM.

Firma de carta convenio del Programa de Educación Ambiental, Recuperación y Trazabilidad de Plásticos Posconsumo

Roberto Andrés Zepeda Martínez

El pasado 11 de abril, en la Plaza de las Culturas de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), se llevó a cabo la inauguración del Programa de Educación Ambiental, Recuperación y Trazabilidad de Plásticos Posconsumo, producto del esfuerzo conjunto entre la UAM-A, la asociación civil Ecología y Compromiso Empresarial (Ecoce) y los centros de reciclaje Recupera.

El presídium lo integraron la doctora Yadira Zavala Osorio, rectora de la Unidad Azcapotzalco; la doctora Norma Rondero López, en representación del doctor José Antonio De los Reyes Heredia, rector general de la UAM; el doctor Gabriel Soto Cortés, rector de la Unidad Lerma; el maestro Salvador Ulises Islas Barajas, secretario de la Unidad Azcapotzalco; el doctor Rafael Escarela Pérez, director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI); el doctor Jesús Manuel Ramos García, director de la División de Ciencias Sociales y Humanidades (DCSH); la maestra Areli García González, directora de la División de Ciencias y Artes para el Diseño (DCYAD); el maestro Carlos Rogelio Tapia Medina, jefe del Departamento de Energía; la doctora Sylvie Jeanne Turpin Marion, profesora-investigadora del Departamento de Energía; el licenciado Jorge Terrazas Ornelas, director general de Ecoce; el licenciado Rodrigo Nechyba Carril, director de Operaciones de Ecoce; el licenciado Jaime Torres Fidalgo, director de Comunicación de Ecoce; y el licenciado Edgar Báez Juárez, director general de los centros de reciclaje Recupera.

Como invitados de honor se contó con la presencia de la doctora Alma Patricia de León Calderón, secretaria de la Unidad Lerma; del doctor Gerardo Kloss Fernández del Castillo, en representación del maestro Octavio Mercado González, rector de la Unidad Cuajimalpa; del doctor Juan José Ambriz García, en representación de la doctora Verónica Medina Bañuelos, rectora de la Unidad Iztapalapa; de la maestra Guadalupe Figueroa Torres, en represen-



Las autoridades universitarias posan junto a unos de los nuevos contenedores para la separación de residuos.

Foto: Roberto Andrés Zepeda Martínez

tación del doctor Francisco Javier Soria López, rector de la Unidad Xochimilco; y del doctor José Luis Hernández Ávila, coordinador académico de la Unidad Azcapotzalco. Además asistieron distintos jefes de departamento, profesores investigadores de las tres divisiones que integran la Unidad Azcapotzalco y comunidad universitaria en general.

Posterior a la presentación de las autoridades fue la doctora Sylvie Turpin, profesora-investigadora del Departamento de Energía, quien tomó la palabra y compartió con el público presente algunos datos relevantes en cuanto a recuperación y reciclaje de distintos tipos de plásticos, asegurando que en México se recuperan, gracias a Ecoce, desde hace muchos años, más del 50% de los envases de polietileno tereftalato (PET) que ingresan al mercado como aguas embotelladas, refrescos, etcétera. Señaló que la meta para el 2025 es llegar a una tasa de recuperación del 70% y para el 2030 del 80%, convirtiendo a México en líder en esta materia en América Latina. Para el caso concreto de la UAM-A, desde 2005 hasta finales de 2023, se han aportado alrededor de 12 toneladas de PET para su posterior reciclaje; sin embargo –apuntó la doctora– existen otros plásticos que no corren la misma suerte, pues no son separados y se envían directamente al relleno sanitario. La UAM-A genera aproximadamente 1.5 toneladas de estos plásticos al año por múltiples razones, en primer lugar porque resulta difícil identificarlos o separarlos y, en segundo lugar, porque se requiere tener una opción de aprovechamiento tecnológicamente viable, factible y sostenible económicamente.

Los plásticos que se pretenden recuperar, de acuerdo al programa en cuestión, son dos principalmente: el polietileno de baja densidad (PEBD) y el polipropileno biorientado (BOPP). Estos empaques están hechos de polímeros provenientes del petróleo, los cuales se utilizan en bolsas para empacar distintos tipos de alimentos y los podemos identificar como metalizados y no metalizados.



Alumnos explican el uso de los nuevos contenedores.

Foto: Roberto Andrés Zepeda Martínez

En su intervención, el licenciado Jorge Terrazas Ornelas, director general de Ecoce, destacó el objetivo principal de la asociación que preside: la promoción de la educación ambiental en México. Se mostró muy complacido en celebrar este convenio con la UAM-A, ya que es ésta una institución líder en la generación de programas ambientales. Concluyó expresando que, con la experiencia y el éxito obtenidos con el manejo de envases PET, Ecoce ha extendido sus actividades a otros materiales como polietileno de baja y alta densidad, polipropileno bioorientado, aluminio, hojalata, cartón multilaminado y vidrio, haciendo de esta asociación civil un referente actual en el fomento a la recuperación y reciclaje de residuos de envases y empaques, principalmente plásticos.

Edgar Báez Suárez, director de Recupera, también celebró la firma del presente convenio precisamente en el marco del vigésimo aniversario del programa de manejo de residuos Separacción para un Mejor UAMbiente. El nuevo acuerdo permitirá el acopio y posterior reciclaje de residuos plásticos que actualmente no se separan de origen porque no tienen un valor en el mercado, a diferencia del PET. Estos empaques plásticos se estarán recuperando de manera separada en los contenedores especiales que se encontrarán por toda la Unidad Azcapotzalco para después reciclarlos y asegurar con ello la circu-



Alumnos posan junto a productos orgánicos que son intercambiados por desechos reciclables.

Foto: Roberto Andrés Zepeda Martínez

laridad de estos materiales, garantizando su trazabilidad mediante el uso de la tecnología. Recupera, que cuenta con una experiencia de más de 60 años, fungirá como operador de dicho programa y lo hará de la siguiente manera: inicialmente los residuos recuperados serán sometidos a un proceso de peletización o trituración, posteriormente, el material obtenido se empleará para la fabricación de sustratos que podrán utilizarse en la manufactura de mobiliario urbano. Como caso específico de este programa los contenedores objeto del mismo, con los que ya contamos en nuestras instalaciones, han sido fabricados con el 99% de material plástico posconsumo. Con esta iniciativa se pretende lograr un doble efecto –comentó el director de Recupera–, consistente en un impacto positivo que se logrará a través de la recuperación del plástico para introducirlo de nuevo a una economía circular, y, por otro lado, con los recursos generados se organizarán y financiarán jornadas de limpieza en cuerpos de agua.

Por su parte, la doctora Yadira Zavala Osorio, rectora de la Unidad Azcapotzalco, compartió el entusiasmo por la implementación de este programa, producto de un compromiso conjunto entre las instituciones participantes. Expresó que, en este momento en que el mundo enfrenta desafíos ambientales sin precedentes, es necesario tomar un papel activo en la protección y sanación de nuestro planeta. Destacó que en el marco de la celebración por los 50 años de existencia de nuestra Universidad y conforme al Plan De Desarrollo Sostenible ante el Cambio Climático 2022-2030, este acuerdo adquiere un significado muy especial porque representa un paso importante hacia la realización del proyecto de ser una institución líder en la promoción de la sostenibilidad y la protección del medio ambiente, a través de la promoción de la consciencia ambiental y la adopción de prácticas responsables.

Para culminar la ceremonia, la doctora Norma Rondero López, en representación del doctor José Antonio De los Reyes Heredia, rector general de la UAM, declaró inaugurado el Programa de Educación Ambiental y Recuperación de Plásticos Posconsumo, deseando y augurando el éxito del mismo. Como último acto se llevó a cabo la firma solemne de la carta convenio por parte de la doctora Yadira Zavala Osorio y el licenciado Jorge Terrazas Ornelas, entre un una ola de aplausos del público presente e imperando un ambiente de optimismo general.

Aranza María Martínez Moya, premio ANFEI 2023 a mejor egresada de Ingeniería Ambiental

- El interés por su carrera surgió desde pequeña, ya que sentía gran inquietud y preocupación por la escasez de recursos y la crisis ambiental.
- Como siguiente paso en su incipiente pero laureada carrera, ahora buscará materializar el sueño de estudiar una maestría en el extranjero.

Roberto Andrés Zepeda Martínez

El 7 de junio del presente, Aranza María Martínez Moya recibió el reconocimiento como la mejor egresada de la licenciatura en Ingeniería Ambiental del 2023, por parte de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI). La ceremonia de entrega de reconocimientos se llevó a cabo en el aula magna Joaquín Ancona Albertos, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, en la capital del estado. Aranza es egresada de la licenciatura en Ingeniería Ambiental de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI), de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A).

La hoy ingeniera nos relató cómo se enteró de esta noticia. El 1 de mayo fue contactada vía telefónica por su asesora de proyecto terminal y profesora, la doctora Mabel Vaca Mier, quien de inmediato la felicitó, pero al notar que ella no conocía aún la noticia le pidió que revisara su correo y fue así co-



Foto: proporcionada por Aranza María Martínez Moya

mo terminó por enterarse que le había sido otorgado este reconocimiento.

En entrevista para *Conexión CBI*, Aranza manifestó que haber estudiado en la UAM-A ha cambiado su vida. Ésta fue siempre su primera opción desde que optó por estudiar ingeniería ambiental, decisión que tomó después de realizar una investigación sobre las universidades que ofertaban esta licenciatura en nuestro país, de las cuales visitó las instalaciones y analizó sus planes de estudio. Admitió que al momento de leer el plan de estudios de la UAM-A supo que era la indicada para ella, incluso tuvo la oportunidad de elegir una universidad privada pues podía tener acceso a una beca por su promedio de egreso del bachillerato, pero, después de un exhaustivo análisis, tomó su decisión y era tal su convencimiento que únicamente presentó el examen de ingreso a nuestra «Casa abierta al tiempo».

Rememorando su pasado, Aranza deduce que el interés por su carrera surgió desde pequeña, ya que siempre le despertó un gran interés el medio ambiente, sobre todo sentía gran inquietud y preocupación por la escasez de recursos y la crisis ambiental. Pero fue hasta la edad de 13 años cuando escuchó por primera vez el nombre de ingeniería ambiental, ya que un familiar cercano estudiaba esta licenciatura, despertando su interés hasta el punto de, algunos años después, indagar sobre ésta y descubrir que se alineaba con muchos de sus intereses, tanto en el perfil de matemáticas como en el de ciencias ambientales.

Otro punto para destacar en su ahora laureada trayectoria es el reconocimiento y agradecimiento que manifestó con respecto a su núcleo familiar, ya que nunca le impusieron barrera alguna para estu-



Aranza recibió su reconocimiento en una ceremonia llevada a cabo en Mérida, Yucatán.

Foto: proporcionada por Aranza María Martínez Moya



Durante su visita para esta entrevista, Aranza recorrió las instalaciónes de la UAM.

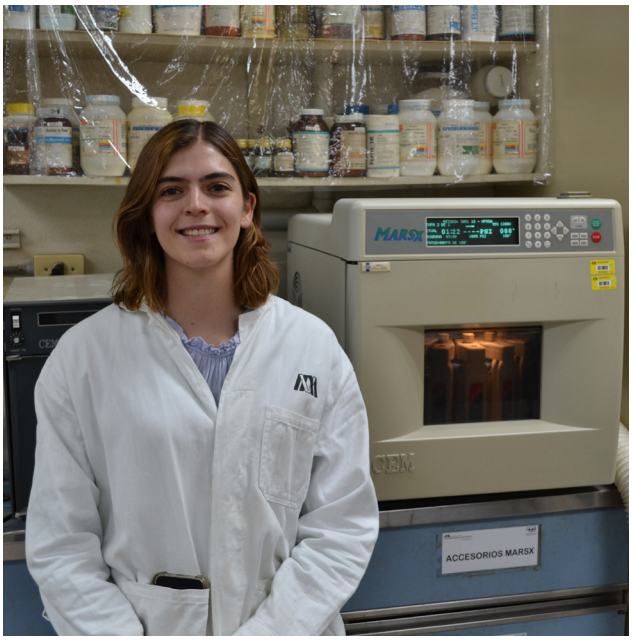
Foto: Juan Manuel Galindo Medina

diar lo que ella eligiese y por eso, a pesar del contexto social en México, para ella ser mujer no ha sido un impedimento para desarrollarse plenamente en su ámbito, aunque es evidente que en algunos sectores las ingenierías aún se consideran preponderantemente para hombres. «Me siento afortunada y con cierta ventaja de haber recibido esa educación de mi familia, porque ello me hace sentir segura de mí misma», –confesó Aranza–. Además de sentirse orgullosa de haber obtenido esta distinción que, bien se puede concluir, es el reconocimiento a una mujer en el campo de las ciencias.

Como siguiente paso en su incipiente carrera nos compartió su deseo de materializar el sueño de estudiar una maestría en el extranjero. Este sueño surgió desde su paso por la licenciatura, intentando postularse para convocatorias de intercambio, pero, debido a la emergencia sanitaria del SARS-CoV-2, no lo pudo concretar. Sin embargo, ahora piensa que están dadas las condiciones, ya que, gracias a su promedio y aprovechando la ventana que este reconocimiento pueda brindarle, quiere postularse para realizar un posgrado en el extranjero sobre suelos, que es su línea de investigación.

Agradecemos a Aranza María Martínez Moya la entrevista concedida para *Conexión CBI*, le felicitamos copiosamente y esperamos que este reconocimiento cause eco entre los estudiantes de la DCBI y de la comunidad universitaria en general, sobre todo en las mujeres que la conforman. Por último, nuestra destacada egresada manifestó su profundo agradecimiento a la UAM-A, su casa de estudios, por todas las oportunidades brindadas, a sus padres Lucía Moya y Eduardo Martínez, a la profesora Mabel Vaca Mier y a su amiga Diana Tapia Mercado, egresada también de la misma licenciatura.





Aranza recorrió los laboratorios donde realizó una parte importante de su proyecto terminal de licenciatura.

Fotos: Juan Manuel Galindo Medina

Develación de fotografías de directoras y directores de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería

- Este homenaje se realizó con motivo del 50 aniversario de la fundación de la UAM.
- La doctora Ana Marisela Maubert Franco y el doctor Óscar Manuel González Cuevas, ambos exdirectores de la DCBI y fundadores de la UAM, compartieron anécdotas de los primeros años de la UAM.

Roberto Andrés Zepeda Martínez

El pasado 26 de agosto se llevó a cabo la develación de fotografías de las y los directores que han estado al frente de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A) en sus 50 años de historia. Esta ceremonia tuvo lugar en la sala del Consejo Divisional de la DCBI, ubicada en el edificio HO, tercer piso.

El presídium lo integraron las siguientes autoridades: el doctor José Antonio De los Reyes Heredia, rector general de la UAM; la doctora Yadira Zavala Osorio, rectora de la UAM-A; el maestro Salvador Ulises Islas Barajas, secretario de la Unidad Azcapotzalco; el doctor José Luis Hernández Ávila, coordinador académico de la Unidad Azcapotzalco; el doctor Rafael Escarela Pérez, director de la DCBI; el doctor Jesús Manuel Ramos García, director de la División de Ciencias Sociales y Humanidades (DCSH); la maestra Areli García González, directora de la División de Ciencias y Artes para el Diseño (DCYAD), y la doctora Maricela Claudia Bravo Contreras, secretaria académica de la DCBI.

Se contó igualmente con la presencia de los cinco jefes de los departamentos que integran la DCBI: los doctores Ricardo Teodoro Páez Hernández, jefe del Departamento de Ciencias Básicas; Ernesto Rodrigo Vázquez Cerón, jefe del Departamento de Electrónica; Luciano Roberto Fernández Sola, encargado del Departamento de Materiales; Leonardo Daniel Sánchez Martínez, jefe del Departamento de Sistemas, y el maestro Carlos Rogelio Tapia Medina, jefe del Departamento de Energía.

El evento comenzó con la presentación de los invitados de honor, las y los exdirectores de la DCBI, para quienes se realizó este homenaje: el doctor Óscar Manuel González Cuevas, la doctora Ana Marisela Maubert Franco, el doctor Mario Alberto Romero Romo, el maestro Eduardo Campero Littlewood, el doctor Luis Enrique Noreña Franco, la doctora María de Lourdes Delgado Núñez y la doctora Teresa Merchand Hernández, todos ellos presentes; además de los doctores Eduardo Luis de la Garza Vizcaya y Emilio Sordo Zabay, quienes no pudieron asistir a la ceremonia. Los doctores Enrique Tamez González y José Miguel González Santaló, así como los maestros Sergio Figueroa Balderas, Manuel Me-



La doctora Yadira Zavala Osorio, rectora de la UAM-A, y el doctor Rafael Escarela Pérez, director de la DCBI, durante sus discursos.

Fotos: Roberto Andrés Zepeda Martínez

da Vidal y José Ángel Rocha Martínez, lamentablemente han fallecido en años recientes.

Fue el actual director de la DCBI, el doctor Escarela Pérez, quien dio inicio al acto dirigiendo un emotivo discurso frente a las autoridades y al público presente, entre quienes se encontraban las personas titulares de las coordinaciones de licenciatura y posgrado, así como profesores, alumnos y personal administrativo de la División. Manifestó el honor que sentía por presidir esta develación para rendir homenaje a quienes han dedicado su vida y esfuerzo para forjar el camino de la educación superior: «Celebramos juntos no sólo el legado de nuestros exdirectores, sino también los 50 años de existencia de esta gran institución que ha sido un baluarte en la formación de profesionistas comprometidos con la transformación de nuestra sociedad y de nuestro país» —señaló—. Destacó igualmente la propuesta de creación de nuevas licenciaturas, como la licenciatura en Inteligencia Artificial, concebida desde un inicio con un enfoque interdivisional, como respuesta a las demandas emergentes y a las tendencias globales, con el fin de mantener la vanguardia en el conocimiento y preparar a los estudiantes para las oportunidades y desafíos del futuro.

En lo concerniente a la preservación y difusión de la cultura, una de las tres actividades sustantivas de nuestra Universidad, anunció el lanzamiento del segundo número de la revista de divulgación científica *Ázcatl,* que refleja el compromiso con la cultura, un medio más para transmitir conocimiento. Finalmente, cerró su discurso asegurando que la División, bajo su dirección, busca en todo momento «promover actividades centradas en la cultura de paz, la equidad y la inclusión».

En la siguiente intervención, la doctora Ana Marisela Maubert Franco, quien fungió como directora de la DCBI durante el periodo de 1993 a 1997, agradeció al doctor Escarela Pérez la celebración de este homenaje. La doctora es parte de los fundadores de la UAM y ha presenciado la transformación que ha tenido esta institución, por lo que compartió con el público presente distintas anécdotas, en especial aquélla en que relató su remembranza de la inauguración de los primeros cursos, en un lejano 11 de noviembre de 1974. Destacó que durante su gestión se creó el segundo posgrado que tendría la División, en Ciencias e Ingeniería en dos vertientes: Materiales y Ambiental. Por último, hizo un llamado a las autoridades actuales para tener presente que, durante muchos años, la DCBI de la UAM-A fue una división modelo, pionera en desarrollar un tronco general de asignaturas sobre ciencias básicas.

En su mensaje, el doctor Óscar Manuel González Cuevas, quien estuvo al frente de la DCBI durante el periodo de 1979 a 1981, hizo énfasis en el 50 aniversario de la fundación de la UAM y de la Unidad Azcapotzalco en concreto, haciendo memoria de muchas anécdotas alrededor de este acontecimiento, como el conjunto de desafíos que tuvo que afrontar nuestra «Casa abierta al tiempo» desde su concep-



Autoridades académicas, exdirectoras y exdirectores posan bajo las fotografías recién develadas.

Foto: Roberto Andrés Zepeda Martínez

ción. Relató que en aquella época pocos profesores contaban con algún posgrado en la rama de las ingenierías y de existir algún candidato para invitarlo a colaborar en la Unidad Azcapotzalco, era aún más difícil convencerlos de formar parte de una institución que recién se había formado. La UAM surgió como una solución al aumento de la demanda de educación superior en el país. Desde un principio, esta Universidad se concibió distinta a las dos grandes instituciones de educación superior pública, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN), gracias al novedoso sistema de unidades ubicadas en distintos puntos de la periferia de la Ciudad de México. Se planeó como una universidad muy flexible, con un sistema trimestral y un diseño académico novedoso. El doctor González Cuevas rememoró al primer director de la DCBI, el doctor Enrique Tamez González, una autoridad en el campo de mecánica de suelos en México, siendo él quien aseguró que la construcción del Sistema de Transporte Colectivo Metro en la capital era posible realizando los estudios adecuados y se encargó de la supervisión de la magna obra. Como director de la División impuso un estándar muy alto, «se puede decir que con él se creó y consolidó la División de Ciencias Básicas e Ingeniería», mencionó el doctor. Para llevar a cabo todo ese trabajo contó, en ese entonces, con quienes fueron los primeros jefes de los distintos departamentos, profesores que merecen ser recordados: el doctor Francisco Medina Nicolau, el doctor José Miguel González Santaló, el doctor Isaac Schnadower Barán, el doctor Roberto Meli Piralla y el maestro Carlos Velasco Picazo.

En cuanto al trabajo de la División es importante reconocer que hay problemas y carencias, por lo cual deben tomarse medidas para una mejora constante, así, el doctor González mencionó dos problemas concretos: el de la deserción tan alta y la atención a la creciente demanda de educación. «La Universidad tiene que responder a los nuevos retos de la sociedad en un mundo complejo donde todo cambia tan rápidamente, ésta no puede permanecer como se creó si todo se está transformando en el mundo, están cambiando los problemas sociales y los avances tecnológicos, por ello tenemos que ir-



La doctora Ana Marisela Maubert Franco y el doctor Óscar Manuel Gonzalez Cuevas, exdirectores de la DCBI, compartieron emotivos discursos.

Fotos: José Eduardo García Rodríguez

nos adaptando», apuntó. Por último, felicitó a los organizadores del evento, ya que este tipo de iniciativas consolidan la fraternidad entre los miembros de la Universidad y es una manera concreta de reafirmar la identidad institucional, para que continúe por un camino ascendente y conserve el prestigio con que fue concebida.

La doctora Yadira Zavala Osorio, rectora de la Unidad Azcapotzalco, compartió que, a título personal, era un día muy especial no sólo para la DCBI de la UAM-A, sino para ella también como miembro de la misma. «En esta ceremonia tan significativa celebramos y rendimos homenaje a quienes han sido pilares esenciales en la creación y desarrollo de la DCBI de nuestra querida UAM-A», expresó la doctora. A lo largo de estos 50 años de historia, la DCBI se ha destacado por su compromiso con la excelencia académica, la innovación en la investigación y la difusión de la cultura, pero todos estos logros no hubieran sido posibles sin la pasión y dedicación de las 15 direcciones que han liderado esta División desde su fundación, en 1974. «Al develar las fotografías de quienes han estado al frente de nuestra División no sólo honramos sus trayectorias, sino que también reconocemos el impacto permanente de sus gestiones en nuestra comunidad universitaria».

«Cada director y directora han dejado una huella imborrable, han impulsado proyectos que han fortalecido nuestras funciones sustantivas de docencia, investigación y vinculación, pero sobre todo han impactado en los egresados y en la sociedad», manifestó la rectora de la Unidad Azcapotzalco. «Todos se han enfrentado a desafíos de acuerdo a su época y han tratado de adaptarse a los cambios en la ciencia, la tecnología y la sociedad en su conjunto; pero sobre todo, siempre han mantenido en alto los valores que distinguen a nuestra Universidad: la autonomía, el compromiso social, la búsqueda constante del conocimiento y la transmisión del mismo. Este evento no es un acto simbólico, sino un recordatorio tangible de que nuestra División se erige sobre los hombros de personas gigantes y telentosas, de mujeres y hombres que con su visión y su trabajo incansable han cimentado los logros que hoy celebramos y que nos corresponde mantener y perseverar. Su legado ha sido, es y será inspiración para las futuras generaciones de académicos, investigadores y para el alumnado en general», concluyó.

Finalmente, el doctor José Antonio De los Reyes Heredia se dirigió a los presentes expresando que «a lo largo de este 2024, año del quincuagésimo aniversario de la UAM, se ha rememorado el devenir histórico de esta institución, el cual no puede entenderse sin el papel determinante de las personas que durante medio siglo han contribuido a forjarla y desarrollarla». Esta memoria —destacó el rector general— crea una identidad colectiva entre los integrantes de la comunidad universitaria, lo que preserva nuestra historia y nos otorga sentido de pertenencia, propiciando además la vinculación con generaciones

pasadas, las actuales y aquéllas que están por venir. Resulta innegable el liderazgo que han ejercido quienes han estado al frente de esta División y recordó que en la primera convocatoria de ingreso a estudios de licenciatura de la UAM, el 3 de agosto de 1974, con una oferta académica de 32 programas, la DCBI de la UAM-A participó con siete. «Actualmente esta comunidad se conforma por cerca de 6 000 alumnos, 420 profesores y 160 trabajadores administrativos. Esta División ofrece 10 programas de licenciatura, siete de maestría y cinco de doctorado, dejando patente su contribución al desarrollo institucional de la UAM, por lo anterior es un honor atestiguar la apertura de esta memoria fotográfica, ¡enhorabuena y muchas felicidades!», concluyó el rector general.

Por último, tuvo lugar la develación de las fotografías de las y los directores de la DCBI de la UAM-A, desde 1974 a la actualidad. El acto solemne estuvo a cargo del doctor José Antonio De los Reyes, la doctora Yadira Zavala y el doctor Rafael Escarela, donde cada uno corrió el velo que cubría las fotografías en medio de una ola de aplausos. La ceremonia llegó a su fin, no sin antes ofrecer un brindis en honor a los homenajeados presentes. A continuación, se presenta la galería de fotografías que fueron develadas.

Directoras y directores de la DCBI (1974- 2024)



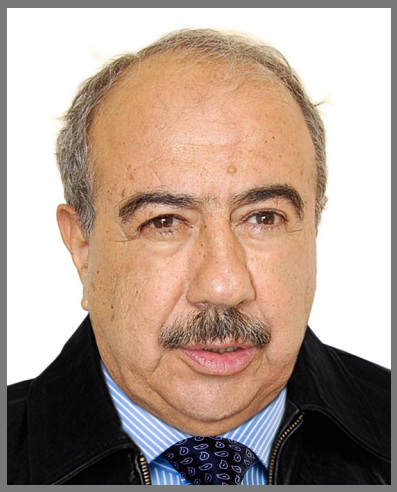
Enrique Tamez González
1974 - 1975



José Miguel González Santaló
1975 - 1979



Óscar Manuel González Cuevas
1979 - 1981



Sergio Figueroa Balderas
1981 - 1985



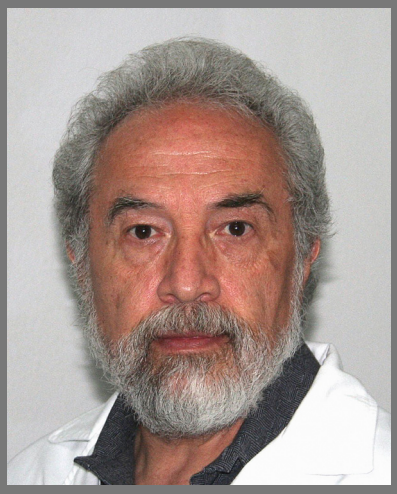
Manuel Meda Vidal
1985 - 1989



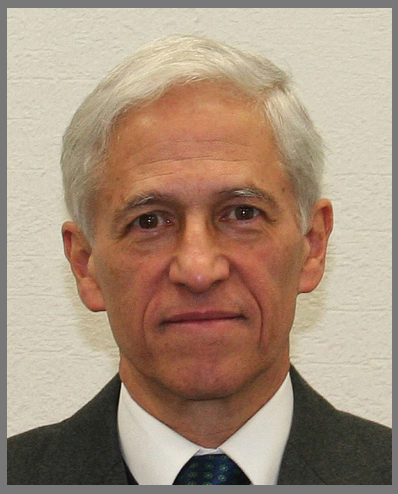
Eduardo de la Garza Vizcaya
1989 - 1993



Ana Marisela Maubert Franco
1993 - 1997



Mario Alberto Romero Romo
1997 - 2000



Eduardo Campero Littlewood
2000 - 2004



José Ángel Rocha Martínez
2004 - 2008



Emilio Sordo Zabay
2008 - 2012



Luis Enrique Noreña Franco
2012 - 2016



Ma. de Lourdes Delgado Núñez
2016 - 2019



Teresa Merchand Hernández
2020 - 2024

Semana de la Ingeniería Industrial 2024

Miguel Ángel López Ontiveros

El ingeniero industrial contribuye al desarrollo de la industria en múltiples áreas, como son control de calidad, seguridad, organización industrial, ergonomía, logística o gestión industrial, entre otras. De acuerdo al Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) la Ingeniería Industrial es la sexta licenciatura con el mayor número de profesionistas, actualmente cuenta con 522 768, posicionándose en sectores como la industria manufacturera, el comercio, los servicios profesionales, financieros y corporativos.

Durante la Semana de la Ingeniería Industrial 2024, celebrada en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), los días 12, 13 y 14 de agosto, la comunidad de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) asistió a una serie de conferencias impartidas por destacados ponentes, todos ellos egresados de la licenciatura en Ingeniería Industrial de la UAM-A.

En la conferencia impartida por Christian Gutiérrez Cervantes, quien cuenta con más de 10 años de experiencia en logística, expuso las nuevas tecnologías que se están aplicando en este sector, la aplicación del *big data* y el análisis de datos para la toma de decisiones, demostró cómo los análisis de datos permiten mejorar y optimizar la logística para la entrega de productos al cliente final, remarcando la importancia de la inteligencia artificial e invitando al público presente al uso responsable y ético de la misma.



José Vicente Sánchez Aguirre impartió la conferencia «Quo Vadis ¿A dónde vas?».

Foto: proporcionada por Miguel Ángel López Ontiveros



Carlos Armando Flores Germán compartió una plática sobre gestión de calidad.

Foto: proporcionada por Miguel Ángel López Ontiveros

José Vicente Sánchez Aguirre, en la confererencia «Qou vadis», habló de la importancia de la claridad de objetivos y de las habilidades blandas, como la comunicación, el trabajo en equipo y la expresión, tanto oral como escrita, para poder desenvolverse y superarse en el entorno laboral. También hizo énfasis en la importancia de contar con objetivos claros y cómo éstos contribuyen al desarrollo profesional.

Miguel Martínez Leyto habló sobre la industria automotriz, la importancia que ésta tiene en la economía nacional debido a las exportaciones y el crecimiento que tendrá con el *nearshoring*. Con base en su experiencia explicó uno de los procesos más complejos en la fabricación de automóviles, el de aplicación de pintura a la carrocería. Describió las distintas capas y la secuencia para la aplicación de la pintura: pretratamiento con agua, aplicación de un electro capa, aplicación de *primer*, aplicación de capa base y, finalmente, aplicación de la capa trasparente; sobre todo resaltó la importancia de los proyectos para optimizar y reducir costos.

Miguel Vega Vega, quien impartió la conferencia «La importancia del proceso S&OP», explicó la importancia de la alineación entre la demanda y el suministro, definiéndola como el proceso de negocio a nivel táctico cuyo principal objetivo es encontrar un balance entre la demanda del mercado y el suministro disponible, a través de la integración de las áreas claves de organización. Los objetivos más importantes son alinear la demanda, generar proactividad, integrar los planes operativos e integrar la mezcla de los productos con los volúmenes totales.



Norma Odette Pazos Gil impartió el taller «Storytelling para seguridad industrial».

Foto: Roberto Andrés Zepeda Martínez



El evento tuvo gran afluencia y participación por parte de los alumnos de la licenciatura en Ingeniería Industrial.

Foto: Roberto Andrés Zepeda Martínez

Los beneficios que se obtienen con este proceso, a su vez, son mayor transparencia entre departamentos, toma de decisiones informada sobre la oferta y la demanda, mejor gestión de inventario, precisión en la previsión de ventas y presupuesto, comprensión del ciclo de vida del producto y su gestión y procesos simplificados que mejoran la experiencia del cliente.

Norma Odette Pazos Gil abordó el tema de responsabilidad social y empresarial, definiendo la primera como el compromiso consciente y congruente de cumplir integralmente con la finalidad de la empresa, tanto en el ámbito interno como en el externo, considerando las expectativas económicas, sociales y ambientales de todos sus participantes, demostrando respeto por la gente, valores éticos y preocupación por la comunidad y el medio ambiente, contribuyendo así a la construcción del bien común. Aunado a esto mencionó la importancia del desarrollo sostenible en un contexto empresarial, que implica el desarrollo social, económico y la protección ambiental, exponiendo los avances y las dificultades que hacen que en México las empresas adopten estos principios, sin embargo, enfatizó que a pesar de las dificultades la industria mexicana avanza positivamente en sus responsabilidades sociales.

Finalmente, Carlos Armando Flores Germán habló sobre la gestión de calidad, la cual comprende el control de calidad, aseguramiento de la calidad y los objetivos de la organización. También expuso el papel que juegan los ingenieros industriales en los sistemas de gestión de calidad, destacando que, dentro de estos sistemas, ellos integran los equipos de trabajo, se enfocan en los procesos y los miden, utilizando herramientas como el PDCA, 5S, 4 Ms, etcétera, además desarrollan estrategias y se conducen según principios éticos.

Estas conferencias fueron dirigidas principalmente a los alumnos de la licenciatura en Ingeniería Industrial, con el objetivo de mostrarles un panorama del entorno laboral, reforzar en ellos su vocación, mostrar algunos de los campos de acción de esta licenciatura y, al ser todos los conferencistas egresados de la UAM-A, reafirmar en aquéllos un sentido de orgullo y pertenencia a esta «Casa abierta al tiempo».

Semana de la Ingeniería Química 2024

Miguel Ángel Hernández Galván

La Semana de Ingeniería Química, de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), se llevó a cabo del 27 al 29 de agosto y presentó una variedad de actividades dirigidas a estudiantes, egresados y profesionales de la ingeniería química. El programa incluyó talleres sobre el uso de *software* especializado, como *Mathematica* y *Matlab*, para la resolución de problemas de ingeniería química y de inserción laboral; conferencias enfocadas en temas de actualidad como «Sembrando líderes», «La ciencia y su divulgación», «El uso de nuevos refrigerantes», «La industria farmacéutica», «Plataformas poliméricas para combatir la resistencia antimicrobiana», «El uso de medidores ultrasónicos para gas natural» y «Economía y administración para ingenieros químicos»; presentaciones de tesis de alumnos de licenciatura y posgrado en la conferencia «Mi tesis en 5 minutos»; exposición de carteles del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP); y el foro de egresados de Ingeniería Química de la UAM-A, para compartir experiencias y perspectivas sobre el campo.

Este último se llevó a cabo el 29 de agosto bajo el rubro Desafíos y Oportunidades en la Ingeniería Química, Perspectivas de Nuestros Egresados. En este foro participaron:

Anabel Figueroa, maestra en Ciencias con especialización en Ingeniería de Procesos, actualmente cursa el doctorado en el mismo campo. Su experiencia profesional incluye roles como químico analista en la empresa Bruluart, S. A. Además ha sido galardonada con el primer lugar en el Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana del Hidrógeno y ha



Egresados de la licenciatura en Ingeniería Química compartieron sus experiencias del mundo laboral.

Foto: proporcionada por Miguel Ángel Hernández Galván

contribuido a la literatura científica con publicaciones en revistas internacionales. Su carrera ha estado dedicada tanto a la docencia como a la investigación.

Rocío Rodríguez, quien tiene más de 10 años de experiencia en el sector energético, cuenta con una especialización en investigación sobre el petróleo crudo pesado. Ha trabajado en ICA Fluor como ingeniera de procesos y seguridad industrial en proyectos de reconfiguración de refinerías, actualmente es gerente de análisis operativo en el Centro Nacional de Control de Gas Natural. Cuenta con distintos cursos en materia energética y ha aportado significativamente en el área de transportación de gas natural en México.

Daniel Menéndez García, maestro en Ciencias e Ingeniería de Materiales, con un enfoque en la conservación del patrimonio cultural. Ha trabajado en la Universidad Autónoma de Campeche (UACAM) y la Universidad de Cádiz, en la investigación de nuevos materiales. Actualmente labora en el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) como asesor técnico-científico en proyectos de conservación y es responsable de sintetizar productos para restauración a través de la tecnología Sol-gel. También imparte clases y ha publicado artículos científicos sobre conservación de materiales.

Hugo Fernando García Villasana, ingeniero químico con una maestría en Administración enfocada en estrategia empresarial, cuenta con más de 20 años de experiencia como gerente en empresas del sector químico. Ha trabajado en áreas como pinturas, plásticos, adhesivos y tratamiento de aguas, además ha sido emprendedor y ha negociado acuerdos comerciales internacionales. Su formación incluye diplomados en plásticos y creación de empresas, complementados con su experiencia como instructor de artes marciales.

Rubén Salinas, quien es especialista en control y automatización con más de 20 años de experiencia en el sector energético. Ha trabajado como asesor en medición ultrasónica y gas natural. Actualmente es director general de Sigma Sensor, S. A. de C. V., una empresa dedicada a equipos de medición y control de sistemas de gas natural y es miembro de la Asociación Mexicana de Gas Natural.

En este foro, que estuvo moderado por el coordinador de la licenciatura en Ingeniería Química de la UAM-A, el doctor Miguel Ángel Hernández Galván, se discutieron diversos aspectos relevantes para la formación y desarrollo profesional de los ingenieros químicos, centrándose en la importancia de la vinculación entre la universidad y la industria, la necesidad de competencias no técnicas, el valor del *networking* y la diversificación de campos laborales.

La vinculación universidad-industria y sus beneficios para los recién graduados

Uno de los temas centrales del foro fue la necesidad de fortalecer los vínculos entre la universidad y la industria para mejorar la empleabilidad y preparación de los ingenieros químicos recién egresados. Se destacó que aunque existen programas de prácticas profesionales y servicio social, éstos deben ampliarse para incluir redes de exalumnos y grupos interdisciplinarios. Esta vinculación permite a los estudiantes adquirir no sólo experiencia técnica, sino también habilidades blandas y competencias comerciales que son cruciales en el mercado laboral actual.

Los egresados enfrentan una transición complicada al mundo laboral, donde se espera que posean conocimientos más allá de lo técnico. Los panelistas señalaron que muchos egresados carecen de habilidades como la negociación, la gestión de proyectos y el análisis financiero, lo que los pone en desventaja frente a profesionales de otras instituciones, tanto nacionales como extranjeras. Por tanto, el fortale-



El doctor Miguel Ángel Hernández Galván, coordinador de la licenciatura en Ingeniería Química.

Foto: proporcionada por Miguel Ángel Hernández Galván

cimiento de la relación universidad-industria no sólo mejoraría las oportunidades laborales, sino que también prepararía a los estudiantes para enfrentar los retos del mercado global.

La necesidad de competencias no técnicas en el mercado global

Una de las principales observaciones del foro fue la falta de competencias no técnicas entre los recién egresados, como el dominio del inglés y habilidades de redacción. Se señaló que, en el mundo actual, un ingeniero que no domine el inglés tiene grandes desventajas, ya que compite no sólo con profesionales locales, sino con ingenieros de países como China, India y Europa. Estas competencias son esenciales para acceder a puestos de alto nivel en empresas internacionales y deben ser una prioridad desde el inicio de la formación universitaria.

Se mencionó también que la falta de competencias comerciales y administrativas limita las oportunidades de los ingenieros químicos, quienes muchas veces no están preparados para roles de liderazgo o gestión. Este tipo de habilidades se vuelven esenciales en un mercado globalizado, donde los ingenieros no sólo deben resolver problemas técnicos, sino también tomar decisiones estratégicas y financieras. La enseñanza de estas habilidades en las universidades, junto con una mayor vinculación con la industria, podría mejorar la competitividad de los egresados mexicanos en el mercado laboral global.

La diversificación de campos laborales: de la industria a la conservación del patrimonio

Un aspecto enriquecedor de las discusiones fue la diversidad de campos en los que los ingenieros químicos pueden desarrollarse profesionalmente. Un ejemplo destacado fue el trabajo de Daniel Menéndez en el INAH, donde aplica sus conocimientos en ciencia de materiales a la conservación del patrimonio cultural. Esto muestra cómo los ingenieros químicos pueden contribuir en áreas interdisciplinarias, colaborando con profesionales en campos como la biología, la historia del arte y la arqueología.

Este caso ilustra cómo la formación en ingeniería química ofrece una base sólida que puede ser aplicada en una amplia variedad de sectores, desde la industria alimentaria y farmacéutica, hasta la conservación del patrimonio cultural. La adaptabilidad de los ingenieros químicos les permite encontrar oportunidades en nichos especializados, lo que subraya la importancia de mantenerse actualizados y abiertos a nuevas oportunidades laborales. Esta capacidad para adaptarse y diversificarse es una de las principales fortalezas de la carrera de Ingeniería Química y debe ser fomentada desde la formación universitaria.



Uamito, mascota de la UAM-A, posa junto a los integrantes del comité de estudios, partipantes del foro de egresados y el jefe del Departamento de Ciencias Básicas.

Foto: proporcionada por Miguel Ángel Hernández Galván

La importancia del *networking* y las relaciones personales

Otro tema clave del foro fue el valor del *networking* en el desarrollo profesional, destacando cómo la construcción de relaciones personales y profesionales puede facilitar el acceso a nuevas oportunidades laborales, proyectos de investigación y colaboración interdisciplinaria. El *networking* entre exalumnos y colegas no sólo enriquece el intercambio de conocimientos, sino que también abre puertas a nuevos campos de especialización y crecimiento profesional.

La creación de la sociedad de exalumnos de ingeniería química de la UAM fue vista como una herramienta importante para fortalecer las conexiones entre los egresados y fomentar el apoyo mutuo en sus respectivas carreras. Este tipo de redes puede ser especialmente valioso en un campo tan diverso como la ingeniería química, donde los profesionales pueden necesitar asistencia en áreas específicas o acceso a conocimientos especializados que sólo otros colegas pueden proporcionar. Fortalecer estos vínculos dentro de la universidad y entre exalumnos es crucial para seguir desarrollando una comunidad de ingenieros químicos competitiva y dinámica.

El foro de egresados de Ingeniería Química, Desafíos y Oportunidades en la Ingeniería Química, Perspectivas de Nuestros Egresados, concluyó destacando la importancia de una educación que integre tanto las competencias técnicas como las habilidades blandas y que fomente la colaboración entre la universidad y la industria. La diversificación de oportunidades laborales y el valor del *networking* también son aspectos clave para el éxito de los ingenieros químicos en el mercado global actual. A través de una formación más integral que incluya competencias comerciales, dominio del inglés y oportunidades de *networking*, los egresados podrán aprovechar mejor las oportunidades que ofrece el campo de la ingeniería química en sus múltiples facetas, desde la industria tradicional hasta sectores interdisciplinarios como la conservación del patrimonio cultural.

Breve reseña en honor de Guillermo Castillo Tapia

José Ignacio Vega Luna
Francisco Javier Sánchez Rangel
Gerardo Salgado Guzmán
José Francisco Cosme Aceves

El papel del docente es ser un guía y una persona que acompaña a los estudiantes en la adquisición de conocimiento y habilidades, tanto de manera colaborativa como de forma individual. El docente también tiene una repercusión importante en la sociedad ya que no sólo transmite conocimiento, sino que también brinda a los estudiantes una mejor visión del futuro profesional que pueden alcanzar. Pero todo ciclo tiene un principio y un fin, tal es el caso del profesor Guillermo Castillo Tapia, cuya jubilación pone fin a una carrera docente loable y productiva en el Departamento de Electrónica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A). Por este motivo queremos dedicarle esta reseña, para reconocerle su valiosa participación a lo largo de53 años de servicio, 38 de ellos en nuestra institución.

El profesor Castillo estudió la licenciatura en Ingeniería Mecánica Electricista en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), generación 1967-1971, obtuvo su titulación con la tesis de rubro *Fuente regulada y variable de corriente y voltaje C.D.*

En cuanto a su experiencia laboral, el profesor trabajó en el área de instrumentación electrónica analógica en la empresa Radson Magnavox, entre 1970 y 1971; en el área de instrumentación electrónica digital, en el CIMASS de la UNAM, de 1972 a 1973, donde tuvo a su cargo una computadora PDP-8 para aplicar la programación en lenguaje ensamblador en cinta de papel perforado de 5 bits, así como la implementación de paquetes en equipo periférico, mantenimiento, reparación y diseño de cursos de operación. Durante este periodo diseñó programas con tarjetas perforadas en una computadora Borrughs 6800.



Profesor Guillermo Castillo Tapia.

Foto: proporcionada por los autores

Su carrera docente inició como profesor de Física y Matemáticas en el Colegio de Bachilleres, de 1974 a 1980; posteriormente laboró como profesor de tiempo completo de Física y Matemáticas en el Tecnológico de Monterrey campus Estado de México, de 1980 a 1981; más tarde desempeñó el cargo como jefe del Departamento de Sistemas de Cómputo en la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), de 1981 a 1984, donde tuvo a su cargo la sala de microcomputadoras Apple II-6502, RadioShack I-6502, RadioShack II-Z80 y el sistema de desarrollo Motorola 6800. Impartió asignaturas teóricas y prácticas de microprocesadores con equipo periférico serie-paralelo con circuitos integrados y asesoró distintas tesis de licenciatura.

A la UAM-A ingresó el 28 de mayo de 1984, como profesor asociado B de tiempo completo adscrito al Departamento de Electrónica de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI). Fue uno de los precursores en el uso de la programación con el lenguaje de descripción de circuitos integrados de muy alta velocidad (VHDL-Very High Speed Integrated Circuits) de Altera y Xilinx, así como la aplicación de lenguaje C con diversos microcontroladores de tarjetas de desarrollo para interactuar con sensores y actuadores enfocadas a la robótica; continuó con su labor docente enseñando los campos teóricos y prácticos de microprocesadores, microcontroladores y circuitos integrados; dirigió igualmente múltiples tesis de licenciatura. Recibió una beca para realizar sus estudios de posgrado, así como la beca al reconocimiento de la carrera docente y obtuvo el reconocimiento del Programa de Mejoramiento del Profesorado (Promep) en mayo 2009.

Dentro de nuestra Universidad el profesor Castillo Tapia participó, de 2008 a 2009, como miembro suplente ante el Consejo Divisional de la DCBI; fue miembro del comité de estudios de la licenciatura en Ingeniería en Electrónica, en 2007; coordinador del grupo temático de Control, de 2005 a 2007; miembro del grupo temático de Organización de Máquinas Digitales, en 2007; y coordinador del grupo temático de Diseño Lógico II, en 2009. Durante su carrera docente dentro de nuestra institución impartió distintas asignaturas, tanto a nivel licenciatura como a nivel posgrado, además de impartir numerosos cursos y talleres, dejando también como legado numerosas publicaciones realizadas durante su trayectoria en la UAM.



El profesor Castillo Tapia es coautor del libro *Instructivo para el uso de la tablilla de desarrollo DE2.*

Después de 53 años de trabajo activo, de 1970 a 2023, pasando por el bulbo hasta la alta integración de circuitos electrónicos, el profesor Castillo pretende aún estudiar un posgrado en Ingeniería Electromagnética o alguno en Física Cuántica. Él mismo expresa que una vida humana no alcanza para tanto, así que busca siempre aprovechar el tiempo al máximo para gozar la herencia de nuestros ancestros en avances tecnológicos, ya que la ciencia aún no logra comprender las medidas de los multiversos.

Sólo resta agradecer al querido profesor Castillo Tapia por todos los años de entrega y trabajo dentro de la UAM, deseándole que esta nueva etapa que inicia venga con nuevos retos que le sigan brindando el entusiasmo y la entrega que le carcterizaron durante toda su trayectoria. ¡Enhorabuena!

Conociendo la Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Residuales de la UAM-A

Roberto Andrés Zepeda Martínez

Dentro de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), en el edificio M, contamos con una Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Residuales (PPTAR) donde se tratan aguas negras provenientes de las descargas de los sanitarios, laboratorios, cafetería y biblioteca, y aguas grises provenientes de los lavamanos, mejor conocidas como aguas residuales. La norma oficial mexicana NOM-003-ECOL (1997) las define como «las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios y domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso».

Desde la concepción de este proyecto se contemplaron tres directrices para su operación: servicio, docencia e investigación. Como servicio se cuenta con el tratamiento de aguas residuales y la producción y suministro de agua desionizada a la comunidad universitaria, para su uso en los laboratorios de la Unidad. En cuanto a la docencia, dentro de la misma se imparten algunas prácticas de la unidad de enseñanza aprendizaje (UEA) Taller de Procesos de Tratamiento de Agua, además la planta se encuentra registrada como proyecto de servicio social; así, desde 2006 a la fecha han colaborado en ésta alrededor de 289 alumnos. Por último, en cuanto a la investigación, se realizan proyectos terminales a nivel licenciatura y posgrado dentro de la PPTAR.



Vista general de la Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Residuales.

Foto: Selene Morales Gallardo



El equipo colaborador de la Planta Piloto de Tratamiento de Aguas Residuales se conforma tanto por profesores-investigadores como por alumnos prestadores de servicio social.

Foto: Roberto Andrés Zepeda Martínez

Esta planta opera desde 2006 produciendo, trimestre a trimestre, alrededor de 15 000 litros de agua tratada por día, e incorporando además, desde el 2010, la producción de agua desionizada para su uso en los laboratorios de nuestra Unidad, estimada en más de 3 000 litros por trimestre, lo cual representa un ahorro significativo para la UAM-A, si se considera que el precio por litro es de $60 pesos, aproximadamente. Además de estas dos actividades sustantivas, en la planta piloto se realizan proyectos de investigación, de integración y vinculación, al operar con estudiantes de servicio social, principalmente de las licenciaturas en Ingeniería Ambiental, Química e Industrial, aunque eventualmente cuenta también con el apoyo de estudiantes de Ingeniería en Computación, Mecánica y Eléctrica.

El acopio de aguas residuales que se utiliza en el proceso proviene de las áreas deportivas, biblioteca, cafetería y de los edificios L y P. Estas aguas se recolectan en un cárcamo para posteriormente pasar por una bomba, que tritura toda la materia orgánica e inorgánica presente, para que el agua pueda ingresar a la planta y comenzar así con el proceso de tratamiento. De manera general se conforma de las siguientes etapas: una vez recolectada el agua de las instalaciones mencionadas, el primer paso es la coagulación, proceso en el que se añade sulfato de aluminio, que coagula y, por gravedad, sedimenta las partículas no deseadas; después viene la etapa de floculación, donde se agrega un polímero para formar aglomerados más grandes, llamados flóculos. Posteriormente se pasa al sedimentador, el cual, a través de gravedad, precipita al fondo las partículas de la etapa anterior; se continúa con el proceso de filtración, realizado por medio de unas columnas de carbón de antracita. La siguiente etapa en el tren de tratamiento es el proceso de oxidación, donde se incorpora ozono a la corriente de agua residual mediante un Venturi; enseguida el agua se somete a un segundo proceso de filtración, donde ésta pasa por unas columnas de carbón activado, que la privará de color, olor y sabor, y por último se realiza la etapa de

desinfección, consistente en la adición de hipoclorito de sodio o cloro comercial al agua.

Al concluir este proceso el producto final se denomina agua tratada, pero para considerarla como tal debe someterse al monitoreo de ciertos parámetros tales como: pH, conductividad, color, turbiedad y sólidos en suspensión totales, además de análisis microbiológicos. Estos valores deben estar por debajo de los límites permisibles por la NOM-003-ECOL y una vez confirmados tendremos, efectivamente, agua tratada, la cual es utilizada diariamente, durante todo el trimestre, como agua de riego de las canchas de fútbol y de las áreas verdes de nuestra Unidad.

En lo referente al proceso para la producción de agua desionizada, éste comienza con el almacenamiento de agua potable en un tanque para después pasar por un sistema de ósmosis inversa, que en su operación produce sólo un 50% de agua desionizada y el otro 50% recibe el nombre de agua de rechazo. El agua obtenida del equipo de ósmosis inversa debe cumplir con cierta conductividad y pH, después se someterá a una segunda etapa, conocida como resinas de intercambio iónico, que disminuirá más la conductividad del agua para obtener el producto final, conocido como agua del tipo II o agua desionizada, donde la conductividad eléctrica será menor a 1 µS/cm. Es importante destacar que estos valores son regulados por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, así el agua obtenida puede utilizarse en los distintos laboratorios de la institución, para técnicas analíticas, en una gran variedad de pruebas y experimentos.

El organigrama de la planta piloto está estructurado en dos áreas: la administrativa y la operativa-académica. La primera está a cargo de la Oficina de Gestión Ambiental, bajo la dirección del maestro Luis Antonio Barbosa Noegerat, que a su vez depende de la Coordinación de Control de Gestión, perteneciente a la Secretaría de Unidad, instancia que aporta la mayor cantidad de recursos para la operación de la planta. La parte académica la integra la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI), a través del Departamento de Energía, siendo la responsable académica la maestra Margarita Beltrán Villavicencio y en cuanto a la parte operativa, Adán Oswaldo Pérez Alva es el responsable técnico.

La planta opera gracias al trabajo de alumnos de la DCBI, quienes realizan su servicio social y se encargan de su operación día a día, desde su arranque, llevando los análisis de seguimiento de todas las secuencias que la integran hasta obtener el producto final. Durante el trimestre 24-P la planta fue operada por los siguientes alumnos prestadores de servicio social: Stephane Montserrat Pacheco Garcia, Joahan Cerezo Clemente, Eduardo Zárraga Erreguin, Omar de Jesús Martínez Portilla y Ariadna Abigail Martínez Hernández, de Ingeniería Química; Litzy Yadira Quintero Castillo, Leonardo Rojas Contreras y Tamara Rubí Torres Alba, de Ingeniería Industrial; y Galilea Cervantes y Natalia Martinez Ruiz, de Ingeniería Ambiental.

El maestro Abelardo González Aragón†, quien diseñó la PPTAR, así como René Damián García† y David Fermín Pascual†, colaboradores de la planta, solían llamarla con cariño la «HHPPTAR» (honorable y heróica PPTAR). En ellos, que fueron y seguirán siendo parte importante de la misma, y en quienes han seguido su ejemplo, se sustenta el lema de la planta: «El agua, su transformación y las manos que día a día lo hacen posible».

Invitamos a la comunidad de la DCBI a visitar la planta piloto para conocer más sobre este tipo de proyectos transdisciplinarios que se gestan dentro de nuestra Universidad, con base en la sustentabilidad y la tecnología, pero sobre todo exhortamos a los interesados a realizar su servicio social dentro de ella, dirigirse a la oficina de servicio social de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI), donde se les brindará la asesoría e información necesaria.

Sistema de monitoreo del índice de la calidad del aire

José Ignacio Vega Luna
Francisco Javier Sánchez Rangel
Gerardo Salgado Guzmán
José Francisco Cosme Aceves

La calidad del aire es una tarea crítica en el funcionamiento de los equipos informáticos instalados en los centros de datos y, en general, en la gran mayoría de industrias como laboratorios y centros de salud, entre otros tipos de instalaciones. La mala calidad del aire puede generar un sobrecalentamiento, lo que puede provocar que los equipos se detengan o incluso se dañen. En muchos centros de datos, la calidad del aire se determina midiendo la concentración de material particulado (PM) fino en el aire. La calidad del aire permite determinar la composición y concentración de gases y partículas tanto en interiores como en exteriores. La cantidad de estos elementos debe estar en niveles que permitan a los equipos y al personal de los centros de datos trabajar sin afectar la salud. Los contaminantes en el entorno provienen de varias fuentes, incluidos los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

En la actualidad existen diferentes métodos y procedimientos para medir la calidad del aire y determinar el índice de la calidad del mismo. El método utilizado depende del tamaño, tipo y ubicación del sitio donde se realiza la medición. La importancia del PM es que, debido al tamaño pequeño y que las partículas que lo componen no son oscuras, no se puede detectar fácilmente a simple vista, tal es el caso del polvo, la suciedad y el humo. Además, cuanto más pequeñas son las partículas, más profundamente viajan en los equipos informáticos y en el cuerpo humano.

Una vez indicada la necesidad de contar con sistemas eficientes para monitorear la calidad del aire y asegurar que este sea lo más limpio posible, es necesario proponer soluciones para resolver esta problemática. Por tal motivo, un grupo de profesores integrantes del Área Académica de Sistemas Digitales del Departamento de Electrónica desarrolló un sistema de monitoreo del índice de la calidad del aire para un centro de datos.

Este sistema mide la densidad de las partículas contaminantes PM2.5 y PM10 en el ambiente de un centro de datos. Se diseñó utilizando un sistema embebido Raspberry Pi 4 y un sensor de la calidad del aire. Las medidas de PM2.5 y PM10 se enviaron a una plataforma de análisis de Internet de las Cosas (IoT) para visualizarlas en la nube. Cuando la medida alcanza el valor umbral el sistema transmite un mensaje de alerta de WhatsApp al administrador del centro de datos. El uso de este tipo de sistemas fue obligatorio y de gran importancia en muchos lugares durante la pandemia de COVID-19, lo que motivó su adopción como medida de higiene y seguridad, incluso después de esta contingencia a nivel internacional.

El sistema desarrollado se dividió en tres módulos: el *hardware* del sistema, el *software* del sistema y la transmisión de datos a la nube.

El *hardware* del sistema

Este módulo fue diseñado utilizando como base un sistema embebido Raspberry Pi 4. Se eligió esta tarjeta porque presenta una buena relación costo-beneficio. Es de tamaño compacto, económica, de tecnología reciente y cuenta con los recursos de *hardware* y *software* suficientes para cumplir con el objetivo de esta aplicación. El sistema Raspberry Pi 4 ofrece la mejor y mayor cantidad de recursos de *hardware* en comparación con sus similares. Para medir la calidad del aire se utilizó un sensor láser de

alta precisión SDS011. El SDS011 consta de un pequeño ventilador, una válvula de entrada y salida de aire, un diodo láser y un fotodiodo. Existe una variedad de sensores de este tipo, inclusive más compactos que el SDS011, sin embargo, se eligió este dispositivo ya que es de tecnología reciente y su precisión lo convierte en uno de los mejores sensores de calidad del aire, incorporando un ventilador de mayor tamaño que los demás y brindando una medida de mayor calidad. El ventilador asegura una circulación de aire adecuada a una cámara con un diodo láser que permite determinar el tamaño y la cantidad de PM. El sensor SDS011 puede obtener la concentración de partículas entre 0.3 a 10 micrómetros en el aire. Este dispositivo se puede configurar en modos de hibernación, suspensión y activación para reducir el consumo de energía cuando no está en uso. En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques del sistema.

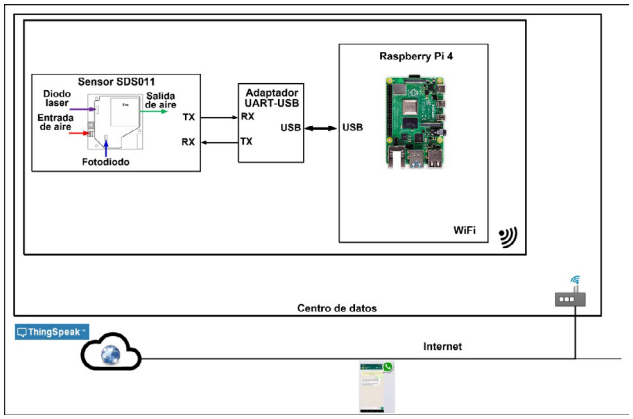


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema.

El *software* del sistema

En el Raspberry Pi se instaló el sistema operativo Raspberry Pi OS y la programación se realizó usando Python 3. La programación consta de dos partes, el programa principal y la función que lee los valores PM2.5 y PM10 del sensor. El programa principal realiza las siguientes tareas: 1. Configura e inicializa la interfaz Wi-Fi y el puerto serie USB, al cual se encuentra conectado el sensor SDS011 y 2. Entra a un ciclo continuo en el que invoca la función o subrutina *Read-sensor*. Se importó el módulo serie de Python para acceder al puerto USB y enviar la información proporcionada por el sensor SD011 al Raspberry a través del UART del sensor. La función *Read-sensor* se encarga de leer la medida de PM2.5 y PM10 entregada por el sensor utilizando un formato de diez bytes, como se indica en la Figura 2.

Posteriormente, la función *Read-sensor* envía los valores de PM2.5 *y* PM10 a la plataforma Internet ThingSpeak. Si uno o ambos valores anteriores superan el umbral establecido, esta función transmite un mensaje de alerta de WhatsApp al teléfono del administrador. Finalmente, la función *Read-sensor* invoca a la función *time.sleep* de Python para integrar un retardo en la ejecución del programa y realizar la lectura del sensor cada cinco minutos.

La transmisión de datos a la nube

ThingSpeak es una plataforma IoT o servicio en la nube que puede recibir, almacenar, analizar y graficar información enviada desde sensores y dispositivos en la nube utilizados en aplicaciones IoT. La información enviada puede ser analizada y visualizada

Nombre	Encabezado	No. de comando	DATO 1	DATO 2	DATO 3	DATO 4	DATO 5	DATO 6	Check-sum	Cola
Byte →	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Contenido →	AAH	C0H1	PM2.5 Byte bajo	PM2.5 Byte alto	PM10 Byte bajo	PM10 Byte alto	ID byte 1	ID byte 2	Check-sum	ABH

Figura 2. Medida de PM en formato de diez bytes.

utilizando Matlab para la toma de decisiones y para activar los actuadores en una aplicación.

Esta información puede ser transmitida por tarjetas de desarrollo y sistemas embebidos como Raspberry Pi, Arduino, ESP8266 y ESP32. La plataforma ThingSpeak proporciona bibliotecas de funciones que contienen Representational State Transfer (API REST) a través de las cuales los dispositivos pueden enviar información a ThingSpeak o leer información desde ella, utilizando los protocolos Hypertext Transfer Protocol (HTTP) o Message Queuing Telemetry Transport (MQTT). Para utilizar la plataforma ThingSpeak se deben realizar las siguientes tareas:

- Crear una cuenta de ThingSpeak.
- Crear un canal. Los datos transmitidos desde el dispositivo a ThingSpeak se almacenan en canales.
- Personalizar el canal. Asignar nombres y descripciones a los canales.

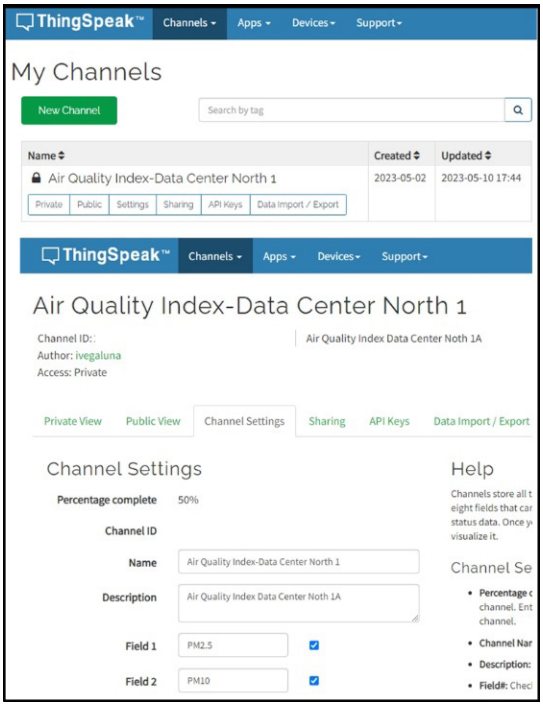


Figura 3. Canal creado en la plataforma ThingSpeak para recibir las lecturas del sensor.

Una vez creado el canal, ThingSpeak genera claves para las API de escritura y de lectura, las cuales deben utilizarse en el *software* que accede a la información almacenada en el canal. En la Figura 3 se muestra el canal creado para la aplicación aquí presentada. La información enviada a ThingSpeak por el sensor SDS011, conectado al sistema Raspberry Pi, puede visualizarse en la página del portal de ThingSpeak mediante una gráfica o puede exportarse a un archivo con formato CSV.

En conclusión, se desarrolló un sistema que determina la calidad del aire con base en la medida de PM2.5 y PM10 en un centro de datos. La medida de estos parámetros se envió a la plataforma de IoT ThingSpeak para que estos valores se puedan visualizar en tiempo real. El sistema es de bajo costo, compacto y fácil de instalar. En caso de que la medida de uno o ambos parámetros alcance el valor umbral configurable en el *software* el sistema envía un mensaje de alerta de WhatsApp al teléfono del administrador del centro de datos, permitiendo responder oportunamente ante una eventualidad. El sistema puede ser utilizado en otro tipo de instalaciones donde los valores umbral de PM2.5 y PM10 sean diferentes a los aquí establecidos. En tal situación es necesario ajustar este valor en el *software* del sistema, lo cual es una tarea sencilla. De igual forma, si es necesario utilizar otro tipo de sensor para medir valores menores de PM2.5 se puede sustituir el sensor utilizado en este trabajo, ya que la mayoría de los sensores de calidad del aire proporcionan medidas a través de un puerto UART.

Casa abierta al tiempo
Universidad Autónoma Metropolitana
Azcapotzalco