



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Iztapalapa

Memorias y relatorías



**50 Aniversario de la licenciatura en Ingeniería
en Energía de la Universidad Autónoma
Metropolitana**

Comité Organizador del 50 Aniversario de
Ingeniería en Energía

50 Aniversario de la licenciatura en Ingeniería en Energía de la Universidad Autónoma Metropolitana

Memorias y relatorías

Comité Organizador del 50 Aniversario de Ingeniería en Energía:

Dr. Juan José Ambriz García
Dr. Guillermo Benítez Olivares
Dr. Sergio Castro Hernández
Dr. Gilberto Espinosa Paredes
Dra. Yuridiana Rocío Galindo Luna
Dr. Raúl Lugo Leyte
Dra. Alejandría Denisse Pérez Valseca
Dr. Marco Antonio Polo Labarrios
Dr. Hernando Romero Paredes Rubio
Dr. Heriberto Sánchez Mora
M. en C. Adriana Santamaría Padilla
M. en I. Alejandro Torres Aldaco



Casa abierta al tiempo

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia

Rector General

Dra. Norma Rondero López

Secretario General

Dra. Verónica Medina Bañuelos

Rectora de la Unidad Iztapalapa

Dr. Javier Rodríguez Lagunas

Secretario de Unidad

Dr. Román Linares Romero

Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez†

Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica

50 Aniversario de la licenciatura en Ingeniería en Energía de la Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Guillermo Benítez Olivares (*Editor*)

© UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-IZTAPALAPA

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma 1a Sección.

Alcaldía Iztapalapa, 09310, Ciudad de México

Índice general

I	50 aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía	
1	Día 1: 14 de febrero de 2024	13
1.1	Resumen	13
1.1.1	Transmisión del día 14 de febrero	13
1.1.2	Transmisión del día 15 de febrero	14
1.2	Objetivos	14
1.3	Inauguración	14
1.3.1	Programa del evento	19
1.4	Génesis de la Ingeniería en Energía de la UAMI	20
1.4.1	El contexto internacional	21
1.4.2	El contexto nacional	22
1.4.3	Fundación de la Universidad Autónoma Metropolitana	22
1.4.4	Fundación de la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana	23
1.4.5	Creación de la licenciatura de Ingeniería en Recursos Energéticos y luego Ingeniería en Energía	23
1.5	Situación actual de las licenciaturas de Ingeniería	27
1.6	Conferencia Magistral	29
1.7	Mesas redondas	31
1.7.1	Las y los Ingenieros en Energía y la Energía Solar	31
2	Día 2: 15 de febrero 2024	35
2.1	Mesas redondas	35
2.1.1	Las y los Ingenieros en Energía y la Energía Nuclear	35
2.1.2	El desarrollo de la Ingeniería en Energía en la Termodinámica	40
2.1.3	Las y los Ingenieros en Energía y Eficiencia Energética	44
2.1.4	Diversidad de la Enseñanza de la Ingeniería en Energía	48

2.2	Clausura	51
2.2.1	Reflexiones finales	52

II

50 años de investigación en Ingeniería en Energía y los desafíos hacia la transición energética

3	Día 1: 18 de julio de 2024	57
3.1	Inauguración	57
3.1.1	Programa del evento	60
3.2	Sesión I	61
3.2.1	Transición hacia una economía cero emisiones netas	61
3.2.2	Una alternativa para la transición energética	63
3.2.3	Diseño, evaluación integral de biorrefinerías para la producción de biocombustibles	66
3.3	Sesión II	67
3.3.1	Horizontes Energéticos: Explorando el Potencial de la Energía Eólica, Solar y el Futuro del Hidrógeno en México	67
3.3.2	Avances en el almacenamiento electroquímico de energía: materiales y dispositivos	69
3.3.3	Almacenamiento de Energía y Tecnologías Solares Concentradas	71
4	Día 2: 19 de julio de 2024	75
4.1	Sesión III	75
4.1.1	Bioprocesos y transición energética	75
4.1.2	Retos y oportunidades del hidrógeno en la transición energética	76
4.1.3	Thantia: los límites materiales de la transición energética	78
4.2	Sesión IV	81
4.2.1	La electromovilidad en la ciudad de la eterna primavera necesaria y urgente	81
4.2.2	Entender y atender la pobreza energética, indispensable para construir transiciones energéticas justas	82
4.2.3	Tecnologías de Concentración Solar: Estado actual y desarrollo futuro	83

III

La innovación en la Ingeniería en Energía hacia un futuro sostenible

5	Día 1: 13 de noviembre de 2024	89
5.1	Inauguración	89
5.1.1	Actividades de la Semana de la Ingeniería en Energía	92
5.1.2	Programa del evento	93
5.2	Gestión de la perforación a presión	94
5.2.1	Sesión de preguntas	95
5.3	Trayectoria como egresada	96
5.4	¿Qué hace y para qué sirve ASHRAE a los estudiantes?	98
5.5	Mesa Redonda: La Ingeniería en Energía y Asociaciones profesionales	99
5.5.1	Primer planteamiento	99
5.5.2	Segundo planteamiento	101
5.5.3	Tercer planteamiento	101
5.6	Sesión de carteles de alumnos	104

6	Día 2: 14 de noviembre de 2024	105
6.1	Prevención de Riesgos del POE a radiaciones ionizantes	105
6.1.1	Sesión de preguntas	107
6.2	Producción de hidrógeno en México retos y prospectivas	108
6.3	Pirólisis solar	110
6.4	Generación Distribuida en Mexico: Ejecución y Proyecciones Futuras	112
6.5	Del Campo al Sol: ¿Por qué los Proyectos Solares son el Futuro?	113
6.6	Primer Encuentro de Investigadoras e Investigadores en Energía	115
7	Día 3: 15 de noviembre de 2024	119
7.1	Inteligencia Artificial en la Ingeniería en Energía	119
7.2	Planeación Energética hacia el desarrollo Sostenible	121
7.3	Islas energéticamente sustentables	122
7.4	Aplicación de baterías de Litio: ahorrar energía en el período de punta	124
7.5	Rendimiento y operabilidad en turbinas aeroderivadas	125
7.6	Reflexiones de los 50 años de la Ingeniería en Energía en México	126
7.6.1	Primer planteamiento	127
7.6.2	Segundo planteamiento	128
7.6.3	Tercer planteamiento	130
7.7	Clausura del evento	131

IV

Reflexiones finales

8	Reflexiones finales	135
8.1	Síntesis de los eventos	135
8.2	Logros y aprendizajes	135
8.3	Perspectivas	136
8.4	Conclusiones	136



Introducción

La Ingeniería en Energía ha sido, desde su creación, una disciplina fundamental para el desarrollo sostenible de México y el mundo. En el año 2024, la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I), celebró el 50 Aniversario de su Licenciatura en Ingeniería en Energía, un programa académico pionero que ha formado a generaciones de profesionales comprometidos con la innovación, la eficiencia energética y la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles.

Este libro de relatorías tiene como objetivo documentar y preservar la memoria de los tres eventos conmemorativos que marcaron este hito histórico. A través de sus páginas, se busca no solo relatar lo sucedido en cada uno de estos foros, sino también reflexionar sobre los logros, desafíos y perspectivas futuras de la Ingeniería en Energía en México. Los eventos aquí descritos fueron organizados con el propósito de reunir a académicos, investigadores, estudiantes y profesionales del sector, con el fin de compartir conocimientos, experiencias y visiones sobre el futuro de la energía.

Los eventos conmemorativos

Los tres eventos que se relatan en este libro son:

- **Foro del 50 Aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía:** Celebrado los días 14 y 15 de febrero de 2024, este foro abordó la historia, el presente y el futuro de la Ingeniería en Energía, con mesas redondas y conferencias magistrales que destacaron su impacto en áreas como la energía solar, nuclear, termodinámica y eficiencia energética.
- **Foro de los 50 años de investigación en Ingeniería en Energía y los desafíos hacia la transición energética:** Realizado los días 18 y 19 de julio de 2024, este evento se centró en los avances científicos y tecnológicos que están impulsando la transición energética, con énfasis en energías renovables, almacenamiento de energía, bioprocesos y electromovilidad.
- **Foro de la Innovación en la Ingeniería en Energía hacia un futuro sostenible y la Semana de la Ingeniería en Energía:** Llevado a cabo del 11 al 15 de noviembre de 2024, este foro exploró las últimas tendencias en innovación energética, desde la inteligencia artificial aplicada a la energía hasta la planeación energética sostenible, culminando con un encuentro de investigadores y una emotiva clausura.

Este libro está organizado en cuatro capítulos principales:

- **Capítulo 1:** Relatoría del Foro del 50 Aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía.
- **Capítulo 2:** Relatoría del Foro de los 50 años de investigación en Ingeniería en Energía y los desafíos hacia la transición energética.

- **Capítulo 3:** Relatoría del Foro de la Innovación en la Ingeniería en Energía hacia un futuro sostenible y la Semana de la Ingeniería en Energía.
- **Capítulo 4:** Reflexiones finales.

Agradecimientos

Este libro y los eventos que en él se relatan no habrían sido posibles sin el apoyo y compromiso de diversas personalidades e instancias de la Universidad Autónoma Metropolitana. En primer lugar, deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento al Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, Rector General de la UAM, quien desde el inicio brindó su respaldo y confianza a esta iniciativa.

De igual manera, extendemos nuestro reconocimiento a la Dra. Verónica Medina Bañuelos, Rectora de la Unidad Iztapalapa, por su apoyo y disposición para la realización de estos eventos.

Agradecemos también al Dr. Román Linares Romero, Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, por el respaldo y la disposición de los recursos necesarios para la ejecución de estas actividades.

Reconocemos el esfuerzo del Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez†, Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, por su respaldo financiero al Área Académica de Ingeniería en Recursos Energéticos.

Asimismo, agradecemos la contribución del Dr. Tomás Viveros García, quien, junto con el Dr. Raúl Lugo Leyte, el M. en I. Alejandro Torres Aldaco y el Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez, plantearon las bases conceptuales de lo que serían estos eventos.

Finalmente, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas y todos los que participaron activamente en estos eventos, compartiendo su conocimiento y experiencia. Asimismo, reconocemos el invaluable apoyo de las instancias universitarias que brindaron su respaldo logístico y administrativo. Sin su colaboración, la realización de estos foros no habría sido posible. A todos ellos, nuestro más profundo reconocimiento y gratitud.



50 aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía

1	Día 1: 14 de febrero de 2024	13
1.1	Resumen	
1.2	Objetivos	
1.3	Inauguración	
1.4	Génesis de la Ingeniería en Energía de la UAMI	
1.5	Situación actual de las licenciaturas de Ingeniería	
1.6	Conferencia Magistral	
1.7	Mesas redondas	
2	Día 2: 15 de febrero 2024	35
2.1	Mesas redondas	
2.2	Clausura	



1. Día 1: 14 de febrero de 2024

1.1 Resumen

El Foro del 50 Aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía se llevó a cabo los días 14 y 15 de febrero de 2024 en la sala Cuicacalli de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. El evento contó con una asistencia de 115 personas el primer día y 102 personas el segundo día, entre estudiantes, docentes e invitados especiales. Durante el foro, se organizaron diversas mesas de discusión con el propósito de que los participantes compartieran sus experiencias profesionales y académicas en el campo de la ingeniería en energía.

El evento fue transmitido en vivo a través de la plataforma YouTube, permitiendo la participación de una audiencia global. A continuación, se detallan los enlaces de transmisión y los horarios de las actividades realizadas cada día.

1.1.1 Transmisión del día 14 de febrero

La transmisión del primer día del foro se realizó en [YouTube](#).

Título	Tiempo de transmisión
Inauguración del Foro 50 Aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía	00:13 - 00:34
Génesis de la Licenciatura en Ingeniería en Energía	00:40 - 01:14
Situación actual de la Licenciatura en Ingeniería en Energía	01:16 - 02:15
Desarrollo de materiales para la producción de energía y compuestos de alto valor agregado a partir de la biomasa	02:16 - 03:17
Mesa redonda: Las y los Ingenieros en Energía y las Energías Renovables	03:45 - 05:16

1.1.2 Transmisión del día 15 de febrero

La transmisión del segundo día del foro se realizó en [YouTube](#).

Título	Tiempo de transmisión
Mesa redonda: Las y los Ingenieros en Energía y la Energía Nuclear	00:02 - 01:17
Mesa redonda: Las y los Ingenieros en Energía y la Termodinámica	01:26 - 02:40
Mesa redonda: Las y los Ingenieros en Energía y la Eficiencia Energética	02:55 - 04:20
Mesa redonda: Diversidad de la Enseñanza de la Ingeniería en Energía	04:29 - 05:57
Ceremonia de clausura	06:00 - 06:12

1.2 Objetivos

El Foro del 50 Aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía tuvo los siguientes objetivos:

- **Destacar los 50 años de excelencia en la Ingeniería en Energía de la UAM-I**, reconociendo los hitos y logros significativos que han contribuido al desarrollo del sector energético en México y el mundo.
- **Homenajear a los profesionales, académicos y líderes pioneros** en el campo de la Ingeniería en Energía, destacando sus contribuciones y dedicación a lo largo de los años.
- **Presentar la evolución de la Ingeniería en Energía y su impacto**, analizando las problemáticas actuales y futuras que deben ser abordadas en el mediano y largo plazo para garantizar un desarrollo sostenible.

1.3 Inauguración

A las 10:00 horas del 14 de febrero de 2024, en la sala Cuicacalli de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, la Dra. Alejandría Pérez Valseca como maestra de ceremonias dio inicio a la ceremonia de inauguración del Foro 50 aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía. En primer lugar, presentó a las distinguidas personalidades del presidium:



Figura 1.1: De izquierda a derecha: Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez, Dra. Verónica Medina Bañuelos, Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, Dr. Román Linares Romero y Dr. Raúl Lugo Leyte.

- Dr. José Antonio de los Reyes Heredia
Rector General de la Universidad Autónoma Metropolitana
- Dra. Verónica Medina Bañuelos
Rectora de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
- Dr. Román Linares Romero
Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería
- Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez
Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica
- Dr. Raúl Lugo Leyte
Jefe del Área Académica de Ingeniería en Recursos Energéticos



Figura 1.2: M. en I. Alejandro Torres Aldaco, *Coordinador de la licenciatura en Ingeniería en Energía.*

A continuación, el M. en I. Alejandro Torres Aldaco, Coordinador de la licenciatura en Ingeniería en Energía agradeció a los miembros del presidium por su participación y a los profesores, colegas y alumnos. Destacó que la celebración de los 50 años de la Ingeniería en Energía en México, y a su vez, los 50 años de la Universidad Autónoma Metropolitana; mencionó la contribución que ha tenido esta licenciatura en el desarrollo del país, que ha sido visionaria pues contempla a los retos actuales de sustentabilidad y crisis energética, al formar ingenieras e ingenieros líderes para la solución de dichos problemas.

El M. en I. Torres puntualizó el objetivo de este Foro para mostrar la evolución de la Ingeniería en Energía y sus logros durante 50 años de su desarrollo en México y, de este modo, proyectar la relevancia de la UAM-I en el campo energético. Comentó que, para cumplir con el objetivo, se tendría la participación de distinguidas y distinguidos egresados de la Ingeniería en Energía quienes compartirán sus experiencias y desafíos durante su desarrollo profesional en los campos de la energía solar, energía nuclear, termodinámica y eficiencia energética. También comentó que se organizó una mesa para reflexionar con otras instituciones de educación superior que han desarrollado planes de estudio de la Ingeniería en Energía.

Concluyó su participación mencionando que la Ingeniería en Energía sigue siendo primordial para el desarrollo nacional y mundial, y que la experiencia acumulada durante estos 50 años, mantendrían a la UAM a la cabeza de la formación de recursos humanos en esta área enfatizando que aún hay mucho trabajo que realizar.



Figura 1.3: Dr. Román Linares Romero, *Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.*

En su turno, el Dr. Román Linares Romero, Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, agradeció a los asistentes por su presencia, mencionando a los profesores que han sido parte fundamental en la Licenciatura en Ingeniería en Energía, e incluso, a profesores jubilados, señaló, que este Foro es el primero de una serie de festejos a lo largo del año de diferentes licenciaturas en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, por la celebración de los 50 años de la Institución. Resaltó la importancia de la investigación en materia de energía, deseando un evento gratificante para todas y todos los asistentes.



Figura 1.4: Dra. Verónica Medina Bañuelos, *Rectora de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.*

A continuación, la Dra. Verónica Medina Bañuelos, Rectora de la Unidad Iztapalapa, agradeció la invitación a participar en esta ceremonia inaugural. En su intervención comentó, los inicios de la Universidad y su modelo educativo, el cual apostó por los diferentes campos de investigación de las variadas ciencias que se cultivan en la Institución. Este modelo se logró al integrar grupos de investigadoras e investigadores provenientes de otras instituciones, en las líneas de investigación más importantes en su momento.

La Dra. Medina recordó lo innovador que fue para la Institución la creación de licenciaturas novedosas como la Licenciatura en Ingeniería en Energía. Apuntó, que después de 50 años, la Universidad ha egresado a más de 800 alumnas y alumnos en esta licenciatura, y más de 100 egresados del Posgrados en Energía y Medio Ambiente, teniendo este posgrado una influencia notable del grupo que conforman la Licenciatura en Ingeniería en Energía. Para culminar, agradeció de nuevo la invitación por parte del comité organizador y deseó lo mejor para este evento y el

fortalecimiento de la licenciatura.



Figura 1.5: Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, *Rector General de la Universidad Autónoma Metropolitana*.

Por su parte, el Rector General de la UAM, Dr. José Antonio de los Reyes Heredia saludó a los integrantes del Presídium y agradeció la invitación. Comenzó su intervención con algunos datos históricos del inicio de la Universidad en el año de 1974, mencionando a algunos relevantes personajes fundadores como el Arq. Pedro Ramírez Vázquez, Rector General fundador y al primer Rector de la Unidad Iztapalapa, el Dr. Alonso Fernández González, quienes participaron en el diseño de planes de estudios para iniciar en otoño del año 1974 y estableciendo el perfil de la planta académica quienes impartirán dichos planes de estudio, la mayoría innovadores para su época, tales como; Ingeniería Ambiental de la Unidad Azcapotzalco, Diseño de los Asentamientos Humanos de la Unidad Xochimilco, Ingeniería Hidrológica e Ingeniería en Recursos Energéticos de la Unidad Iztapalapa, esta última nombrada así inicialmente, y posteriormente se decidió que se llamara Licenciatura en Ingeniería en Energía.



Figura 1.6: Asistentes a la inauguración del evento

El Dr. de los Reyes recalcó la importancia de la licenciatura en la sociedad, política y ambiental por la flexibilidad que le da contar con cimientos sólidos de los principios fundamentales de la ciencia, con los retos que ahora subyacen considerando la desigualdad y la inclusión en todos los aspectos, haciendo alusión a la necesidad de resolver problemas nacionales y provenientes de la sociedad. El Rector General exhortó a las actuales alumnas y alumnos a comprometerse con una sociedad más inclusiva para todas y todos, utilizando su ingenio y su pasión para ser un parte

aguas de este tema tan delicado de la energía, que participen en el debate internacional y nacional con argumentos fundamentados, y tomen en cuenta las bases técnicas direccionadas a un análisis objetivo derivado de resultados y datos.

El Dr. de los Reyes agradeció a las y los fundadores de la Ingeniería en Energía, al núcleo académico actual, a las y los egresados, y a las autoridades quienes han forjado la licenciatura en Ingeniería en Energía. Finalmente, el Dr. José Antonio de los Reyes declaró formalmente inaugurado el Foro 50 aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía, a las 10:25 horas del día 14 de febrero de 2024.

1.3.1 Programa del evento



Foro 50 aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía



Programa del Día 1: 14 de Febrero de 2024 Sala Cuicacalli		
Horario	Actividad	Participantes
10:00 a 10:30 horas	Inauguración	Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, Rector General
		Dra. Verónica Medina Bañuelos, Rectora de la UAM-I
		Dr. Román Linares Romero, Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.
		Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez, Jefe del Departamento Ing. de Procesos e Hidráulica
10:30 a 11:00 horas	Génesis de la Lic. en Ing. En Energía	Dr. Raúl Lugo Leyte, Jefe del Área de Ingeniería en Recursos Energéticos
		Dr. Juan José Ambriz García, profesor fundador
11:00 a 12:00 horas	Situación Actual de la Lic. en Ing. Energía	M.C. Eugenio Torrijano Cabrera, Jubilado y profesor fundador de la LIE
12:00 a 13:00 horas	Desarrollo de Materiales para la Producción de Energía y Compuestos de Alto Valor Agregado a Partir de Biomasa	Dr. A. Mauricio Sales Cruz, Coordinador de Información Institucional de la UAM.
13:00 a 13:30 horas		Receso
13:30 a 15:00 horas	Mesa Redonda: Las y los Ingenieros en Energía y la Energía Solar	Dr. José Alberto Valdés; SEDECO-CDMX.
		MBA Vladimir I. Ruiz Salinas; Fronius-México
		Ing. Irving Erik Loza Rivera; Solar Joule
		Ing. Alexia Campis Benítez; MEXTYPSA
		Moderador: Dr. Hernando Romero Paredes Rubio, profesor de la LIE
		Fin día 1

Figura 1.7: Programa del día 14 de febrero de 2024



Foro 50 aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía



Programa del Día 2: 15 de Febrero de 2024 Sala Cuicacalli		
9:00 a 10:20 horas	Mesa redonda: Las y los Ingenieros en Energía y la Energía Nuclear	Dr. Juan Luis Francois, Facultad de Ingeniería, UNAM M. en I. Gabriel Calleros Micheland, Laguna Verde CFE Dr. Ivanov Reyes Maturano, Radionuclear SA de CV Ing. Giovanni Paolo Barragán, Instrumentadora de Sistemas para el Transporte SA de CV Moderador: Dr. Gilberto Espinosa Paredes, profesor de la LIE
10:20 a 10:30 horas		Receso
10:30 a 11:50 horas	Mesa redonda: Desarrollo de la Ingeniería en Energía en la Termodinámica	Ing. Leonardo Salas Islas, Exo-s
		Ing. José Manuel Cajigas Silva, PEMEX
		Dr. Martín Salazar Pereya, Tecnológico de Estudios superiores de Ecatepec
		Ing. Juan Carlos Quintero Maestro Ignacio Aguilar, Engie
11:50 a 12:00 horas		Moderador: Dr. Raúl Lugo Leyte, profesor de la LIE
		Receso
12:00 a 13:20 horas	Mesa redonda: Las y los Ingenieros en Energía y la Eficiencia Energética	Dr. Rafael Friedmann, Consultor
		Ing. Alfredo Aguilar Galván, Ingeniería Energética Integral
		Ing. Erasmo Hernández, CISSA
		Ing. Benjamín Arroyo Arzona, Ecosolmex
13:20 a 13:30 horas		Moderador: Dr. Juan José Ambriz García, profesor de la LIE
		Receso
13:30 a 15:00 horas	Mesa Redonda: Diversidad de la Enseñanza de la Ingeniería en Energía	M.I. Alejandro Torres Aldaco, Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Energía
		Dr. Robert Fabian Guevara, Universidad del Santa, Perú
		Dr. Fernando Arroyo Cabañas, UACM
		Ing. Andrés Salazar Texco, Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo
15:00 a 15:10 horas		Moderador: Dr. Federico González García, profesor de la LIE
		Clausura del evento
15:10 a 17:00 horas		Comida en la terraza de la Sala Cuicacalli

Figura 1.8: Programa del día 15 de febrero de 2024

1.4 Génesis de la Ingeniería en Energía de la UAMI

M. C. Eugenio Torijano Cabrera y Dr. Juan José Ambriz García



Figura 1.9: M.C. Eugenio Fabián Sebastián Torijano Cabrera y Dr. Juan José Ambriz García

1.4.1 El M.C. **Eugenio Torijano Cabrera** es Profesor - investigador del área de Ingeniería en Recursos Energéticos, del departamento de Ing. de Procesos e Hidráulica de la UAM-I. Su línea de investigación son las aplicaciones fototérmicas de energía solar, dosimetría de radiaciones. Se incorporó al Área de Ingeniería en Recursos Energéticos de la UAM-I en 1975; después de colaborar durante 42 años con la UAM, se jubiló en el año 2017. ■

1.4.2 El **Dr. Juan José Ambriz García** es Ingeniero Químico por la UNAM y Doctor en Ciencias por la Universidad de Perpignan, Francia. Desde 1976 forma parte del Área de Ingeniería en Recursos Energéticos de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), institución donde actualmente se desempeña como Profesor Titular C de Tiempo Completo adscrito al Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería. A lo largo de su trayectoria en la UAM, ha ocupado diversos cargos académicos y administrativos, incluyendo Secretario Académico de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Asesor del Rector de la Unidad Iztapalapa, Jefe del Área de Investigación en Ingeniería en Recursos Energéticos, y miembro de la Comisión Dictaminadora Divisional de CBI, así como de la Comisión de Área de Ingeniería. Su compromiso y liderazgo han sido pilares en el desarrollo académico de esta institución. ■

En primer lugar, agradecemos al Comité Organizador de este Foro para conmemorar los 50 años de la fundación de nuestra querida licenciatura de Ingeniería en Energía, la oportunidad de comentar con la audiencia algunos de los hechos que, desde nuestro punto de vista, fueron determinantes para su creación. Resulta curioso que en la actualidad se están viviendo ciertos paralelismos retos y otros nuevos como la urgencia de enfrentar el cambio climático.

Consideramos que hubo cuatro conjuntos de hechos que influyeron en la génesis de esta novedosa licenciatura que, como bien han señalado algunos de los alumnos de las primeras generaciones, nació con el nombre de Ingeniería en Recursos Energéticos, pero finalmente, pero que posteriormente fue aprobada por el Colegio Académico con el nombre de Ingeniería en Energía. Esos hechos sucedieron en la década de 1970 y los hemos agrupados en cinco:

1. Contexto internacional.

2. Contexto nacional
3. Fundación de la Universidad Autónoma Metropolitana
4. Fundación de la Unidad Iztapalapa de la UAM
5. Creación de la licenciatura de Ingeniería en Recursos Energéticos y luego Ingeniería en Energía.

1.4.1 El contexto internacional

En la década de 1970, el mercado petrolero mundial estaba básicamente controlado por dos grupos: el denominado “las siete hermanas” que eran las muy grandes empresas petroleras internacionales privadas como Esso, Texaco, Mobil y Shell, quienes determinaban en buena medida los precios de este preciado bien energético. El otro grupo lo formaba la OPEP que agrupaba a los países exportadores de petróleo, creada en 1960, y que en 1973 producía el 65 % del total de petróleo mundial.

Por otra parte, en octubre de 1973 se dio un grave conflicto bélico en el Medio Oriente cuando una alianza de Siria y Egipto atacó a Israel en la llamada guerra del Yom Kippur. Cuando la balanza de este conflicto se inclinaba hacia Israel, los países árabes de la OPEP pidieron el apoyo de los países industrializados, que eran los principales importadores de este recurso y, por lo tanto, dependientes, sin embargo, no lo obtuvieron. Posteriormente, y con el fin de presionar al mundo industrializado, la OPEP decretó la reducción de su abasto de petróleo a lo que se le conoció como “el embargo petrolero”. Este hecho tuvo efectos muy relevantes en el mundo y en la geopolítica energética; de inmediato hubo un fuerte incremento de los precios y a continuación hubo escasez, desabasto, racionamiento e inclusive pánico entre los consumidores.

En esa época el petróleo era el energético más importante para intercambiar energía entre los países productores y los que la requerían, el embargo petrolero orilló a una amplia y profunda reflexión en torno a la energía, su disponibilidad, la dependencia y su carácter estratégico, entre otros. Los países industrializados consumidores de petróleo se preguntaban ¿qué hacer? ¿Cómo enfrentar el problema de la energía? ¿los recursos energéticos son inagotables?. Es importante destacar que la energía, específicamente el petróleo se hubiera acabado, sino que, al estar su comercio en muy pocas instancias, las naciones industrializadas eran vulnerables. Como resultado de esta situación, las sociedades industrializadas plantearon una estrategia en tres vertientes de política energética:

Adopción de políticas de ahorro o uso eficiente de la energía

De manera inmediata se adoptaron normas y leyes enfocadas a un menor consumo de energía, posteriormente, la tecnología empezó a evolucionar para encontrar soluciones que emplean menos energía, por ejemplo, la evolución de los autos anteriores a los setenta y posteriores.

Diversificación de fuentes de abasto de energía

Cada nación empezó a planear su desarrollo basado en una mezcla de fuentes energéticas adicionales al petróleo, como la energía solar, eólica, nuclear, biomasa, geotermia y otras. Francia, por ejemplo, desarrolló ampliamente su parque de generación nuclear.

Desarrollo de capacidad petrolera fuera de la OPEP

Los países industrializados apoyaron la estrategia internacional para desarrollar la capacidad de producción petrolera en países fuera de la OPEP, tales como Indonesia, Ecuador, Nigeria, Rusia y otros más. México fue parte de esa estrategia y se convirtió en pocos años en gran productor y exportador de petróleo.

En este momento conviene retomar una reflexión que fue comentada por nuestro Rector General en su mensaje inaugural, *los profesionales de la energía tienen que estar enterados de qué está pasando en la energía, tanto en sus vertientes nacional como internacional.*

1.4.2 El contexto nacional

En nuestro país, al inicio de la década de 1970 estaban presentes en la memoria colectiva los conflictos sociales recientes, principalmente los movimientos estudiantiles de 1968 y de 1971 que fueron severamente reprimidos. Además, en esa época, la población estudiantil de nivel superior de la zona metropolitana se concentraba en dos instituciones y pocos campus: Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, y en Zacatenco y Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional, IPN.

Otra situación presente en esa década era una creciente población de jóvenes reclamaba acceso a la educación superior, misma que la UNAM y el IPN no habían podido atender, por ello, el Presidente Luis Echeverría Álvarez encargó a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, ANUIES, un estudio de cómo contender con la necesidad de ampliar la oferta educativa. Con la propuesta de la ANUIES, la Presidencia tomó la decisión de fundar una nueva institución de educación superior para el área metropolitana de la ciudad y crear la Universidad Autónoma Metropolitana.

El Presidente Echeverría envió en octubre de 1973 al Senado de la República la propuesta de Ley Orgánica de esta nueva universidad; una vez aprobada por esta Cámara, se turna a la de Diputados en donde fue revisada y aprobada en el mes de diciembre de 1973.

1.4.3 Fundación de la Universidad Autónoma Metropolitana

Esta nueva Universidad nació con una Ley Orgánica aprobada por el poder legislativo y con varias características inéditas en el sistema educativo nacional. Inició sus actividades el 1 de enero de 1974 con el nombramiento del primer Rector General, el Arq. Pedro Ramírez Vázquez, un prestigioso profesional que entre muchas otras actividades había encabezado el Comité Organizador de los Juegos Olímpicos celebrados en México en 1968.

Entre sus particularidades se decidió que las instalaciones fueran relativamente pequeñas, con una capacidad máxima de alrededor de 15,000 alumnos y geográficamente ubicadas en zonas deprimidas de la Ciudad de México, así se seleccionaron los planteles de Azcapotzalco, Iztapalapa y Xochimilco. También se pensó en un sistema adjunto de educación media superior.

Una característica académica relevante fue la concepción de agrupar a las disciplinas en grandes áreas del conocimiento y que se denominan divisiones: Ciencias Básicas e Ingeniería, Ciencias Biológicas y de la Salud, Ciencias Sociales y Humanidades, y Ciencias y Artes para el Diseño. A su vez, las divisiones se integran con departamentos académicos para agrupar al profesorado y desde ahí atender la docencia y la investigación. Esta estructura es muy diferente a la de facultades o escuelas para impartir la docencia e institutos o centros de investigación.

Otra gran diferencia fue el diseño del modelo académico basado en el profesor-investigador de tiempo completo; el profesorado debe impartir la docencia y realizar investigación, además de realizar actividades de difusión y preservación de la cultura. La idea central era y es que el personal académico activo en su campo de investigación podrá incorporar en su docencia tales aprendizajes. La estructura departamental ha permitido que la formación básica de las ingenierías sea muy sólida pues son los especialistas en matemáticas, física y química quiénes imparten esos cursos.

Otra característica de la reciente UAM fue el adoptar el régimen escolar en períodos trimestrales o trimestres en contraste con los períodos semestrales que era lo más común. El período trimestral de 11 semanas de clases y una de exámenes marca un ritmo vertiginoso en el proceso de enseñanza-aprendizaje que les imprime un sello particular al alumnado de la UAM. En la actualidad el ritmo trimestral sigue siendo intenso, un alumno de esta Universidad sabe que si se descuida una semana le irá mal al final, por lo que aprenden a trabajar de manera sostenida.

La duración para culminar los estudios no estaba limitada en el sistema educativo superior en México, la Universidad Autónoma Metropolitana fue la primera que estableció un plazo máximo para cursar los estudios y un número limitado de oportunidades para acreditar un curso o Unidad de Enseñanza Aprendizaje, UEA, como les llamamos aquí. También se modificó el concepto de tesis, ya que este trámite para titularse se incorporó en el currículum académico.

En ese en ese contexto, no solo los nuevos estudiantes de esta Universidad tuvieron que adaptarse al sistema, también los que participamos como profesores; tuvimos que cambiar nuestras



Figura 1.10: Construcción de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

forma de trabajar, pues además de impartir clases era necesario proporcionar asesoría, diseñar los programas de los siguientes cursos, planear, diseñar laboratorios, organizar la investigación y muchos aspectos más. Poco a poco y sin darnos cuenta terminamos estando más horas que las de un tiempo completo, había un compañero de electrónica que decía que no éramos profesores de tiempo completo sino de “tiempo repleto”.

1.4.4 Fundación de la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana

Además de todas las características generales de la UAM descritas en el apartado anterior, la Unidad Iztapalapa tuvo un desarrollo particular, ya que la designación del Rector de la Unidad y de los tres directores de división fundadores recayó en científicos conocidos del panorama nacional e internacional. El Rector fundador de la Unidad Iztapalapa fue el Dr. Alonso Fernández González, destacado físico con experiencia en el crecimiento de cristales y los fenómenos asociados, en su trayectoria ya había dirigido el Instituto de Física, UNAM y la Academia de la Investigación Científica.

Como Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería fue nombrado el Dr. Carlos Graef Fernández que también era un destacado científico, con amplia experiencia en diversos campos y en la energía nuclear. En la fundación de la UAM Iztapalapa solo existía un Departamento de Ingeniería que incluía todas las licenciaturas que se impartían. El Jefe del Departamento de Ingeniería fundador fue el Dr. Carlos Vélez Ocón quién poseía una maestría y doctorado en energía nuclear. En ese ambiente, la Unidad Iztapalapa el diseño de las actividades académicas se orientó fuertemente a la investigación y en la docencia se procuró ofrecer licenciaturas novedosas para atender problemas nacionales.

1.4.5 Creación de la licenciatura de Ingeniería en Recursos Energéticos y luego Ingeniería en Energía

Como parte del Departamento de Ingeniería se creó el Área de investigación de Ingeniería en Recursos Energéticos. El equipo fundador estuvo conformado por el Dr. Morris Schwarzblat y Katz, como Jefe del Área y doctorado en Ingeniería nuclear de la Universidad de Arizona y la M.C. Ileana Velasco Ayala con maestría en energía nuclear de la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica.

Entre 1975 y 1976, se integraron el M.C. Benjamín Torres Barrios, maestría en energía nuclear del IPN, el Físico Eugenio Torijano Cabrera y los ingenieros Juan José Ambriz García y Hernando



Figura 1.11: Inicios de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

Guerrero Cázares con estudios en energía solar; el Ing. Constantino Álvarez Medina con amplia experiencia en termodinámica e ingeniería de procesos y el Físico Gilberto López D'Antin, con gran experiencia en energía nuclear.

Es importante señalar que la licenciatura de Ingeniería en Recursos Energéticos fue una de las que se ofrecieron para iniciar los cursos en la Unidad Iztapalapa el 30 de septiembre de 1974. En una entrevista de ese día inaugural, el Dr. Fernández señaló "entre las carreras de nueva creación se encuentran las de Ingeniería en Recursos Energéticos, Ingeniería Biomédica y la de Ingeniería Hidrológica. Las reservas de petróleo y carbón son finitas a pesar del descubrimiento de nuevos yacimientos, por lo que es necesario tomar medidas preventivas para no correr el riesgo de estancar el progreso del país.

Dentro del modelo UAM se planteó tener un grupo de cursos común para todas las licenciaturas de una División a lo que se le llamó Tronco General de Asignaturas, TGA, con lo cual se proporcionarían los fundamentos de esa área del conocimiento y le permitiría al alumnado terminar de definir su decisión sobre cuál licenciatura estudiar. En la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, el primer año se dedicó por completo a las UEA de Física, Matemáticas y Química, por lo que, en ese año, el grupo fundador se dio a la tarea de terminar de definir el perfil del nuevo Ingeniero en Recursos Energéticos. Una primera situación es que no había referentes de una licenciatura similar en México o en el extranjero; sí se encontraron varios programas de posgrado en algún campo de la energía, pero principalmente fuera del país.

La estrategia que el grupo siguió para definir el currículum de la licenciatura consistió en realizar entrevistas con personal de los centros de investigación como el Instituto Nacional de Energía Nuclear y el Instituto Mexicano del Petróleo, así como con los posibles receptores de nuestros egresados en empresas gubernamentales como Comisión Federal de Electricidad y Petróleos Mexicanos, y, por supuesto de empresas privadas diversas.

Poco a poco empezaron a desarrollarse, a partir del TGA; los cursos más avanzados de matemáticas aplicadas, fundamentos de temas de energía y sus aplicaciones. Se propusieron UEA, contenidos, seriaciones, etcétera, fue un proceso muy exigente porque ya había alumnos que iban avanzando en la licenciatura. Este arduo proceso iterativo se vio afectado por la creación del Instituto de Investigaciones Eléctricas en 1975 que nombró al Dr. Vélez Ocón como director ejecutivo, él, a su vez, invitó a apoyar al Dr. Morris Schwarzblat y al M.C. Benjamín Barrios.

Cuando el plan de estudios y sus programas ya estaban listos para ser presentados a la aprobación



Figura 1.12: Eugenio Torijano Cabrera y Juan José Ambriz García, profesores de la Ingeniería en Recursos Energéticos.

de los órganos colegiados, el Área de Ingeniería en Recursos Energéticos recibió la visita de un experto internacional en el campo de la energía de la ONU y pudo revisar nuestra propuesta del plan y programas. Es importante mencionar que le agradó mucho, hizo pequeñas sugerencias y su recomendación más importante fue que el plan de estudios no se enfocara a los recursos energéticos sino a la comprensión y manejo de la energía, que le parecía un enfoque innovador y muy completo. Todo el grupo de profesores estuvo de acuerdo en cambiar el nombre por el de Ingeniería en Energía, se presentó a la Consideración del Consejo Divisional de CBI y fue ratificado.

El primer plan y programas de estudio de Ingeniería en Energía fue aprobado en la Sesión 21 celebrada el 28 de julio, 8 y 9 de agosto de 1978. Cabe señalar que en la primera generación de 1974-Otoño se inscribieron a la licenciatura 20 alumnas y alumnos, de los cuales se graduaron 15 en 1978: 1 mujer y 14 hombres. No entraremos en detalles del impacto de nuestra población egresada hasta la fecha pues será discutida a lo largo de este Foro.

Un aspecto interesante es que nuestra licenciatura ha apoyado en la conformación de planes similares en el Perú, en donde desde 1987 se ofrece la Ingeniería en Energía en la Universidad del Santa en Chimbote y cuyo director, Dr. Robert Fabian Guevara Chinchayan, nos hace el honor de acompañarnos. También la UAM apoyó a la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia, a fundar su programa de Ingeniería en Energía en 1998.

En la actualidad hay más de 150 programas que ofertan en el país licenciaturas similares, en varias de ellas nuestros egresados participan, lo cual corrobora el hecho de que la temática sigue siendo vigente y necesaria para contribuir al desarrollo nacional y también internacional ante estos temas de impacto global. En su intervención, el Dr. Guevara, director de la Escuela de Ingeniería en Energía de la Universidad del Santa en Chimbote, agradeció a la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa por la invitación y para felicitarnos por el cincuenta aniversario de la licenciatura de Ingeniería y Energía. Consideró que es una carrera con mucha proyección. Finalmente solicitó a la mesa un comentario sobre cómo les fue a los primeros profesionales al egresar en el mercado laboral. Los ponentes comentaron que, por su excelente formación, las primeras generaciones se ubicaron rápidamente en el creciente sector de la investigación en México, tanto en universidades como en centros de investigación, al grado que hacia 1980 el alumnado pensaba que esta licenciatura era para formar investigadores. Entonces impulsamos la vinculación



Figura 1.13: Visita a la industria de los alumnos de Ingeniería en Energía

con la industria y el sector productivo en general mediante la promoción de los temas de ahorro y uso eficiente de la energía, poco a poco empezaron a abrirse plazas en tales sitios.

Como conclusión los ponentes señalaron que la fuerte orientación de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería a la investigación les ha conferido una gran fortaleza a la formación básica que recibe nuestro alumnado y que esos antecedentes les ha permitido desarrollarse en varios campos de frontera o en el sector industrial, la muestra de los campos ocupacionales que se presentarán en las distintas mesas de este Foro permite observar el amplio abanico de temáticas en los que se desarrollan nuestras ingenieras e ingenieros en energía. ¡Muchas felicidades a la comunidad de la Ingeniería en Energía por nuestros primeros 50 años de existencia!



Figura 1.14: Visita a la industria de los alumnos de Ingeniería en Energía

1.5 Situación actual de las licenciaturas de Ingeniería

La importancia de la renovación y actualización de los planes y programas de estudio.

Dr. Alfonso Mauricio Sales Cruz



Figura 1.15: Dr. Alfonso Mauricio Sales Cruz, *Coordinador General de Información Institucional de la UAM.*

1.5.1 El **Dr. Alfonso Mauricio Sales Cruz** es doctor en Ingeniería Química por la Universidad Técnica de Dinamarca y maestro en Ingeniería Química por la Unidad Iztapalapa de la UAM, además de profesor-investigador Titular “C” del Departamento de Procesos y Tecnología de la Unidad Cuajimalpa. Las áreas de investigación que desarrolla contemplan los temas: transferencia de calor, momento y masa; modelado, análisis, diseño y simulación de procesos químicos asistidos por computadora, y desarrollo de herramientas computacionales para ingeniería de sistemas de procesos químicos y biológicos. Actualmente es coordinador general de Información Institucional de esta Casa de Estudios. ■

La plática que dio el Dr. Sales se basó en un análisis exhaustivo realizado por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) en colaboración con la Alianza FiiDEM. Esta iniciativa, impulsada por el Rector General, aborda los retos que enfrenta México en la formación de recursos humanos en el ámbito de la ingeniería. El análisis se centra en los datos recolectados hasta el año 2021, enfocándose en la alineación de esta formación de ingenieros e ingenieras con las necesidades del mercado laboral y el desarrollo regional del país.

Destacó que los desafíos en materia de conservación y desarrollo requieren recursos humanos altamente capacitados. Es crucial que la formación en ingeniería se adapte a las características específicas de cada región del país, dado que diferentes estados presentan diversas necesidades en cuanto a la cantidad y tipo de ingenieros e ingenieras requeridos. Se enfatizó la importancia de un análisis regionalizado que permita tomar decisiones informadas para el fortalecimiento del mercado laboral.

El análisis realizado tiene como horizonte el año 2027 y busca ofrecer elementos para decisiones políticas que impulsen el desarrollo del país. El estudio se enfoca en identificar las carreras de ingeniería más relevantes, especialmente en el ámbito de la energía, y en la necesidad de actualizar los planes de estudio. La UAM, en colaboración con FiiDEM, se propone examinar las mejores prácticas educativas a nivel global, buscando áreas de oportunidad para mejorar la formación en ingeniería.

El impacto de la ingeniería sobre la vida diaria y social es notable, ya que ha transformado sociedades a través del desarrollo de nuevos materiales, combustibles y tecnologías. Se reconoció que el enfoque actual en ingeniería debe ser sistémico y multiescalar, abordando problemáticas complejas como el cambio climático y el uso de recursos. El Dr. Sales subrayó la necesidad de nuevos enfoques en educación, fomentando colaboraciones interdisciplinarias que permitan la innovación y un aprendizaje adaptado a los desafíos actuales.

El estudio busca identificar las mejores prácticas utilizadas en instituciones de educación superior a nivel internacional. Esto incluye entender cuáles ingenierías son más demandadas por los empleadores, así como las habilidades requeridas y las áreas de mejora en la oferta educativa en México. Es vital diagnosticar la ocupación y el tipo de trabajo actual, analizando la matrícula, graduación y remuneraciones en el campo de la ingeniería.

Una de las primeras etapas del estudio consistió en evaluar la innovación y tendencias en la oferta educativa. Se identificaron 24 carreras de ingeniería impartidas en el país, con un total de 6,018 cursos diferentes. Se realizó un mapeo de estas carreras en relación con la clasificación presentada por la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). La identificación de estas ingenierías y su relación con diferentes campos de estudio permitió entender su posicionamiento en el mercado laboral y la oferta educativa.

El análisis hasta este punto concluyó que existen oportunidades significativas para la mejora en los programas de estudio de ingeniería en México. Las universidades deben actualizar sus planes de estudio para alinearse con las necesidades del mercado laboral y fomentar la innovación. Sería importante continuar esta investigación a largo plazo para garantizar que la educación en ingeniería responda a los cambios constantes en las demandas del sector productivo y a los avances tecnológicos.

En la continuación de la plática, se presentó un análisis detallado de la matrícula y la graduación en diversas carreras de ingeniería en México, destacando que alrededor del 50 % de la matrícula nacional se concentra en tres ingenierías clave: ingeniería en sistemas eléctricos, mecatrónica e ingeniería industrial. Los datos indicaron que la ingeniería informática cuenta con 172,000 estudiantes, mientras que la ingeniería en sistemas mecatrónicos tiene 133,000 y la ingeniería industrial 241,000.

Se observó un aumento significativo en las matrículas de universidades privadas, donde algunas ingenierías, como la ingeniería física, la ingeniería industrial y biomédica, superaron el 20 % en su inscripción. Este crecimiento en la matrícula refleja tendencias en la demanda educativa y la importancia de ciertas disciplinas en el contexto actual.

El análisis de la graduación a nivel nacional reveló que la ingeniería industrial tuvo aproximadamente 36,000 graduados entre 2019 y 2020, con la ingeniería informática reportando 20,800 graduados y la ingeniería de sistemas mecatrónicos alrededor de 2,007 graduados. Asimismo, la ingeniería energética tiene un registro de 2,400 graduados en ese mismo periodo.

Un aspecto nombrado en la plática fue la evolución de la graduación en diferentes carreras de ingeniería a lo largo de los años. Entre 2018 y 2019, se registraron aumentos notables del 145 % en la matrícula de ingeniería industrial, un 75 % en ingeniería informática, y un crecimiento del 167 % en sistemas mecatrónicos e industriales entre 2009 y 2019. Este crecimiento sugiere una tendencia creciente en la formación de ingenieras e ingenieros en las áreas más demandadas.

El desglose por regiones, particularmente en la Ciudad de México, mostró que la ingeniería informática tiene la mayor matrícula, con aproximadamente 32,800 postulantes, seguida por ingeniería industrial con 15,265 y la ingeniería en energía que apenas contó con 4,418 matriculados, indicando una baja oferta en comparación con otras disciplinas.

La plática también analizó el impacto de la matrícula en la empleabilidad, destacando que el 45 % de las inscripciones en la Ciudad de México se concentran en ingenierías como computación y telecomunicaciones e ingeniería industrial. Las tasas de ingreso en empresas privadas para ingeniería industrial fueron notoriamente superiores al 50 %, lo cual analiza la recuperación de la inversión educativa en estas áreas.

El ponente resaltó la importancia de evaluar el mercado laboral en relación con la formación de ingenieras e ingenieros. A nivel nacional, se identificaron diversas áreas industriales donde las y

los ingenieros se emplean, incluyendo biología, ciencias de la tierra, ingeniería civil, electrónica, y farmacéutica. Sin embargo, se observó que los salarios promedio en ciertos sectores pueden estar por debajo del promedio nacional, situando a las industrias de alimentos y farmacéutica en rangos salariales de 10,000 a 13,000 pesos mensuales.

El salario promedio en la Ciudad de México es notablemente más alto que en otras regiones, alcanzando hasta 19,000 pesos. No obstante, este dato contrasta con la observación de que ciertas ingenierías relacionadas con minería y metalurgia ofrecen mejores remuneraciones, demostrando la desigualdad en oportunidades laborales. A medida que se proyecta hacia el año 2027, se expresa preocupación por la posible sobreoferta de las y los ingenieros, estimando un exceso de 800,000 a 900,000 profesionales en el mercado, a menos que haya un crecimiento significativo en el producto interno bruto que pueda absorber esta fuerza laboral. En específico, se prevé un déficit en ingenierías eléctricas y mecánicas en la Ciudad de México.

La presentación concluyó enfatizando que el desafío principal es la adaptación de la formación profesional a las demandas cambiantes del mercado. Se resaltó la necesidad de actualizar los currículos de estudio y promover un desarrollo de habilidades acorde con lo que requieren los empleadores. La colaboración entre instituciones educativas, el sector privado y el gobierno es fundamental para crear políticas públicas que impulsen el desarrollo sostenible y cuenten con las competencias necesarias para enfrentar los retos del futuro.

1.6 Conferencia Magistral

Desarrollo de materiales para la producción de energía y compuestos de alto valor agregado a partir de la biomasa

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia

1.6.1 El Dr. José Antonio de los Reyes Heredia obtuvo el título de Ingeniero Químico y de Sistemas por el ITESM, Campus Monterrey en 1986, cursó estudios de Diplôme d'Etudes Approfondies, con la especialidad en Cinética Química y Catálisis en la Universidad Lyon I, Francia con la obtención del grado en 1988. En 1991 se graduó como Doctor con especialidad en Cinética Química y Catálisis por la Universidad Lyon I y el Institut de Recherches sur la Catalyse. Realizó una estancia posdoctoral en el Laboratoire d'Automatique et Génie des Procédés de la misma Universidad, con financiamiento de la empresa petrolera Elf. Desde 1992 se incorporó como Profesor a la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa en el Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica y a la fecha tiene el nombramiento de Profesor Titular C. ■

La plática que dio el Dr. de los Reyes abordó el desarrollo de materiales a partir de biomasa como una respuesta a los retos actuales relacionados con el cambio climático y el calentamiento global. Se ofreció un panorama general del contexto ambiental que enfrenta el mundo hoy, destacando la relevancia de producir biocombustibles y otros compuestos de alto valor agregado a partir de recursos sostenibles.

Se comenzó señalando la urgencia de actuar frente al cambio climático, que se manifiesta en fenómenos meteorológicos extremos y un incremento en las temperaturas globales. La sequía en diversas regiones del país, especialmente en la Cuenca del Valle de México, es un síntoma del estrés hídrico que afecta a la población. Esta alarmante situación plantea la necesidad de reconsiderar el uso y gestión de los recursos hídricos.

Además, se expusieron los efectos de contaminantes que alteran los ciclos del agua y la importancia de implementar soluciones que mitiguen estos efectos adversos. Se hizo énfasis en cómo las prácticas mal gestionadas en el pasado han agravado la situación, como el mal manejo del agua en la Ciudad de México.

El Dr. de los Reyes subrayó los retos que presenta la biomasa para producir biocombustibles y otros compuestos. Se analizó cómo la transformación de residuos orgánicos puede ser una solución



Figura 1.16: Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, *Rector General de la UAM*.

viable. La producción de biodiésel a partir de biomasa, por ejemplo, se convierte en un camino para reducir la dependencia de combustibles fósiles, aunque con precauciones, dado que la producción de ciertos cultivos para este fin puede llevar a la deforestación.

Además, se mencionaron las normativas y acuerdos internacionales, como los Protocolos de Kioto y los Acuerdos de París, que buscan limitar el aumento de la temperatura global y alcanzar cero emisiones netas para el año 2050. Sin embargo, el Dr. advirtió que algunas medidas adoptadas en el pasado, como el uso de biodiésel a expensas de la deforestación, no siempre resuelven el problema de manera sostenible.

El desarrollo de biorrefinerías se mostró como una solución prometedora. Estas instalaciones pueden convertir biomasa en biocombustibles y otros productos químicos de valor agregado a través de la pirólisis rápida y otros procesos. Se explicó cómo la mejora de la calidad de la biomasa y sus derivados es esencial para su utilización como sustituto del diésel y otros combustibles fósiles.

En este contexto, se hizo un llamado a la importancia de la investigación en el mejoramiento de compuestos obtenidos de la biomasa, haciendo paralelismos con las técnicas utilizadas en la industria petroquímica para eliminar impurezas y optimizar rendimientos. La transformación de biomasa en aceites y otros compuestos puede contribuir a la creación de una industria química más sostenible y con menores emisiones de carbono.

El Dr. también compartió iniciativas que han surgido en la UAM para capacitar y colaborar con comunidades. Se pone de manifiesto la relevancia de la educación continua y la creación de centros de extensión, donde los estudiantes y egresados pueden involucrarse en la formación de comunidades rurales. Estas acciones incluyen la capacitación en el uso de tecnologías de energía renovable y la ingeniería en energía.

Los proyectos implementados en comunidades rurales, como en el altiplano purépecha, reflejan el compromiso de traducir hallazgos académicos en aplicaciones prácticas que benefician a la sociedad. La participación activa de estudiantes en estos programas promueve no solo el aprendizaje, sino también el desarrollo sostenible en sus localidades.

La charla concluyó con una reflexión sobre la importancia de la ingeniería en energía en el desarrollo sustentable y la necesidad de que los estudiantes y profesionales del área asuman un papel proactivo en la búsqueda de soluciones innovadoras. Se enfatizó que la formación de ingenieros debe adaptarse a los desafíos actuales y futuros, promoviendo un enfoque integral que combine la educación con la acción social. El Dr. finalmente invitó a los participantes a considerar sus roles como futuras ingenieras e ingenieros en la búsqueda de soluciones que no solo impactan su campo profesional, sino que también contribuyan al bienestar de la comunidad y del medio ambiente.

1.7 Mesas redondas

1.7.1 Las y los Ingenieros en Energía y la Energía Solar

Moderador: Dr. Hernando Romero Paredes Rubio

El objetivo de la mesa fue que los participantes compartieran sus experiencias de su trayectoria profesional en el área de la energía solar, en tanto que ingenieros en energía. Adicionalmente que presenten sus puntos de vista de la formación recibida en la UAM y los requerimientos específicos relacionados con su experiencia profesional para complementar el perfil de la LIE y satisfacer los requerimientos del mercado nacional e internacional y, si fuera su necesario, proponer el tipo de UEA que desde su perspectiva convendría integrar.



Figura 1.17: De izquierda a derecha: Ing. Alexia Campis Benítez (MEXTYPSA), MBA. Vladimir I. Ruiz Salinas (Fronius México), Dr. Hernando Romero Paredes Rubio (moderador), Dr. Alberto Valdés Palacios (SEDECO, gobierno CDMX) y el Ing. Irving Erik Loza Rivera (Solar Joule).

Para cubrir el objetivo y llevar cierto orden en la temática de discusión se propuso abordar tres preguntas de forma alternada:

1. ¿Cuáles fueron los primeros retos que enfrentó al ejercer la licenciatura como recién egresado?, ¿cómo llegó a su campo actual de desarrollo profesional?, ¿la formación proporcionada por la UAM-I en cuanto a conocimientos, habilidades, actitudes y aptitudes adquiridas fue suficiente para progresar en el campo?
2. ¿Cuáles son los temas de actualidad para que un ingeniero en energía se desarrolle en el medio de la energía solar?, En su opinión ¿la formación básica en la LIE sigue siendo sólida?
3. ¿Qué habilidades blandas (liderazgo, trabajo en equipo, etc.) tuvo que desarrollar en su ejercicio profesional y cuáles recomendaría se reforzarán en la formación de ingenieros en energía?, ¿qué tipo de UEA recomendaría integrar al plan de estudios?

Ante esas preguntas cada participante expuso de una forma muy animada y con comentarios anecdóticos y de trascendencia para los nuevos ingenieros en energía, sus experiencias obtenidas en los años en el ejercicio de su profesión.

Así, el Dr. Alberto Valdés Palacios, quien es Ingeniero en Energía por la Universidad Autónoma Metropolitana egresado en el año de 1978, posee los grados de Maestro en Ingeniería Mecánica y Doctorado en Ingeniería Energética por la UNAM, además de una especialización en energías no convencionales por el Ente Nacional de Hidrocarburos (Grupo ENI) en Urbino, Italia. Es miembro fundador y expresidente de la Asociación Nacional de Energía Solar y fue presidente del Comité Nacional de Estandarización de Energía Solar NESO-13. Fue nombrado miembro del Comité Latinoamericano de Calentamiento Solar en Belo Horizonte Brasil y Miembro de la Academia Alemana de Energías Renovables en Berlín, Alemania. Ha dirigido la instalación de más de 3,000 sistemas de energía solar fotovoltaica y de calentamiento de agua. Posee además una patente de un calentador solar de tubos evacuados de doble apertura. Ha fungido como consultor de organismos

como la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, Programa Universitario de Energía, Agencia de Cooperación Alemana GIZ y el Instituto Nacional de Ingeniería y Cambio Climático. Actualmente es el titular de la Dirección General de Desarrollo y Sustentabilidad Energética de la Ciudad de México. Después de agradecer la invitación a participar en esta mesa de discusión, expuso de forma alegre y relajada algunas de sus anécdotas y puntos de vista a las preguntas planteadas. De esta manera, para el Dr. Valdés, fueron tiempos muy diferentes, pues la Universidad respondió con una carrera nueva, la Licenciatura en Ingeniería en Recursos Energéticos. Se graduó al final como Ingeniero en Energía. Si bien no le fue fácil integrarse al mercado de trabajo, pues menciona que la carrera era considerada como ingeniero mecánico, pero no tanto o como ingeniero químico, pero diferente, y el medio laboral no sabía cómo tomarlos. Como la gran mayoría de los egresados en su época, se insertó en el medio académico e insertándose en la energía nuclear. Tuvo la oportunidad de trabajar en el Instituto de Ingeniería, participando en la instalación y puesta en marcha de una planta experimental de concentración solar con tecnología cilindro-parabólica. Considera que su formación fue muy sólida, aunque cargada al área nuclear, pues la mayoría de los profesores de la época tenían esa especialidad. No batalló mucho con su mercado laboral por la misma situación.

Al segundo cuestionamiento, el Dr. Valdés menciona que los caminos de la energía son interdisciplinarios y requieren de una formación sólida. La UAM se ha distinguido por tener una formación sólida y sugiere continuar dándola. Con esas herramientas ya les es fácil diversificarse. Los temas de hoy son las energías renovables con calidad y seguridad, que se logra con una buena combinación de fuentes de energía para tener una alta disponibilidad y confiabilidad energética. Viene de forma conjunta con los efectos medioambientales, económicos y sociales. La eficiencia energética es una de las herramientas para cumplir con la demanda energética. Las redes eléctricas, es uno de los temas: ¿los empresarios quieren ahora resolver con paneles fotovoltaicos? ¿Está la población lista para emplear todos los artefactos eléctricos? ¡No hay que olvidar y dejar de lado la combustión y los equipos a combustión!

Es un reto el desarrollo de habilidades blandas, como el poder comunicarse con otras profesiones. Confiar en los estándares, en la normatividad, y aprender a apagar a la normativa vigente, o, en su caso, integrarse a grupos para mejorarlas. Como no hay forma de dominar todas las materias, la interacción interdisciplinaria es fundamental en el trabajo de equipo. La UAM está más orientada hacia la creatividad y menos hacia el conocimiento normativo y reglamentario.

Por su parte, el Maestro Vladimir Ruiz Salinas, quien es Ingeniero en Energía de la generación 2005-2010, en la cual obtuvo el reconocimiento de medalla al mérito universitario 2010, con especialización en eficiencia energética. Realizó su servicio social en la implementación del proyecto del sistema fotovoltaico del edificio B en la UAM-I. Obtuvo una Maestría en Desarrollo Sostenible y recientemente un MBA orientación en finanzas. Tiene 6 años de experiencia en la industria nuclear, 5 años en la farmacéutica y 14 años en la industria solar, de donde ha permanecido hasta nuestros días. También, después de agradecer el haber sido invitado, menciona que desde pequeño que traía una inquietud de creatividad y amor por la técnica, por lo que decidió cursar la carrera de ingeniería. Estuvo un tiempo trabajando en la industria nuclear, otro tiempo en la farmacéutica para posteriormente, una vez concluida su carrera, se dedicó al medio solar. El mercado fotovoltaico ha tenido un crecimiento paulatino y por ello tuvo el reto de pasar de un mercado pequeño de sistemas fotovoltaicos off grid a un mercado de mayor capacidad en sus instalaciones on grid. En un mercado en crecimiento, el reto era integrarse a ese mercado junto con la empresa a la que se sumó, Fronius, que estaba envuelta en una época de los tres pilares del desarrollo sustentable: económica, social y el medio ambiente. En estos tiempos se transitó de un mercado pequeño a grandes parques fotovoltaicos. Considera que hoy en día son muy pocas las empresas que puedan tener la capacidad de hacer 3 - 4 instalaciones al día. Otro de sus grandes retos fue el inglés, el cuál es fundamental, pues en las empresas transnacionales las entrevistas, las juntas y diálogos son en inglés. Uno de los frenos en el desarrollo de las fuentes renovables de energía y, en particular de la energía solar fotovoltaica, es la carencia de capital humano calificado. Según lo que comenta el MBA Vladimir Ruiz, hacen falta más de 1000 ingenieros especialistas, que hoy en día están siendo cubiertos por ingenieros mecatrónicos, electricistas e, incluso, por

dentistas. Así también, el tema de las prácticas profesionales le ayudó a entender el problema de las relaciones sociales y de negociación. Un ingeniero o un investigador, tiene que interactuar con personas, no solo habilidades técnicas, pero al trabajar del lado de personas es muy importante entender la importancia de tener las habilidades en las relaciones humanas.

Los temas de actualidad del país, como la electromovilidad, u otros aspectos, temas como la generación distribuida, se trata de ser creativos. No solo poner paneles en los techos, sino la infraestructura necesaria para ello, etc. Uno de los grandes problemas de las empresas es la rotación de personal. El ingeniero no solo tiene que estar en la parte técnica, sino también en la de negociación, en ventas, incluso administrativa y de gestión material y de personal. Lograr entender una visión compartida: cuáles son las necesidades de las empresas, cuáles son las necesidades de las naciones. Pero la parte robusta, la técnica, que da la creatividad, el deseo, la lucha de esforzarse, lograr algo en materias complicadas, difíciles, es un logro que se debe alcanzar. Respecto a las habilidades blandas se requiere de habilidades de negociación, de capacidad de escuchar, la capacidad de emitir juicios con bases sólidas. Porque se trabaja con personas, se trabaja con diferentes personas con intereses diferentes. Cómo generar confianza, ser auténticos y respetar los límites de los demás. La dirección de personas es una habilidad que se debe desarrollar y poder tener la capacidad de resolver.

La Ing. Campis, es egresada de la licenciatura en Ingeniería en Energía en la generación 2018, cuenta con la especialidad de dirección de proyectos por el ITAM y actualmente está en proceso de obtener la certificación internacional del *Project Management Institute*. Desde el 2018 hasta la actualidad ejerce su profesión en MexTYPsa que es una filial de Grupo Typsa. Este grupo es líder de consultoría de ingeniería que ofrece soluciones de transporte y movilidad, agua, energías renovables, edificios verdes y planificación urbana sostenible. Con 57 años de experiencia y presencia en 43 países.

Actualmente la Ing. Campis desempeña el cargo de Gerente del departamento solar dentro de la división de energía, tiene a su cargo un equipo compuesto en su mayoría ingenieros en energía, ingenieros eléctricos, ingenieros civiles y estructuristas.

Para la Ing. Campis, ella tenía claro a lo que se quería dedicar: a la energía fotovoltaica. Al buscar trabajo en el campo, lo encontró en Mextypsa, su primer y único trabajo hasta la fecha, y los retos a los que se enfrentó tuvieron que ver la ingeniería de detalle, la ingeniería de ROP, estudios de prefactibilidad, estudios del recurso solar, ingeniería de construcción, monitoreo, calidad. Cuando vio lo que tenía que hacer, se percató que, de todo ello, nada sabía hacer. Pero la actitud y los conocimientos básicos si los tenía, la Universidad se los había proporcionado.

Los retos que vislumbra en el área fotovoltaica son en la formación de personal en el ámbito de la administración de proyectos y directores de proyectos. Formación en la ingeniería de construcción de líneas eléctricas de alta tensión, desarrollo del equipo técnico especializado en supervisión de parques solares.

Si bien todo el mundo se mueve hacia las renovables, la expansión de los proyectos en las áreas solar y eólica lleva también al desarrollo de sistemas híbridos, donde los ingenieros en energía deben estar capacitados. En cuanto al desarrollo de proyectos, se requiere que estos sean de clase mundial y esto solo se puede lograr con equipos de trabajo consolidados. Estar vigentes con las normativas nacionales e internacionales, que impactan sobre materias de electricidad; que debería retomarse en la licenciatura en Ingeniería en Energía. Y no se puede dejar de lado la parte social y de comunicación que también es importante. La educación continua es siempre un plus para un profesional.

Algunos puntos en materia de las habilidades blandas son el empleo de software como el AutoCAD, de diseño solar (PVsyst, PV design, PVcase, Solargis, Etap), normativas internacionales, amplios conocimientos en electricidad, herramientas complementarias como planner, Project, trello. El inglés es una herramienta básica que se debe dominar. Si bien la licenciatura en ingeniería en energía no tiene un enfoque científico, falta hacer esa sinergia en el plano laboral, como redactar el CV, hacer entrevistas, etc.

El Ing. Loza, es egresado de la Licenciatura en Ingeniería en Energía por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa en el año 2018. Del 2018 a 2019 laboró en una empresa

privada dedicada al sector solar fotovoltaico llamada Marsam Solar como Ingeniero de diseño y proyectos. Para el año 2020, con el mismo puesto de trabajo, comenzó laborando en otra empresa llamada Solarever México dedicada a fabricar e instalar módulos solares fotovoltaicos, ascendiendo al puesto de Gerente de Ingeniería en el 2021, realizando cursos de capacitación y certificaciones del ramo solar y culminando en 2022. Para inicios del 2023, fundó su propia empresa: SOLAR JOULE, enfocada a las instalaciones eléctricas y de sistemas solares fotovoltaicos a nivel comercial e industrial, siendo líderes hasta la actualidad. Además, actualmente es el director Administrativo de una escuela privada de nivel Preescolar.

El Ing. Loza, después de agradecer la invitación, abordó directamente los retos en los que se enfrentó. Primera en la búsqueda de trabajo y decidir qué es lo que quería hacer y lo que iba a hacer en su vida profesional. Lo primero en lo que pensó fue el de aspirar a un excelente puesto laboral, estable, bien remunerado, idealizado como ingeniero, que cree que lo va a obtener saliendo de una licenciatura de la UAM, que le implicó esfuerzos y tiempo de estudio. Pues no fue así; ¡la experiencia laboral es una parte importante! Finalmente encontró trabajo en una empresa del ramo fotovoltaico, pero no tan bien remunerada. Se percató que le hacían falta los conocimientos en energía eléctrica, y sin experiencia. Resulta que un técnico gana más que un ingeniero: se da cuenta que no solo son los conocimientos en ingeniería lo que le hace falta sino también en administración y gestión. ¡Aprender las habilidades y conocimientos faltantes fue su gran reto!

En coincidencia con Alexia, el Ingeniero en Energía cuenta con las bases de la energía, sabe cómo es cada uno de los procesos que se llevan a cabo en los sistemas energéticos, pero deben ir más allá, en la parte de dirección, liderazgo, temas de normatividad y en la generación de proyectos.

Al iniciar su negocio, el Ing. Loza se tuvo que enfrentar a temas de comunicación, liderazgo, negociación, que tuvo que ir aprendiendo de forma autodidáctica, que lo aprendió muy bien en la universidad. Se tiene la capacidad de aprenderlo por sí mismo, y se tiene que trabajar de forma individual. En cuanto a temas que debería incluir en el plan de estudios de la licenciatura está la se instalaciones eléctricas en baja y media tensión y optativas en cuestión de desarrollo de proyectos.

A preguntas directas del público el Dr. Juan José Ambriz, menciona, que, de acuerdo con las expresiones de los invitados, identifica la parte de habilidades blandas como el liderazgo, pero también el conocimiento de software y de temas de la rama eléctrica. A ello el Ing. Loza respondió que la Ingeniería en energía va bien y como todas las profesiones, es necesaria, y hace falta hacer más promoción para contribuir con la sociedad, el país y el mundo, conviviendo con profesionalismo.

Finalmente el MBA. Ruiz resaltó que el ingeniero debe tener conciencia que tiene que completar su formación con otras habilidades. Las prácticas profesionales son muy importantes para adiestrarse en la parte práctica desde la licenciatura.

2. Día 2: 15 de febrero 2024

2.1 Mesas redondas

2.1.1 Las y los Ingenieros en Energía y la Energía Nuclear

Moderador: Dr. Gilberto Espinosa Paredes

En esta mesa participaron cuatro distinguidos egresados de la licenciatura cuyas trayectorias profesionales y académicas reflejan el recorrido institucional de la licenciatura a través del tiempo, desde su fundación hasta nuestros días, mostrando los cambios de paradigmas científicos, sociales y políticos a través de la utilización de la energía nuclear en México. Todos los exponentes con excelentes trayectorias académicas y profesionales relacionadas con la energía nuclear en diferentes ámbitos. Dos profesionales enfocados en reactores de fisión nuclear y dos en seguridad radiológica y aplicaciones de las radiaciones nucleares. Cada exposición está influida por el contexto de las unidades de enseñanza y aprendizaje (UEAS) y el momento histórico.



Figura 2.1: De izquierda a derecha: M.C. Gabriel Calleros Micheland, Dr. Juan Luis François Lacouture, Dr. Gilberto Espinosa Paredes, Dr. Ivanov Reyes Maturano e Ing. Giovanni Paolo Barragán.

Primer planteamiento

- ¿Por qué medio se enteraron de la licenciatura en energía?
- ¿Qué les atrajo de ella?
- ¿Cuáles fueron las materias (UEAS) que los direccionaron y definen dentro del área de energía nuclear?

Primera intervención del Dr. François

2.1.1 El Dr. **Juan Luis François Lacouture**, es académico de la Facultad de Ingeniería, UNAM, es integrante de la primera generación de la licenciatura y egresado de la misma en 1979, año en que se incorporó a trabajar en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). ■

El Dr. François rememoró sus primeras experiencias haciendo alusión a la existencia de un Programa Nuclear Nacional que impulsaba 20 reactores a 20 GW despertando mucho interés en el desarrollo de esta tecnología. En aquel momento la licenciatura era denominada Licenciatura en Recursos Energéticos y a ella decidió incorporarse influenciado por su acercamiento a la Ingeniería Química a su paso por el Tronco Común, gracias a los prestigiados académicos Morris Schwartz y Benjamín Torres, quienes revivieron su interés en los fenómenos atómicos y nucleares; mismos que desde la adolescencia despertaban en él una curiosidad muy fuerte, con un enfoque más ingenieril que científico, pero sin una línea definida. Con él se sumaron siete compañeros, entre ellos el Maestro Ruperto Masón, el Ingeniero Ricardo Pérez, el Ing. Manuel González y la Dra. Adela Salame. Por el mismo camino, la Dra. Cecilia Martín del Campo y Dr. Gerardo Martínez Guridi, compañeros de generación, optaron por la vía de la energía nuclear. Más tarde, al término de la licenciatura, los profesores Gilberto González y Antonio Ponce, les hicieron llegar la invitación, a él y a Cecilia Martín, para incorporarse laboralmente al ININ en 1979 y es por este medio que inicia sus estudios de posgrado en Francia, reincorporándose al instituto a su regreso, y algunos años en el Instituto de Investigaciones Eléctricas posteriormente integrarse como académico en el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

A la pregunta sobre las materias académicas que cursó, el doctor refirió:

- Las básicas I, II y III de física, química, matemáticas de tronco común
- Ecuaciones diferenciales parciales
- Física de reactores 1 y 2 con Gilberto González
- Ingeniería nuclear relacionada a ciclo de combustible
- Tecnología transferencia de calor
- Laboratorio de física nuclear con el Ing. José Cruz Robles, toda una institución.
- Física moderna con Eugenio Torijano
- Física del estado sólido
- Ciencia de materiales e ingeniería mecánica por Gilberto López Dantín

Otras materias que ya no están, pero son importantes por la formación básica que proporcionan:

- Ingeniería mecánica, probabilidad y estadística
- Física del estado sólido que sirve a los solares
- Ciencia de materiales, y
- Ecuaciones diferenciales parciales

Considera que ciclo de combustible es una materia importante pero que no se imparte en la UAM

Primera intervención del M.C. Calleros

2.1.2 El M.C. **Gabriel Calleros Micheland** es egresado de esta casa de estudios en 1984 y se desempeñó como jefe de la Central Laguna Verde Comisión Federal de Electricidad (CFE). ■

El M.C. Calleros, hizo un recuento de su trayectoria recordando que, por sugerencia de un amigo de él al terminar la preparatoria, decidió ingresar a esta institución. Desde niño tuvo interés por lo nuclear, pero en esa época lo electrónico era más demandado, razón por la cual solo tres ingresaron a la licenciatura, pero ante la influencia del paradigma nuclear el profesor Ruperto Masón

fue a darles una plática sobre el tema, lo cual lo “energetizó” y convenció de irse a esta licenciatura. En un inicio veía todo muy esotérico, “que los neutrones rápidos, los epitérmicos” y no entendía mucho de las aplicaciones de la energía, pero tras su experiencia en métodos numéricos con un profesor francés, al cual no le entendía completamente por la diferencia de idioma, la perforación de tarjetas para PC’s y realización de cálculos y el monocanal del profesor Cruz para obtener fotopicos y el efecto fotoeléctrico en papel milimétrico, empezó a involucrarse más intensamente. Más adelante, la licenciatura sufrió una transición e inició cursos en física de reactores con Rodolfo Vázquez, física nuclear con el Maestro Eugenio Torijano e ingeniería nuclear con Eduardo Sáenz, así como máquinas térmicas en termodinámica con el profesor Constantino.

Al egresar se incorporó a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), pero en esa etapa el presidente López Portillo canceló el Programa Nuclear y con el bum del petróleo ingresó como ingeniero industrial. No obstante, a través del seminario de proyectos, ingresó a Laguna Verde, por obra y tiempo determinado para su construcción, participando en el área de ingeniería mecánica a cargo de Cesar García, quien era el jefe y tenía un grado de Maestría en Energía Nuclear de Nueva York. Para su ingreso presentó un examen en ciencia de materiales, resultando excelentemente calificado gracias a sus profesores de la universidad, entre ellos el francés del cual comprendió finalmente todo lo que le había enseñado. No obstante, en la planta no existía el análisis de seguridad; carecían de computadoras y todo estaba centralizado en un equipo a cargo de una persona. Como parte de su trayectoria profesional, posteriormente, fue cambiado a Jefe de Física Aplicada para tramitar la licencia de operación de construcción, realizar el PSAR (Reporte Preliminar para Análisis de Seguridad de la planta; Preliminar Security Analysis Report); de esta forma conoció al Físico Valdovinos, como Jefe de Planta lo lleva a Física Aplicada (reencontrándose en el camino profesional con el Dr. Espinosa Paredes) y donde había un asesor australiano con doctorado en licencia de centrales no en diseño de reactores, a petición del Dr. Espinosa Paredes le preguntó por el by pass en el reactor, descubriendo que ambos tenían un perfil completamente diferente a pesar de trabajar en el diseño y construcción de Laguna Verde. En esta etapa, el Maestro Calleros tenía acceso al libro de los requisitos para el Capítulo de FSAR (Final Safety Analysis Report, que contiene las cuestiones técnicas de operación con las regulaciones para ingeniero de reactor), donde solicitaban maestría, aunque en ese momento había una persona, un físico sin maestría que había sido ingeniero de reactor; a pesar de ello, no se podía pasar del Área de Construcción a Operación, estaba penado. En ese momento, el Área de Operaciones lo invitó a ser encargado de la computadora de proceso del núcleo del reactor, pero su jefe bloqueó la transferencia al romper la invitación, siendo trasladado al arranque de la Unidad 1 y, dado que faltaba concluir con la Unidad 2, lo enviaron a un curso de capacitación para construirlo.

Mientras se construía la unidad en la planta, no tenía acceso a la computadora de proceso del núcleo del reactor. Con la Unidad 1 en operación y la Unidad 2 en desarrollo, su jefe lo asignó por tres semanas a la instalación del TIP en la Unidad 2, que contaba con dos máquinas en lugar de tres para reducir costos. Este sistema permite calibrar instrumentos nucleares dentro del reactor, asegurando el monitoreo de dos terceras partes del núcleo en caso de fallas.

Tras completar esta fase, continuó en el área de física aplicada, donde contribuyó a la reestructuración y creación de la disciplina de análisis nucleares del reactor. Además, se implementaron cursos especializados de TECNATOM sobre análisis del núcleo, transitorios y operación de emergencia, incorporando nuevo personal en construcción, operación e ingeniería. Posteriormente, fue nombrado Jefe de Grupo de Análisis de Transitorios y obtuvo una plaza en Análisis Nucleares del Reactor. Más tarde, el Jefe de Ingeniería del Reactor, Raimundo Gómez, lo invitó a supervisar el reactor, requiriendo completar cursos fundamentales en ingeniería nuclear, operación y tecnología de la central Laguna Verde.

En su nueva ubicación, participó en las pruebas de arranque manipulando SCRAMS (Apagado súbito del reactor). Básicamente consiste en que con la presión del reactor más la presión del nitrógeno en tanques, se pueden insertar las barras de control de abajo hacia arriba, pero lo importante es cerrar esos tanques con nitrógeno para no ayudar al empuje de las barras de control y solo se realice con la presión del reactor, siempre considerando, para la radiación, el Criterio LARA tan bajo como sea racionalmente posible “As Low as Reasonably Achievable”. Durante el

procedimiento, cometió errores en el manejo de los interruptores, cada uno controlaba una barra de control, y lanzó una barra de control estando al 70% de potencia, afortunadamente era una barra de control periférica y no una barra central. Por ello no afectó al núcleo. Tras el incidente, lo enviaron a un curso de selección, al curso de nuclear básico, posteriormente al curso de entrenamiento en el trabajo, y lo basifican como Ingeniero del Reactor por parte del Ing. Pancho Torres.

Primera intervención del Ing. Paolo Barragán

2.1.3 El Ing. Giovanni Paolo Barragán es egresado de esta casa de estudios en 1998 actualmente labora en Instrumentadora de Sistemas para el Transporte S.A. de C.V. ■

El comentó que el plan de estudio ha disminuido demasiado, en sus palabras “la mesa esta corta de un lado”. La UAM forma para investigación o para trabajo ingenieril y es un enfoque muy práctico y versátil. La formación proporciona una visión amplia. En su experiencia, tiene conocimiento de energía solar y nuclear. Ha participado en medidores industriales, con aplicación en las áreas médica, industrial y docencia. En energía hay muchas aplicaciones, pero no se debe de dejar la investigación. Hay aplicaciones, de precisión, para el llenado de latas de refresco, sándwiches en vacío, dispersión de neutrones en carreteras, detectores de humo, entre otros, que son aportaciones de la energía. Desde el diseño, construcción, licenciamiento, seguridad y protección. En la actualidad, ya no se hace seguridad, solo protección radiológica, porque te venden tecnología para ello, incluyendo licenciamiento para órganos reguladores de cada país, pero aun así es una rama muy importante que no se debe abandonar. No obstante, hacen falta aplicaciones en México como:

- Está muy centralizado el uso de radiaciones en la CDMX
- Generación de radionúclidos para aplicaciones médicas
- Generación de Tecnecio
- Falta acompañamiento entre teoría y práctica
- Conocer instalaciones médicas desde la construcción y licenciamiento.
- Ampliar áreas de oportunidad y participar en eso

El modelo de la UAM es muy exigente y demandante, pero egresan profesionistas de alto perfil. En su generación ingresaron 3 grupos de poco más de 40 estudiantes, pero no se graduaron todos y muchos de ellos se pasaron a otras escuelas, menos exigentes, donde concluyeron sus estudios, por el menor nivel de exigencia y tipo de formación respecto a la UAM.

Observa que cambió el plan de estudios y el nivel de profundidad de cada materia, y comentó que para acciones de seguridad radiológica en México se solicitan perfiles más formados profesionalmente, con orientación en el área fisicomatemática o químico biológicas y grado de licenciatura, mientras que, en otros países, como Colombia, para el diseño de instalaciones radiactivas y ser POE basta el bachillerato. Aclaró que el POE representa el primer acceso para el área nuclear. Mencionó las aplicaciones energéticas que ya no existen pero son útiles, como la radioinmunoanálisis. Las aplicaciones médicas son los estudios mismos, ingresando material radiactivo en estudios, o radioterapia. O aplicar yodo 131 para cáncer de próstata o poner cápsula de iridio 192 para controlar un cáncer.

Los radiofármacos para controlar el dolor es otra actividad potencial, como ingresarlos al país o desarrollarlos dentro. Áreas de interés el Transporte de material radiactivo. Estafeta ya no tiene este permiso para transporte de estos materiales. Entonces el diseño y licenciamiento para construir estos dispositivos; la construcción de ciclotrones privados MIMSA, INCAN, deberían de existir en cada hospital, además de comentar que en México hay de dos tipos por emisión de positrones o radiación gamma, y quien lo hace es el ININ a cargo de un Ing. en energía.

Saber qué sustancia se puede montar con un radio fármaco y realizar cierto estudio para un mejor diagnóstico. La posibilidad de aplicar tecnología nuclear, todavía es muy costosa. Por ejemplo, con respecto a equipos de resonancia magnética de 7 Teslas, a veces sale más barata una gamma cámara que se puede traer desde el extranjero por 300 mil dólares, por lo que ya existen en instalaciones privadas. La gama de operación de las y los ingenieros en energía es muy amplia. Están en hospitales. Seguridad radiológica en el área de la salud, en pediatría, en oncología, en radiación. Hay liderazgo en radioterapia en hospitales por parte de la UAM, con una lista muy

larga de colegas dentro del sector. De esta forma, la Comisión ha dado el valor al físico médico, no se requiere maestría por ser muy específica; no obstante, entre las aplicaciones y las necesidades del país no es fácil ver la relación que existe entre ambos rubros. El Ingeniero Barragán agradeció mucho de una tía egresada de la UAM Xochimilco el haber tenido la oportunidad de quedarse en la UAM Iztapalapa porque ella lo interesó a presentar el examen de admisión, el cual pasó y ahí inició su carrera de ingeniero en energía.

Primera intervención del Dr. Reyes

2.1.4 El Dr. Ivanov Reyes Maturano, es egresado de de esta casa de estudios en 2006, actualmente trabaja en Radio Nuclear S.A. de C.V. ■

Comentó que ingresó tardíamente a la licenciatura, con experiencia en el área de mantenimiento en el IMSS, por lo que a su ingreso a la UAM era muy difícil el estudio, difícil por su trabajo, pero él quería ayudar al IMSS y le interesaba la administración energética, no obstante, por sus horarios se acomodaba más en lo nuclear. Dicha circunstancia fue acorde con su interés en aportar a su institución laboral y por ello logró su meta. Por ahora, ya no está en el IMSS, pero posterior a su egreso fue encargado de la seguridad radiológica manejando fuentes de radiación abierta en el área de medicina nuclear; éstas no se encuentran selladas dentro de una fuente, se abre la fuente, se mete al paciente y se aplica la gammagrafía. En pacientes con enfermedad metastásica, es por medio de la gammagrafía ósea, donde más puntos de reproducción celular son visibles en el sistema óseo, son muchísimos puntos que dan la mayor producción celular oscuros en negro, por medicamentos para irse a un órgano diana. Con los materiales radiactivos de fuente abierta que presentan riesgos de incorporación a quien lo aplica, es ahí donde entra el ingeniero de energía. En seguridad radiológica. Por vía intravenosa, se inhala, se bebe, los riesgos son reales y es responsabilidad de las y los ingenieros asegurar y preservar la seguridad del personal a cargo.

En el hospital de especialidades del IMSS hay víctimas con secuelas serias. La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas, se volvió más estricta en el uso del manual de seguridad vigente desde finales de los 80s, y puede modificar las normas para aplicaciones médicas. El ingeniero colabora en el equipo para evitar que se repliquen los incidentes, conoce riesgos, características de los materiales, propiedades, por ello menciona la importancia de trabajar en colaboración con otras disciplinas, ser paciente, tolerante, trabajar en equipo, con gente de sociales. Tal como lo enseña la UAM a sus estudiantes.

Segundo planteamiento

¿Qué recomendarían a los estudiantes para fortalecer su mejor desarrollo (académico y profesional)?

Segunda intervención del Dr. François

Respondió que para las nuevas generaciones es importante saber redactar, expresarse, el inglés es útil. Hoy los retos son redes neuronales, algoritmos genéticos, inteligencia artificial que no es tan nueva (antes redes neuronales). Aprendizaje de tipo automático (machine learning) ciencias de datos, gemelos digitales. Se deben atender: el manejo del Hidrógeno, producirlo, almacenarlo, procesarlo, transportarlo. Planeación energética, pues no lo ve en las materias. Desarrollar fuentes de energía económica, sostenible, amigable, basadas en ciencias básicas. El mundo es cada vez más competido, pero tener esas habilidades suaves de saber vender el conocimiento.

Segunda intervención del M.C. Calleros

Por su parte comentó que él tuvo que adquirir y desarrollar habilidades fuera de la universidad, estas fueron:

- Habilidades blandas
- Manejo de personal
- Planeación administrativa
- Planeación de procesos de la central
- Interactuar con autoridades

Reconociendo ampliamente el perfil del egresado UAM al afirmar que *Dejaría la parte técnica como está, lo administrativo se aprende más rápido por fuera. Otras escuelas son más administrativas (como el Tecnológico de Monterrey) pero menos técnicas, quedémonos así, lo administrativo, las habilidades suaves se adquieren más fácilmente.* Al final de su intervención sugiere añadir el control de procesos.

Segunda intervención del Ing. Barragán

Por su parte, afirmó que lo más importante es tener manejo de hardware y software, saber usarlos. En escuelas privadas lo tienen, más audiovisuales. El manejo de la información. El presentarla es fundamental más que tener los datos crudos. Desarrollo de aplicaciones es posible. Idiomas, inglés, chino, desenvolverte con la gente. El servicio social afuera sirve mucho. Así mismo:

- Incorporar materias de uso de energía nuclear en el área médica.
- Usar aprendizaje de competencia autoaprendizaje regulado y permanente.
- Colaborar con la UNAM
- Aprender a ser jefes, hay que saber negociar con autoridades, con el sindicato
- Saber convivir.

Siendo realistas son los amigos los que abren la puerta en los empleos. De ello se desprende la importancia del saber convivir.

La licenciatura en Ingeniería en Energía de la UAM ha sido testigo de la formación de profesionales exitosos a lo largo de medio siglo. A través de cuatro trayectorias, se muestra cómo los egresados han aplicado sus conocimientos en diversos ámbitos, influenciados por docentes comprometidos que dejaron una huella imborrable en su educación.

Estas historias reflejan la transmisión del conocimiento de generación en generación, con egresados que han enfrentado desafíos profesionales gracias a su sólida formación en ciencias básicas y disciplinas ingenieriles. Su preparación les ha permitido incursionar en áreas como la administración, seguridad y comunicación, demostrando flexibilidad y capacidad de adaptación.

El contexto político y social ha impactado la evolución de los programas académicos, ajustando el perfil del egresado a las necesidades energéticas del país. Sin embargo, la falta de impulso a energías limpias y la priorización del petróleo han limitado el desarrollo de alternativas sustentables, afectando la matrícula de la licenciatura y frenando el avance del sector energético en México.

2.1.2 El desarrollo de la Ingeniería en Energía en la Termodinámica

Moderador: Dr. Raúl Lugo Leyte

La mesa redonda titulada “Desarrollo de la ingeniería en energía en la Termodinámica” tuvo como propósito expandir la visión de las y los ingenieros en energía sobre el campo de la Termodinámica a través de las experiencias de egresados de la ingeniería. La mesa redonda se llevó a cabo el día 15 de febrero del 2024 y tuvo una duración de 90 minutos.

En la introducción el Dr. Raúl Lugo señaló que a través de los 50 años que tiene la Universidad y la Ingeniería en Energía en la línea de Termodinámica, sus egresados han y están trabajando en empresas como ejemplo Siemens, Engie, Wartsilä, ABB, Iberdrola, TransCanada, CFE, IMSS, PEMEX, Mextypsa, Nissan, Cars Energy, Servintesp, Solar, Huawei, ICA, General Motors, entre otras, en donde las y los ingenieros en energía se han desarrollado en el campo de la Termodinámica. Durante estos primeros años los egresados fueron formados por el profesor Constantino Álvarez, la maestra Iliana Velasco y otros, que dejaron un legado y una tarea de seguir innovando el área de la Termodinámica. Además, los egresados del área de Termodinámica no sólo se han desarrollado en la industria, sino también, en la investigación y actualmente trabajan por ejemplo en la UAM-Iztapalapa, UAM-Cuajimalpa, UAM-Azcapotzalco, Tecnológico III de Tláhuac, UNAM, IPN, UACM y el Tecnológico de Ecatepec.

La mesa estuvo integrada por el M.I. Ignacio Aguilar Adaya, él es egresado de la licenciatura de Ingeniería en Energía, hizo el posgrado en Energía y Medio Ambiente; durante su estancia en la licenciatura hizo una movilidad a la Universidad Politécnica de Catalunya, y obtuvo la medalla al mérito: Él se ha desempeñado en los ciclos combinados de Valle Hermoso con una capacidad de 500 MW, Central Saltillo con 247 MW de la empresa Japonesa Mitui; posteriormente, colaboró en



Figura 2.2: De izquierda a derecha: Ing. Juan Carlos Quintero Cortés, Dr. Raúl Lugo Leyte, Ing. José Manuel Cajigas Silva, Ing. Leonardo Salas Islas, Dr. Martín Salazar Pereyra y el M.I. Ignacio Aguilar Adaya.

General Electric y estuvo trabajando en turbinas Heavy Duty, tanto en México y Estados Unidos. Actualmente, trabaja en Travel Monterrey, con ciclos combinados con capacidad de 260 MW y 230 ton/h de vapor.

El siguiente ponente fue el Ing. Juan Carlos Quintero Cortés, también egresado de la licenciatura en Ingeniería en Energía, obtuvo la medalla al mérito universitario, cursó un Diplomado en Cogeneración en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, ha participado en diversos cursos de índole comercial, técnico y administrativo en Finlandia, Suecia, Países Bajos, Francia, Estados Unidos y Brasil; trabajó en la empresa Filandesa Wärtsilä, con sede en México y Estados Unidos; posteriormente trabajó en la empresa Alemana Siemens, tiene experiencia en ciclos combinado y ha instalado una capacidad de 1045 MW.

Otro egresado de Ingeniería en Energía que participó en la mesa fue el Ing. José Manuel Cajigas Silva, quien tiene una maestría en Ingeniería Petrolera. Actualmente cursa una segunda maestría en Hidrocarburos y Energéticos en el Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con 10 años de experiencia en plataformas marinas y se especializa en el aseguramiento de flujos que es un “Boom para los ingenieros en energía”. Se desempeña profesionalmente en PEMEX Exploración y Producción, en donde es el responsable del desarrollo e implementación del módulo de redes de flujo en el sistema de operación digital integral de campo.

El siguiente participante es el Ing. Leonardo Salas Islas, quien en su seminario de proyectos en la UAMI trabajó en combustión y aire acondicionado; al egresar trabajó en General Motors durante 10 años y, posteriormente, ha estado trabajando en la empresa canadiense Exos Industrias; también, hizo una maestría en finanzas y la terminó en el año 2022.

El último ponente es el Dr. Martín Salazar Pereyra, él es Ingeniero en Energía y realizó la maestría en la ESIME Zacatenco e hizo el doctorado en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, actualmente, es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, pertenece al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores.

Primer planteamiento

¿Cuáles fueron los primeros retos que enfrentó al ejercer la licenciatura como recién egresado? ¿Cómo llegó a su campo actual de desarrollo profesional? ¿La formación proporcionada por la UAM-I en cuanto a conocimientos, habilidades, actitudes y aptitudes adquiridas fue suficiente para progresar en el campo?

El Ing. Leonardo Salas responde que, al término de la carrera, él no sabía lo que sabe hacer, ni

tampoco porqué General Motors lo contrató, sin embargo, lo que le ayudó fue lo que aprendió en las clases de Termodinámica, que es lo que aplicó. Él realizó el dimensionamiento para autos del aire acondicionado y sistemas de calefacción, lo que le hizo acreedor al premio de ingeniería global de General Motors por el diseño de un tanque del sistema de aire acondicionado de un vehículo. Esta idea le surgió a partir de una clase de Termodinámica sobre una curva de calidad de vapor del agua, pero lo que le sorprendió dentro de la empresa es que nadie de sus compañeros sabía sobre este fenómeno y se dio cuenta que él sabía algo más que ellos, y que no veían, y eso hizo que cambiara su perspectiva sobre sí mismo, desde no saber nada hasta aplicar la ingeniería en aire acondicionado para autos de una compañía tan grande. Sin embargo, tomó la decisión de cambiar de una empresa tan grande como General Motors a otra más pequeña. Él veía que aún, cuando es una empresa tan grande siempre iba a ser pequeña, porque tenía compañeros del mismo rango y crecer sería un poco lento; entonces. Cuando Exo-s, que es uno de los proveedores de GM, le ofrece un puesto como gerente y le da la oportunidad de administrar la capacidad de los nuevos ingenieros lo acepta. Esta nueva posición le permite comparar las capacidades de diversos ingenieros como los ingenieros de la UAQ y le da satisfacción saber que los ingenieros en energía de la UAM-I tienen una mayor capacidad y saben temas que el promedio no maneja.

Por su parte, el Ing. Juan Carlos Quintero comenta que él es una persona ordinaria y no tiene talentos especiales que lo han llevado hasta donde está ahorita. Mencionó que en su infancia empieza con la inquietud de la ciencia quemando papel y palitos de madera, posteriormente, intentó empollar un huevo, pero no salió nada bien y obtuvo un huevo duro. Cuando termina la preparatoria encuentra un folleto donde le mostraba la carrera de Ingeniería en Energía con especialidad en energía solar con el apoyo de su padre tomó la decisión de estudiar esta ingeniería sobre cualquier otra ingeniería, recordó que, su padre le dijo “Deja al sol que nos caliente y mejor ponte a trabajar”, pero gracias a su rebeldía de la adolescencia decide hacer el examen de admisión y queda seleccionado. Durante sus estudios aún seguía con problemas de disciplina, pero la Universidad le enseñó a ser responsable; cuando ingresó quería enfocarse a la energía solar, pero al platicar con sus compañeros y la difícil situación de la generación de energía eléctrica, además, tenía afinidad por las máquinas, comienza a tomar clases como máquinas térmicas, simulación de procesos, entre otras, su afinidad creció con la Termodinámica. Pero seguía con la duda, de cómo sería capaz de poder operar equipos de tamaño industrial; sin embargo, algunos profesores le dijeron “tranquilo, sigue estudiando para que aprendas más”. Mediante distintos proyectos su perfil terminó por definirse, pero gracias a los cimientos de conocimiento de la carrera dieron pie a lo que es hoy en día.

El Ing. Quintero señaló que existen otras habilidades que debe un ingeniero fortalecer como el dominio del inglés, incrementar las relaciones profesionales y sociales, porque como ingenieros en ocasiones se centran en modelos matemáticos y dejan a un lado el ámbito social. Es muy importante no imponer el criterio personal para poder trabajar en equipo. Por otra parte, pasar de la teoría a la práctica fue difícil, porque en el mercado le importa vender sin dar tanta explicación científica.

El Ing. Manuel Cajigas agradece a la UAM-I y a los profesores que lo formaron, por ser el ingeniero que es hoy en día y recalca que, el ser ingeniero no significa estar en los libros todo el día, sino lo importante es tener un enfoque o un objetivo y, que esto hará la diferencia en la vida profesional. Como ingeniero egresado aconseja ser disciplinado en la vida escolar como en la personal. Al salir de la carrera, buscó diferentes oportunidades de trabajo que en algunas ocasiones no cumplían sus expectativas, por ello fue a buscar trabajos fuera de la ciudad, además, derivado de su estancia como alumno comenzó a publicar trabajos, lo que le permitió contactarse con ingenieros que participaba en proyectos petroleros, con lo cual le fue posible conocer el mundo de la industria a través del dimensionamiento de turbinas y compresores. Esto le dio la oportunidad de entrar a PEMEX como operador, que consistía en poner el petróleo de los yacimientos en condiciones para enviarlos a la refinería. Señaló que, actualmente está encargado de los campos digitales que utilizan machine learning e IA que son temas de actualidad, por eso, como ingenieros en preparación, recomienda estudiar a la ciencia de datos, la analítica predictiva, analítica descriptiva y cómo emplearla; con estos conocimientos un egresado puede ingresar a cualquier empresa.

El Ing. Ignacio Aguilar extendió un agradecimiento al igual que el resto de la mesa por la formación brindada por los profesores que conforman la Ingeniería en Energía. Él opera ciclos

combinados y su empresa en la que trabaja brinda servicio a 25 clientes. Para llegar a ser el responsable de esta planta, comenta que al salir de la Universidad existe una brecha bastante amplia, porque su perfil se orientaba a la simulación, pero su plan era la operación de los equipos y con el paso del tiempo fue escalando sus responsabilidades. Algo que agradece a la Universidad y en particular a la Planta Piloto 2, es la diversidad de temas que se trabajaban y que se aplicaban para participar en los congresos. También comentó que es importante estudiar un segundo idioma que es el inglés, pero no sólo quedarse con eso, sino tener que aprender uno más porque en industrias grandes se conoce a diferentes personas del mundo.

Para cerrar la primera pregunta de la mesa redonda, el Dr. Martín Salazar comentó que se dedicó a la investigación con el fin de ser profesor de manera similar a los profesores que lo formaron. Él se dedica al área de Termodinámica, transferencia de calor y el uso eficiente de la energía. Comenta que su transición de ser estudiante a docente no cambió mucho porque sigue realizando investigación, pero la investigación como profesor es con mayor rigor. El ámbito de la ingeniería es un campo bastante amplio; sin embargo, su enfoque es a la generación convencional como sistemas de combustión interna.

Mencionó que no existe una distinción entre la industria y la investigación en cuanto a las características que debe manejar un ingeniero en energía dentro de la carrera y de manera personal.

Segundo planteamiento

¿Cuáles son los temas de actualidad para que un Ingeniero en Energía se desarrolle en el medio energético en la temática de la mesa? En su opinión ¿La formación básica en la LIE sigue siendo sólida?

Ante esta pregunta, el Ing. Martín Salazar comenta que dentro del campo laboral se ha encontrado con diferentes problemáticas y todas se basan en la Termodinámica en diferentes áreas, con el fin de tener una mayor eficiencia energética y dando así la pauta de que el campo de la ingeniería en energía es bastante amplio, porque los procesos se basan en la Termodinámica.

El Ing. Leonardo Salas menciona que existen tres tipos de ingenieros: los primeros son los que no saben, pero quieren “marear” a quien los entrevista; el segundo tipo de ingeniero es aquel que “medio tiene” los conocimientos; por último, el tercer ingeniero es el que sabe. Él comenta que no le interesa como empresa que sepan sobre equipos o cosas tan técnicas, pero lo importante es que tengan las bases teóricas o conocimientos, en donde al plantearles alguna problemática sepan resolverlas. “Corte comercial: Exos está buscando ingenieros en energía para contratar”.

Para el Ing. Ignacio Adaya, los fundamentos termodinámicos son muy sólidos como máquinas térmicas, procesos termodinámicos y exergía, él afirma que incluso, él se preguntó durante sus estudios, si el modelado matemático se iba a utilizar en algún momento. Ahora como comenta que sí, porque para que uno se centre en la operación, se deben cumplir modelos matemáticos que tiene CENACE, que controla las redes interconectadas a la red que lo utilizan. Todas las materias dentro de la carrera se utilizan como instrumentación industrial, simulación de procesos, procesos termodinámicos; sin embargo, bajo su criterio, la materia de ingeniería de costos debería mejorar, porque según su experiencia, hoy en día aparte de operar la planta, también tiene que realizar presupuestos de cómo opera la planta. Otra materia que debería implementarse sería la de ingeniería de máquinas eléctricas, que es importante para ingenieros solares, eólicos, térmicos, en sí, de manera general. En resumen, la parte térmica es un área sólida dentro de la carrera.

El Ing. Manuel Cajigas dice que la ingeniería en energía está en constante evolución, él se enfocaría en la transición energética en cómo transformar a la industria de hidrocarburos en energías limpias; otro tema importante sería la normatividad, todos los temas legales de la energía, esto permite tener una visión periférica para tomar decisiones en el proyecto, que estará sujeto a los temas legales. También es importante la ingeniería económica para realizar un análisis de costos en un proyecto, porque en muchas ocasiones, las soluciones son buenas, pero al momento de cuantificar los recursos, el proyecto no es viable por la parte de los costos. Otro tema importante que los Ingenieros en Energía deben fortalecer es el idioma, mínimo se debe hablar inglés. También considera relevante a la base de datos, aprender a programar y esto ayuda a tener una mente estructurada, llevar de un lenguaje matemático a una solución técnica.

Para finalizar la mesa redonda, el Ing. Juan Carlos Quintero asume que, el plan de estudios

de la carrera de Ingeniería en Energía es sólido, al comparar el mapa curricular de la UAM con universidades del extranjero, las materias son muy parecidas. Comenta que, la Termodinámica es una ciencia que no cambia sólo se transforma; se debe aprender a cambiar, a tratar cualquier equipo o cualquier reto que se presente mediante las bases termodinámicas.

2.1.3 Las y los Ingenieros en Energía y Eficiencia Energética

Moderador: Dr. Juan José Ambriz García

Durante 90 minutos, cuatro distinguidos ingenieros en energía de la UAM-I que han desarrollado su vida profesional en temas relacionados con la eficiencia energética compartieron con la audiencia sus recuerdos, vivencias y recomendaciones.



Figura 2.3: De izquierda a derecha: Ing. Erasmo Hernández Rodríguez, Dr. Rafael Friedmann, Dr. Juan José Ambriz García, Ing. Alfredo Aguilar Galván e Ing. Benjamín Israel Arroyo Arrona.

Primer planteamiento

Conforme la propuesta del Comité Organizador, la primera ronda de intervenciones se refirió a su inserción al mercado laboral.

2.1.5 El Dr. Rafael Friedmann se graduó en 1979 como Ingeniero en Energía. Al graduarse, trabajó con el Dr. Rafael Almanza en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Obtuvo la Maestría en Ing. Mecánica en el Instituto de Tecnología Technion en Israel y su Doctorado en el Grupo de Energía y Recursos de Universidad de California en Berkeley. Trabajó 17 años evaluando programas de eficiencia energética en PG&E, California. Es consultor en programas y políticas de eficiencia energética y energías limpias en varios países, incluido México. ■

En su primera intervención, el Dr. Friedmann, quien ingresó a la licenciatura de Ingeniería en Energía en 1975, manifestó su alegría de estar de nuevo en su Universidad y la grata impresión que le causaba el que hubiera muchas mujeres entre la audiencia, lo cual muestra el gran potencial de esta licenciatura. Comentó que su inserción laboral fue rápida y relativamente tersa, ya que al concluir sus estudios se incorporó de inmediato como personal académico en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Su primera impresión es que sabía muy bien los aspectos teóricos de la disciplina pero le faltaban elementos para traducirlos al problema concreto que se enfrentó al diseñar el captador solar de un concentrador cilindro-parabólico y que aprendió a escuchar a los técnicos que tenían experiencia tecnológica para irlos adquiriendo.

Siguió su preparación estudiando la maestría en energía solar en el Instituto Technion en Israel y, posteriormente, hizo su doctorado en el Grupo de Energía y Recursos de la Universidad de California en Berkeley. Su tesis se enfocó al impacto de las políticas y programas públicos para

promover la eficiencia energética y así reducir la demanda de energía futura en los hogares de México. “De esta manera fui cambiando de perfil, de lo muy técnico y básico a algo más amplio”. Trabajó 17 años como analista estratégico evaluando programas de eficiencia energética en la empresa Pacific Gas and Electric en California, EUA.

El Dr. Friedmann ha sido consultor de políticas públicas en eficiencia energética y energías limpias durante la mayor parte de su carrera profesional en varios países incluyendo México. Hizo un llamado al alumnado para incursionar en esta rama de la eficiencia energética debido a la necesidad apremiante de disponer de energía limpia y asequible con nulo o mínimo impacto ambiental que requiere de personal capacitado que pueda diseñar programas regionales y nacionales, que puedan alimentar con información fundamentada a los tomadores de decisiones, políticos y reguladores, principalmente.

2.1.6 El Ing. Alfredo Aguilar Galván es Ingeniero en Energía egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana en 1991, distinguido con la medalla al mérito universitario. Especialista en eficiencia energética, ahorro de energía, aplicación de energía solar fotovoltaica y optimización de procesos y modernización tecnológica. Actualmente es el Director General del Grupo Ingeniería Energética Integral, que agrupa a las empresas: Ingeniería Energética Integral, Ingeniería Energética Sustentable, Calidad y Eficiencia en Aire Comprimido y Energy Saving Services LLC en Miami Florida, USA. Sus proyectos han recibido el Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica con 24 empresas diferentes. ■

A continuación, el Ing. Alfredo Aguilar Galván comentó que a su salida de la UAM tuvo que enfrentarse a la situación de que en varios lugares no “sabían qué era un Ingeniero en Energía”, comentó que en PEMEX, por ejemplo, “ni siquiera me permitieron ingresar una solicitud, dado que en su catálogo de especialidades no estaba esta licenciatura”. Finalmente, señaló que logró incorporarse a una empresa que hacía proyectos de eficiencia energética principalmente enfocados a edificios e iluminación para colaborar con ingenieros de distintas especialidades y que su preparación le permitió diseñar programas para facilitar y agilizar las evaluaciones energéticas. Comentó que su buen desempeño le permitió abordar labores cada vez más complejas y en su momento poder invitar a esa misma empresa a otros ingenieros en energía.

Cuando consideró que era el momento adecuado, el Ing. Galván fundó la empresa Ingeniería Energética Integral para realizar trabajos de eficiencia energética, optimización de procesos y modernización tecnológica principalmente para el sector industrial. En la actualidad es el Director General del Grupo que agrupa a su vez 4 empresas con objetivos similares y la más reciente en Miami, Florida, EUA. Enfatizó que la preparación de la UAM y la forma de trabajar se lo debe totalmente a esta Universidad, que cómo universidad pública le permitió estudiar y graduarse como ingeniero.

2.1.7 El Ing. Erasmo Hernández Rodríguez es Ingeniero en Energía, egresado en 1998. Trabajó en la empresa Optimización de Equipos de Combustión de 1998-1999. Fundador de las empresas Combustión, Ingeniería y Servicios en el año 2000; en 2013 de la empresa Calderas, Instrumentación y Soporte, y en 2016 a la empresa Soluciones en Ingeniería de Vapor. A partir de 2018 es el Director del grupo CISSA. Generan proyectos de ahorro en Grupo Bimbo, PepsiCo, Becton Dickinson, La Moderna, Grupo Sigma, Grupo Gruma, entre otros. Actualmente cuenta con una plantilla de poco más de 100 trabajadores en el grupo. ■

Por su parte, el Ing. Erasmo Hernández Rodríguez, actual Director del grupo Combustión, Ingeniería y Servicios, CISSA, quien egresó de Ingeniería en Energía en 1998, comentó “a mí sí me costó trabajo terminar mis estudios, es pesado, me tardé más de lo planeado, pero sí lo logré”; también manifestó sentirse orgulloso de ser un producto de una universidad pública de excelencia como es la UAM. Comentó que realizó su servicio social en la Secretaría de Energía en una área de normatividad pero no hubo oportunidad de quedarse a trabajar ahí. Después de algunos intentos

pudo colocarse en una empresa de mantenimiento a equipos de combustión, en donde fue teniendo cada vez mayores responsabilidades pero muy pronto se dio cuenta que en esa organización sus opciones de crecimiento eran limitadas, por ello, y después de trabajar dos años en esa empresa y con las habilidades que la Universidad le había proporcionado fundó su propia empresa de servicios e ingeniería de la combustión, posteriormente, por las exigencias del trabajo le fue conveniente crear otra empresa enfocada a instrumentación y calderas y una tercera en el manejo de vapor. El Ing. Hernández destacó que, en México, “a pesar de que la mayor parte de la energía que se utiliza en la industria es de origen térmico mediante combustión, hay una gran carencia de profesionales que ataquen este sector de la eficiencia energética; el despilfarro en las áreas de combustión y vapor es enorme”, por lo que compartió este hecho como una gran posibilidad de desarrollo profesional. Hizo particular énfasis que se debe ser muy serio al trabajar con la industria, “no puedes fallar, ni quedar mal; si te comprometes a algo debes hacerlo correctamente y en el tiempo establecido”.

2.1.8 El Ing. Benjamín Israel Arroyo Arrona es Ingeniero en energía por la UAM Iztapalapa; especialista de Ahorro y Uso Eficiente de la Energía área Térmica de la UNAM. Se ha desempeñado como Ingeniero de Proyectos, Jefe técnico, Profesor de Asignatura, Consultor en diversos proyectos de ahorro y uso eficiente de la energía, sustentabilidad y energía renovable. Actualmente es Director de Operaciones de ECOSOLMEX, S.A. de CV., Presidente del Comité Nacional de Peritos en Energías Renovables Y Perito en Energías Renovables. Participa como coordinador, capacitador y evaluador de estándares de competencia CONOCER. ■

Finalmente, el Ing. Benjamín Arroyo Arrona quien es Ingeniero en Energía por la UAM Iztapalapa desde 2010, inició su intervención comentando que los tres colegas que lo antecedieron “eran casos de éxito que supieron aprovechar las oportunidades que se les presentaron pero que no había que perder de vista a los que no todos lo lograron”. Comentó que él no sentía haber alcanzado aún todas sus metas, pero sí satisfecho, inclusive sorprendido, con lo alcanzado.

El Ing. Arroyo inició su desarrollo profesional realizando prácticas profesionales en una Asociación Civil enfocada al ahorro de energía, en donde su trabajo era evaluar los informes de estudios de eficiencia energética de los consultores, curiosamente algunos presentes en esta mesa. Posteriormente estudió la especialidad en Ahorro y Uso Eficiente de la Energía en el área Térmica de la UNAM. La formación de la UAM, más su especialidad y que además tiene una carrera técnica en electricidad le facilitó integrarse al campo laboral como ingeniero de proyectos, ascender a jefe de cuadrilla, responsable técnico y como consultor en proyectos de ahorro y uso eficiente de la energía, sustentabilidad y energía renovable. Actualmente es socio fundador y Director de Operaciones de la empresa ECOSOLOMEX, que es una organización dedicada a la eficiencia energética y a las energías renovables. Es Presidente del Comité Nacional de Peritos en Energías Renovables.

Concluyó su intervención recapitulando que el ingreso al mercado laboral de un Ingeniero en Energía tiene mucho que ver con las circunstancias del momento presentes cuando accede al mercado ocupacional, que pueden ser políticas, ambientales y legales, entre otras. Además, señaló que la competencia con egresados de otras ingenierías es amplia pues la oferta también lo es, por lo que un joven egresado debe pensar en qué ventajas tiene qué ofrecer, qué de su formación lo hace atractivo al probable empleador, principalmente.

Segundo planteamiento

La segunda ronda de intervenciones se enfocó a los temas de actualidad para que un ingeniero en energía se desarrolle en la eficiencia energética y recabar su opinión sobre si la formación básica en la Licenciatura sigue siendo sólida e importante para su desempeño.

Hubo consenso entre los participantes de la mesa que la formación básica de la licenciatura de Ingeniería en Energía les permitió atacar los diferentes problemas a los que tuvieron que enfrentarse de mejor manera y que en muchas ocasiones esos conocimientos básicos o fundamentales les facilitó encontrar soluciones a problemas específicos, por lo que es muy conveniente mantenerla.

Entre los temas a reforzar del plan de estudios, el Ing. Aguilar apuntó, que como emprendedor

tuvo que aprender temas relacionados con ese campo, además de contabilidad, administración, manejo de recursos humanos, etcétera. Señaló que es muy importante “querer enfrentar el reto y amarlo”, que es parte del ejercicio profesional y cómo resolverlo. De su propia formación recibida cuando cursó la licenciatura y por su experiencia con egresados recientes que ha recibido en su empresa, al plan de estudios de Ingeniería en Energía le hace falta reforzar conocimientos en:

- Ingeniería eléctrica, instalaciones eléctricas, redes eléctricas, código de red; no es necesario ser especialistas, pero sí hablar el lenguaje y entender los fundamentos.
- Aspectos de la normatividad energética.
- AutoCAD.
- No abandonar la impartición de los conceptos básicos de la ingeniería mecánica

Por su parte, el Ing. Hernández señaló que es muy importante la actitud del ingeniero al enfrentar un problema; hizo una analogía de un problema con un examen, ya que en ambos casos uno debe resolverlo. Señaló que para él es importante incluir temas sobre normatividad energética de instalaciones de gas natural y l.p., equipos de combustión, etc.

El Ing. Arroyo señaló que cada persona es responsable de integrar y sumar las capacidades que le permitan desarrollarse mejor en el campo ocupacional que se desempeñe o pretenda desempeñarse. En cuanto al plan de estudios sugirió reforzar y aspectos tales como:

- Normas de seguridad de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, STPS.
- Aspectos generales de la NOM-001-SEDE de instalaciones eléctricas
- Programas de dibujo como el AutoCAD
- Idiomas: al menos inglés, pero también alemán o chino.
- Temas novedosos como mercados energéticos, tarifas, usuarios calificados.
- Estar actualizados en políticas energéticas.
- En el caso de las auditorías energéticas, la ISO 50001.

Concluyó que la licenciatura de Ingeniería en Energía debe ser dinámica, actualizada y aplicable a la realidad y al momento.

El Dr. Friedmann señaló que la eficiencia energética es difícil de promover porque es a menudo “invisible”, por ejemplo, el aislante térmico está detrás de un muro y no se ve, pero que es muy eficaz y sus resultados son muy importantes. Recomendó algunos campos emergentes de interés:

- Vincular los ahorros de energía o la eficiencia energética con las emisiones de GEI evitadas para visualizar el impacto ambiental.
- El monitoreo de equipos, sistemas y procesos a distancia gracias a la automatización, así como la venta de servicios especializados.
- Incursionar en el tema de la ciencia de datos.

En cuanto a las llamadas “habilidades suaves o blandas” la mesa sugirió trabajar en los siguientes aspectos con el alumnado de Ingeniería en Energía:

- Aprender a amar el reto.
- Tener una actitud de responsabilidad y compromiso
- Desarrollar las capacidades de comunicación oral y escrita.
- Tener visión de negocios.
- Conocimiento de las áreas económicas y financieras.
- Nociones de emprendimiento.
- Hacer bien el trabajo. El jefe inmediato o un cliente confía en tus conocimientos para resolver un problema.
- Si se tiene alguna duda: ¡preguntar!

Ante la pregunta de ¿cuál es el papel de las mujeres en la eficiencia energética?, el Ing. Galván hizo un homenaje a la Dra. Tanya Moreno Coronado pues fue ella una brillante egresada de la licenciatura de Ingeniería en Energía y destacada profesional en los temas de eficiencia energética y fuentes renovables de energía con impacto nacional e internacional pero que, desafortunadamente, murió muy joven y entre sus muchas actividades impulsó la agenda de género en el ámbito energético. Comentó que han colaborado en su empresa varias mujeres pero que sí hacen falta más e invitó a las futuras ingenieras en energía a incorporarse al campo de la eficiencia energética en su grupo. El Dr. Friedmann también destacó la trayectoria de la Dra. Moreno Coronado y sus logros

internacionales; comentó que, en California, EUA, la participación de las mujeres en la eficiencia energética es muy relevante y que inclusive predominan en los grupos de política energética. Por su parte, los ingenieros Arroyo y Hernández también manifestaron que han incorporado mujeres en su plantilla laboral pero que aún no alcanzan un balance más equitativo por lo que invitaron a las futuras ingenieras en energía a participar con ellas en sus respectivas empresas. Como conclusión de la mesa de la eficiencia energética se enfatizó que este campo sigue siendo un pilar de planes y programas de energía nacionales y de gran impacto en el uso de la energía en todos los sectores: industrial, comercial y doméstico, pues “no hay energía más barata que la que no se usa, ni energía más limpia que la que no se usó”.

2.1.4 Diversidad de la Enseñanza de la Ingeniería en Energía

Moderador: Dr. Federico González García



Figura 2.4: De izquierda a derecha: M. en I. Alejandro Torres Aldaco, Dr. Fernando Arroyo Cabañas, Dr. Federico González García, Dr. Robert Fabian Guevara Chinchayan y M.C. Andrés Salazar Texco

En el marco del programa de actividades, se llevó a cabo la última mesa de discusión que abordó las experiencias de diferentes instituciones que ofrecen programas relacionados con la ingeniería en energía. En esta mesa, los participantes compartieron sus experiencias, conocimientos y perspectivas sobre la ingeniería en energía, enriqueciendo así el intercambio académico y fortaleciendo la colaboración entre instituciones.

Primer planteamiento

¿Podrían hablarnos sobre los programas académicos y la infraestructura de sus respectivas instituciones?

2.1.9 El M.C. **Andrés Salazar Texco** de formación académica licenciatura en Ingeniería en Energía y Maestría en eficiencia energética y energías renovables. Ha participado en proyectos de eficiencia energética en el sector industrial privado y actualmente labora como profesor investigador en la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo. ■

El M.C. Salazar analizó el enfoque de los programas académicos de su institución la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, la cual en la formación de los estudiantes se orienta tanto a la investigación como a aplicaciones prácticas en el campo energético. Los programas académicos integran conocimientos teóricos con proyectos experimentales, ofreciendo a los estudiantes una educación integral que refuerza su comprensión y habilidades en el área. La vinculación entre teoría y práctica se fomenta a través de estancias en empresas y universidades, lo que permite a los alumnos decidir si prefieren dedicarse a la investigación o a la industria.

2.1.10 El **Dr. Fernando Arroyo Cabañas** con formación académica de Licenciado en ingeniería en energía, Maestro en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y Doctor en Ingeniería Energética por la UNAM. Destaca por su participación en eventos académicos a nivel nacional e internacional, así como por sus investigaciones en eficiencia energética, procesos termodinámicos y pobreza energética. Actualmente desempeña labores docentes en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, siendo coordinador de la licenciatura en ingeniería en sistemas energéticos. ■

El Dr. Arroyo en representación de la UACM, habló sobre la infraestructura y recursos materiales, aunque la universidad carece de infraestructura completa para todas las líneas de investigación, ha establecido convenios con otras instituciones, como la UNAM y el Instituto de Energías Renovables (IER), para complementar su oferta. Los estudiantes realizan estancias cortas en empresas y universidades, facilitando la aplicación práctica de sus conocimientos. La universidad ha identificado la necesidad de mejorar sus laboratorios, especialmente en áreas como la energía nuclear, y está en proceso de buscar alianzas para superar estas limitaciones.

2.1.11 El **M. en I. Alejandro Torres Aldaco** con licenciatura y maestría en Ingeniería Química, y candidato a doctor en Ingeniería Mecánica. Destaca por su labor como profesor titular en la UAM y consultor en el sector petrolero, así como por su coordinación en la licenciatura en Ingeniería en Energía y sus investigaciones en biocombustibles, compresores centrífugos y plantas termosolares. ■

El M. en I. Torres comentó que el claustro de profesores de la UAM está compuesto por académicos con alta especialización y experiencia en diversas áreas de la energía, incluyendo energía eólica, solar, fotovoltaica y térmica, eficiencia energética, energía nuclear y bioenergía. La mayoría de los docentes tienen doctorados y están reconocidos en el Sistema Nacional de Investigadores. Esta formación permite a los profesores impartir cursos actualizados y relevantes, vinculando sus investigaciones con la enseñanza. La universidad también utiliza profesores de asignatura y apoyo de egresados para cubrir la demanda educativa. El modelo educativo es trimestral, lo que implica una carga académica intensa con poco espacio entre un periodo y otro. Este sistema, aunque exigente, prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos profesionales con una sólida formación teórica y práctica. Sin embargo, la universidad enfrenta retos significativos debido a la falta de recursos financieros y de infraestructura adecuada para laboratorios y equipos especializados. Señaló que la dependencia de recursos gubernamentales limita su capacidad de expansión y mejora.

2.1.12 El **Dr. Robert Fabian Guevara Chinchayan** de formación académica como Ingeniero en energía con estudios en ciencias energéticas y ahorro de energía. Tiene 30 años de experiencia profesional, se destaca por su especialización en eficiencia energética, gestión y auditorías energéticas, regulación y autoabastecimiento de energía. Actualmente lidera el programa de ingeniería en energía en la Universidad Nacional de Santa en Perú. ■

El Dr. Guevara abordó la competencia y comparación internacional, destacando que universidades peruanas, como la Universidad del Santa en Chimbote, enfrentan desafíos similares en infraestructura y recursos. Sin embargo, han avanzado en la implementación de equipos gracias a financiamiento como el Canon minero. Estas instituciones priorizan la innovación tecnológica y la vinculación con sectores industriales, aunque aún fortalecen su investigación avanzada.

El análisis académico muestra que sus programas incluyen ciencias básicas y aplicadas, con énfasis en física, matemáticas, química, termodinámica, mecánica de fluidos, transferencia de calor y circuitos eléctricos. La integración de normativas técnicas en los cursos mantiene a los estudiantes actualizados en regulaciones y prácticas profesionales. Además, las visitas técnicas y convenios con la industria y otras universidades facilitan la aplicación práctica del conocimiento adquirido.

Segundo planteamiento

¿Cuál es el futuro de la investigación y cómo debería implementarse?

Dr. Guevara señala que para la parte del desarrollo y futuro de la investigación, el cual es un componente esencial en la formación universitaria, aunque su implementación efectiva ha comenzado recientemente, la universidad está formando semilleros de investigación y ha logrado avances en áreas específicas como la biomasa y el uso del hidrógeno en motores. Sin embargo, la falta de infraestructura y recursos sigue siendo un obstáculo. A pesar de esto, la colaboración con otras instituciones y la creatividad en la utilización de recursos disponibles han permitido avances significativos en la investigación aplicada.

Por su parte el M.C. Salazar, comentó que la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo (UPMH), junto con la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), enfrenta desafíos similares en términos de recursos e infraestructura. Sin embargo, estas instituciones están comprometidas con la formación integral de sus estudiantes, combinando teoría y práctica de manera efectiva. La UPMH ha logrado un enfoque educativo que integra conocimientos teóricos con proyectos experimentales, preparando a los estudiantes para abordar problemas reales en el campo energético.

El Dr. Arroyo señaló que de manera similar, la UACM y la UAM también promueven una educación que equilibra la teoría con la práctica, adaptándose a las necesidades e intereses de sus estudiantes. En la parte de vinculación con la Industria y otras Instituciones, la falta de infraestructura completa ha sido mitigada mediante convenios estratégicos con otras universidades e instituciones, como la UNAM y el Instituto de Energías Renovables. Estas alianzas permiten a los estudiantes realizar estancias en empresas y otras universidades, lo que enriquece su formación práctica y les da una perspectiva amplia del campo energético. La UACM y la UAM también mantienen vínculos estrechos con la industria y otras instituciones, facilitando el intercambio de conocimientos y recursos.

El M. en I. Torres comentó que los profesores de la UAM, compuesto en su mayoría por académicos con doctorados y experiencia en diversas áreas, garantizan que los cursos sean actuales y relevantes. La participación de estos profesores en el Sistema Nacional de Investigadores refleja su alta especialización y contribuye a la calidad educativa. Señaló también que la UACM y la UAM destacan igualmente por contar con un personal docente altamente calificado y comprometido con la investigación y la enseñanza. Aunado a ello, el modelo educativo trimestral y cuatrimestral en la UAM y en la UPMH, respectivamente, es exigente pero efectivo, preparando a los estudiantes para enfrentar los retos profesionales con una sólida formación teórica y práctica. La UACM y la Universidad de Perú, aunque pueden tener modelos diferentes, también enfatizan la rigurosidad académica y la preparación integral de sus estudiantes.

Comentarios finales

Como puntos finales, los ponentes invitados resumieron que las universidades enfrentan retos significativos debido a la falta de recursos financieros y de infraestructura adecuada, especialmente para laboratorios y equipos especializados. La dependencia de recursos gubernamentales limita su capacidad de expansión y mejora, lo que plantea un desafío continuo para todos. Tanto la UACM como la UAM también enfrentan estos desafíos, buscando constantemente nuevas formas de optimizar los recursos disponibles. Al comparar con universidades en Perú, se observa que, a pesar de enfrentar desafíos similares, han logrado avances significativos en la implementación de equipos gracias a financiamiento específico, como el Canon minero. Las universidades peruanas se destacan por su énfasis en la innovación tecnológica y la búsqueda de soluciones en sectores industriales establecidos. La UACM y la UAM también han buscado fuentes alternativas de financiamiento y han logrado avances en áreas específicas, gracias a su enfoque en la innovación y la colaboración.

Por otro lado, la integración de normas técnicas en los cursos permite a los estudiantes estar actualizados con las regulaciones y prácticas profesionales vigentes. Las visitas técnicas y los convenios con industrias facilitan la aplicación práctica de los conocimientos, preparando a los estudiantes para el entorno laboral. La UACM y la UAM igualmente integran estas prácticas en su currículum, asegurando que los estudiantes estén bien preparados para el mercado laboral.

Aunque la implementación efectiva de la investigación es reciente en algunas áreas, la UPMH, junto con la UACM y la UAM, ha logrado avances significativos en diversas áreas, como la biomasa y el uso del hidrógeno en motores. La formación de semilleros de investigación y la colaboración con otras instituciones son estrategias clave para superar la falta de infraestructura y recursos, demostrando creatividad y dedicación en la búsqueda de soluciones.

A pesar de los retos significativos en términos de recursos e infraestructura, la UPMH, la UACM y la UAM están comprometidas con la excelencia educativa y la formación integral de sus estudiantes. La dedicación de los profesores, la vinculación con la industria y otras instituciones, y el enfoque en la investigación aplicada aseguran que los estudiantes estén bien preparados para enfrentar los desafíos profesionales en el campo de la energía y otras áreas. Estas instituciones continúan buscando mejorar a través de alianzas estratégicas y el uso creativo de los recursos disponibles, destacándose por su resiliencia y compromiso con la calidad educativa.

2.2 Clausura

Para culminar este evento, el presídium estuvo compuesto por:

- Dr. Román Linares Romero
Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería
- Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez
Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica
- Dr. Raúl Lugo Leyte
Jefe del Área Académica de Ingeniería en Recursos Energéticos
- M. en I. Alejandro Torres Aldaco
Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Energía
- M. en C. Adriana Santamaria Padilla
Miembro del comité organizador



Figura 2.5: De izquierda a derecha: Dr. Raúl Lugo Leyte, Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez, Dr. Román Linares Romero, M. en I. Alejandro Torres Aldaco y M.en C. Adriana Santamaria Padilla

La Ing. García destacó su más profundo agradecimiento a todos aquellos que han contribuido a este viaje, a los pioneros que allanaron el camino, a los ingenieros y científicos que continúan desafiando los límites, a las instituciones educativas que nutren el talento del mañana, y a cada individuo que ha dedicado su pasión y su esfuerzo a esta noble causa.

A continuación, la M. en C. Santamaría realizó una síntesis del evento. Agradeció, por parte del comité organizador, a todos los y las egresadas y ponentes que estuvieron en este primer evento conmemorativo de los 50 años de la licenciatura en Ingeniería en Energía y que le resultaba muy grato ver el interés que despertó en la comunidad de la universidad, particularmente de los futuros profesionistas en energía.

El acercamiento con las y los egresados, que se desempeñan en diferentes campos permitió conocer el abanico de oportunidades laborales, lo cual es muy enriquecedor al estar en camino de formarse como profesionistas en energía.



Figura 2.6: Auditorio en la clausura

La ponencia magistral del Rector General de la UAM, Dr. José Antonio de los Reyes Heredia mostró su experiencia, realizando investigación en el uso de residuos orgánicos para transformarlos en un producto de alto valor agregado y, que se puedan insertan en la sociedad, sobre todo en medios rurales, en donde muchas veces no se tiene acceso a la energía.

El Dr. Sales compartió las estadísticas de la licenciatura en Ingeniería en Energía a través de estos 50 años, las cuales muestran que se tiene un egreso de casi 800 alumnos, lo cual ya constituye una gran comunidad y que sigue creciendo. Señaló las maravillosas anécdotas que nos compartieron el Dr. Juan José Ambriz y el Maestro Eugenio Torijano, sobre los desafíos de la creación de la licenciatura y las adecuaciones que se han realizado a través de estos 50 años para seguir formando ingenieros e ingenieras en energía de vanguardia.

2.2.1 Reflexiones finales

Los participantes en las mesas temáticas platicaron sobre los desafíos que tuvieron que enfrentar para integrarse al mercado laboral. Los egresados más antiguos tuvieron todavía más retos, pues nadie conocía lo que era un Ingeniero en Energía, y poco a poco lograron que la industria conociera las capacidades y habilidades que un egresado de esta ingeniería.

Todos los ponentes coincidieron que definir el área en que se desempeñan fue un reto desafiante, sin embargo, gracias a las habilidades que adquirieron en la UAM, lograron superarlo. De acuerdo con su experiencia de los egresados, su formación como ingenieros en energía fue sólida, lo que les permitió desarrollarse en diferentes campos.

Tener una comunicación asertiva y romper con las barreras del idioma, son recomendaciones que los egresados dan a las futuras generaciones, para tener una formación más completa y aspirar a mejores oportunidades laborales.

En términos de habilidades técnicas, todos coincidieron en recomendar la integración de una materia de electricidad al plan de estudios, para tener herramientas básicas y poder desarrollarse de una manera más natural en el campo de interés. También hicieron hincapié en la importancia de conocer las normas y estándares para desarrollar e implementar un proyecto.

En la última mesa sobre la diversidad de la enseñanza en la ingeniería en energía, se mostraron los diversos enfoques que cada institución participante ofrece. Las líneas terminales, como puede ser en eficiencia energética, renovables, convencionales y las nuevas líneas que se pueden integrar no solo en contexto nacional sino también de forma internacional.

Finalmente, la coincidencia en la falta de recursos para mejorar las infraestructuras de cada institución, pero que se logra abatir a través de vinculación con otras universidades y la industria.



Figura 2.7: Auditorio en la clausura del evento

Finalmente, el Dr. Román Linares Romero, Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, recalcó el agradecimiento a las y los organizadores, pero también a las y los asistentes presenciales considerando a aquellas y aquellos que hicieron el seguimiento en línea, siendo esto una muestra del interés que hay en los diferentes sectores de la energía y aprovechó para mencionar la existencia de dos eventos subsecuentes por parte de la Licenciatura de Ingeniería en Energía con motivo de la celebración de los 50 años de la Universidad, los cuales seguro tendrán mayor o igual éxito. El Dr. Linares clausuró el Foro 50 aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía a las 15:16 horas del día 15 de febrero de 2024.



Figura 2.8: Parte del Comité organizador del evento y autoridades

Las fotos del evento se encuentran disponibles en [Fotos](#).

50 años de investigación en Ingeniería en Energía y los desafíos hacia la transición energética

3	Día 1: 18 de julio de 2024	57
3.1	Inauguración	
3.2	Sesión I	
3.3	Sesión II	
4	Día 2: 19 de julio de 2024	75
4.1	Sesión III	
4.2	Sesión IV	

3. Día 1: 18 de julio de 2024

3.1 Inauguración

A las 10:00 horas del jueves 18 de julio de 2024, en la sala Cuicacalli de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, se dio comienzo al foro 50 años de investigación en Ingeniería en Energía y los desafíos hacia la transición energética. Estuvieron presentes las distinguidas personalidades del presidium:

- Dr. Javier Rodríguez Lagunas
En representación de la Rectora de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
- Dr. Alfonso Mauricio Sales Cruz
En representación del Rector General de la Universidad Autónoma Metropolitana
- Dr. Román Linares Romero
Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería
- Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez
Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica
- Dr. Raúl Lugo Leyte
Jefe del Área Académica de Ingeniería en Recursos Energéticos



Figura 3.1: De izquierda a derecha: Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez, Dr. Román Linares Romero, Dr. Javier Rodríguez Lagunas, Dr. Alfonso Mauricio Sales Cruz y Dr. Raúl Lugo Leyte.

El evento inició con la ceremonia de inauguración, en la que se presentaron discursos de bienvenida y reflexiones sobre la trayectoria de la ingeniería en energía en la universidad. Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [YouTube \(Min. 01:46 - 22:15\)](#).



Figura 3.2: Dr. Raúl Lugo Leyte, *Jefe del Área Académica de Ingeniería en Recursos Energéticos*.

El evento dio inicio con un mensaje del Dr. Raúl Lugo Leyte, *Jefe del Área Académica de Ingeniería en Recursos Energéticos*, quien resaltó la importancia de la trayectoria de la licenciatura en Ingeniería en Energía de la UAM Iztapalapa, destacando su evolución y el papel clave de diversos académicos en su desarrollo. Recordó los inicios del área de Ingeniería en Recursos Energéticos y mencionó la relevancia de la transición energética y los desafíos asociados. Asimismo, agradeció a los profesores fundadores y resaltó la incorporación de nuevas generaciones de investigadores. Finalmente, enfatizó la importancia de los retos futuros, como la movilidad sostenible y la descarbonización, reconociendo a quienes han impulsado el posgrado en Energía y Medio Ambiente (PEMA).



Figura 3.3: Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez, *Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica*.

El Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez, *Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica* tomó la palabra para dar la bienvenida a los asistentes y destacar el papel del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica en la organización del evento. Subrayó la misión y visión de la Universidad Autónoma Metropolitana en cuanto a la formación de excelencia y la responsabilidad social. Hizo un llamado a los estudiantes para aprovechar el foro y a los investigadores para fortalecer la colaboración. Finalmente, expresó su deseo de que el evento produzca frutos a mediano y largo plazo y reiteró la bienvenida a todos los participantes.

El Dr. Román Linares Romero, *Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería*, continuó con su intervención resaltando la importancia de celebrar cinco décadas de investigación en ingeniería en energía en la UAM Iztapalapa. Mencionó los avances tecnológicos en el sector energético y la urgencia de una transición hacia un sistema energético más sostenible. Destacó la relevancia del evento, que incluiría 12 conferencias y una mesa redonda, como una plataforma para discutir y planificar el futuro energético. Agradeció a los organizadores y participantes, motivando a la comunidad académica a seguir innovando y colaborando en el desarrollo de soluciones para los desafíos energéticos actuales.



Figura 3.4: Dr. Román Linares Romero, *Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería*.

Finalmente, a las 10:35 horas del 18 de julio de 2024, el Dr. Román Linares Romero declaró formalmente inaugurado el foro "50 años de investigación en ingeniería en energía y los desafíos hacia la transición energética", deseando éxito a todos los participantes y exhortando a aprovechar al máximo las actividades programadas.



Figura 3.5: inauguración del Foro 50 años de investigación.

3.1.1 Programa del evento



El Área Académica en Ingeniería en Recursos Energéticos invita al foro

50 años de investigación en Ingeniería en Energía y los desafíos hacia la transición energética

18 y 19 de julio de 2024, Sala Cuicacalli (UAM-I)

El objetivo es proporcionar un espacio propicio para la interacción e intercambio de ideas entre profesoras y profesores, investigadoras e investigadores, y el alumnado de posgrado en los temas de investigación relevantes en la transición energética.

Día 1 - Jueves 18 de Julio (Sala Cuicacalli)		
10:00 a 10:45 h	Inauguración	Dr. José Antonio de los Reyes Heredia, Rector General UAM. Dra. Verónica Medina Bañuelos, Rectora de la UAM-I. Dr. Román Linares Romero, Director de la División de CBI. Dr. Rodolfo Vázquez Rodríguez, Jefe del Departamento de IPH. Dr. Raúl Lugo Leyte, Jefe del AAIRE.
Sesión I		
10:45 a 11:30 h	Transición hacia una economía cero emisiones netas	Dr. José Juan González Márquez (Departamento de Derecho, UAM-A)
11:30 a 12:15 h	Energía y sociedad	Dr. Víctor Manuel Berrueta Soriano (Departamento de Administración, UAM-A)
12:15 a 13:00 h	Biocombustibles Biorefinerías	Dra. María Teresa López Arenas (Departamento de Procesos y Tecnología UAM-C)
C O M I D A		
Sesión II		
14:30 a 15:15 h	Almacenamiento de energía eléctrico en México	Dra. Ilse Cervantes Camacho (CICATA-Querétaro, IPN)
15:15 a 16:00 h	Almacenamiento de energía térmico	Dr. Edilso Francisco Reguera Ruiz (CICATA-Leqaria, IPN)
16:00 a 16:45 h	Nuevas formas de almacenamiento (eléctrico / térmico)	Dr. Gilles Flamant (Procédés, Matériaux et Energie Solaire, CNRS-Francia)
Día 2 - Viernes 19 de Julio (Sala Cuicacalli)		
Sesión III		
10:45 a 11:30 h	Bioprocesos y transición energética / Biorefinerías	Dra. Margarita Mercedes González Brambila (Departamento de Energía, UAM-A)
11:30 a 12:15 h	Combustibles alternativos	Dr. Guadalupe Ramos Sánchez (Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, UAM-I)
12:15 a 13:00 h	Eficiencia energética	Dra. Alicia Valero Delgado (Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos, UZ-España)
C O M I D A		
Sesión IV		
14:30 a 15:15 h	Electromovilidad	Dra. Gabriela Hernández Luna (Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, UAEM)
15:15 a 16:00 h	Energía y sociedad (pobreza energética)	Dra. Karla Graciela Cedano Villavicencio (Instituto de Energías Renovables, UNAM)
16:00 a 16:45 h	Combustibles alternativos	Dr. Claudio Alejandro Estrada Gasca (Instituto de Energías Renovables, UNAM)



Figura 3.6: Programa del día 14 de febrero de 2024

Enlaces a Videos del evento

- [▶ Inauguración y Sesión I](#)
- [▶ Sesión II](#)
- [▶ Sesión III](#)
- [▶ Sesión IV](#)

3.2 Sesión I

Moderador: Dr. Gilberto Espinosa Paredes

La apertura del foro "50 años de investigación en ingeniería en energía y los desafíos hacia la transición energética" marcó el inicio de una jornada de reflexión histórica y proyección hacia el futuro. En esta primera sesión, el Dr. Gilberto Espinosa Paredes presentó a cada uno de los ponentes, quienes en un recorrido por medio siglo de avances y aprendizajes en la investigación energética, destacaron los hitos tecnológicos y científicos que han definido el camino hacia la sostenibilidad en su ramo.

3.2.1 Transición hacia una economía cero emisiones netas

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión I](#) (Min. 35:01 - 01:19:14).

3.2.1 El Dr. José Juan González Márquez es licenciado en derecho con maestría en derecho económico, con un grado de Doctor en Derecho ambiental en España en 1999. Es profesor Titular de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, e imparte los cursos de: Propiedad de los recursos naturales, Derecho fiscal, Derecho ambiental y Comercio exterior. Es parte del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 3; autor de 19 libros, 39 capítulos y más de 40 artículos especializados, destacando en sus publicaciones el Tratado de Derecho Ambiental y el Nuevo Derecho Energético Mexicano. Editor de 5 libros colectivos, vicepresidente de la Academia de Derecho Ambiental de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, miembro del grupo académico asesor de la Barra Internacional de Abogados Sección Derecho de la Energía, Ambiente, Infraestructura y de la Asociación Iberoamericana de Derecho Energético. Profesor invitado en universidades internacionales, asesor de varias agencias gubernamentales federales y locales y diversos organismos internacionales. En 1999 elaboró el Proyecto de Ley Ambiental del Distrito Federal aprobado por la asamblea legislativa. ■



Figura 3.7: Dr. José Juan González Márquez

El Dr. González, experto en derecho energético, inició su intervención resaltando su experiencia de 20 años como miembro de la Barra Internacional de Abogados, colaborando en una red académica con alcance global. En este contexto, destacó la multidisciplinariedad de sus investigaciones y la publicación de libros relevantes sobre transición energética y almacenamiento de energía.

El foco principal de su ponencia fue la transición hacia una economía de cero emisiones netas, una meta ambiciosa pero crítica para combatir el cambio climático. La ponencia abordó tres ejes principales:

1. La meta de cero emisiones para 2050.
2. Su relación con la integración económica de América del Norte (NA).
3. El principio de solidaridad climática.

El Dr. González expuso la importancia de la región de NA (México, Estados Unidos y Canadá) en la lucha contra el cambio climático. Subrayó que esta región, una de las mayores emisoras de gases de efecto invernadero, tiene el potencial de ser un modelo global para alcanzar cero emisiones netas.

Señaló la interdependencia económica y geográfica de estos países, vinculados por el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), cuya coherencia con las políticas climáticas es esencial para evitar distorsiones económicas y promover la solidaridad climática.

Aunque México, Estados Unidos y Canadá han intentado generar políticas climáticas regionales en el pasado, como la Alianza del Clima, Energía Limpia y Medio Ambiente, estos esfuerzos han fracasado debido a cambios en las políticas nacionales, especialmente durante la administración de Trump.

El T-MEC, aunque incluye un capítulo amplio sobre medio ambiente (Capítulo 24), carece de disposiciones específicas sobre cambio climático. Esto ha generado disparidades en las políticas ambientales entre los tres países.

El Dr. González destacó los avances legislativos de Canadá y Estados Unidos en esta materia, como la Ley Canadiense de Cero Emisiones y la Ley de Reducción de la Inflación en EE. UU., en contraste con México, que ha mostrado rezago en este ámbito.

El Dr. González propuso que la revisión del T-MEC, programada próximamente, representa una oportunidad clave para incorporar políticas climáticas. Planteó dos posibles vías:

1. Modificar el capítulo ambiental del T-MEC para incluir el cambio climático, aunque esto dependerá del contexto político, particularmente de las elecciones en EE. UU.
2. Firmar un acuerdo paralelo entre los tres países, similar al acuerdo paralelo ambiental firmado en el marco del NAFTA original.

El Dr. González concluyó subrayando que, para lograr una economía global de cero emisiones, la región de NA debe desempeñar un papel protagónico. Reiteró que una estrategia regional coherente requiere una estructura legal sólida que promueva la cooperación, el conocimiento compartido y la acción colectiva.

Advirtió que México debe aprovechar su relación con Estados Unidos y Canadá, armonizando sus políticas climáticas. De lo contrario, corre el riesgo de enfrentar sanciones o incluso de quedar fuera del tratado, lo cual sería perjudicial para todas las partes.

La ponencia evidenció la complejidad de la transición energética y la importancia de una colaboración regional efectiva en América del Norte, vinculando aspectos técnicos, económicos y legales para abordar los desafíos del cambio climático y avanzar hacia una economía de cero emisiones.

Sesión de preguntas

1. ¿Cómo afecta la migración al cambio climático, al cumplimiento de los objetivos de cero emisiones para el 2050 o a la redacción y revisión de los tratados de esta zona comercial?
 - La migración genera muchos problemas y ocurre por diversas razones, incluidas las relacionadas con el cambio climático. Hay un vínculo bidireccional: la migración puede ser una consecuencia del cambio climático y también un factor que lo exacerba. Las personas necesitan desplazarse y, al hacerlo, pueden surgir cinturones de pobreza, lo que dificulta la implementación de políticas climáticas. Una razón por la cual no avanzamos en el uso de automóviles impulsados por energías no convencionales es su elevado costo. La pobreza influye de manera significativa en el tema del cambio climático.
2. Quisiera conocer la razón legal de por qué el gobierno anterior, con un marco más acorde al estado de derecho, fue ignorado por el actual. ¿Es posible que este marco regrese con el nuevo gobierno?
 - En los últimos 10 años, México pasó de tener un control total del gobierno sobre las cadenas de valor del sector eléctrico e hidrocarburos a una apertura gradual debido al TLC. Por ejemplo, en el sector eléctrico, la generación se abrió a la inversión privada, aunque

inicialmente bajo restricciones. En el caso de los hidrocarburos, la exploración y extracción permanecieron como monopolios del estado, pero otras áreas, como la refinación y venta, se liberalizaron.

El gobierno actual ha intentado revertir esta apertura a través de reformas administrativas y legales. Sin embargo, estas reformas han enfrentado múltiples impugnaciones legales, creando un clima de incertidumbre. Actualmente, sigue vigente el esquema del gobierno anterior en papel, pero la falta de incentivos y certidumbre ha frenado la inversión.

3. ¿Qué espera en el futuro del sector energético?

- El panorama es incierto. Aunque la presidenta electa tiene formación en el tema energético, es poco probable que contraríe las políticas del presidente saliente, quien parece continuar influyendo. La presión comercial podría ser el único factor que impulse cambios.

En términos legales, la constitución establece que el petróleo es de la nación, pero las reglas sobre su exploración, extracción y comercialización siguen siendo ambiguas. México necesita claridad y certidumbre jurídica para atraer inversión extranjera y avanzar hacia las energías renovables.

4. ¿Qué estrategia debería seguir México ante el contexto global, especialmente si gana Donald Trump en EE.UU.?

- México debe avanzar hacia las energías renovables, ya que el petróleo convencional prácticamente se ha agotado. Los recursos accesibles están en áreas de difícil explotación, como el Golfo de México, y requieren tecnología que el país no posee.

Además, la inversión extranjera es crucial, pero solo llegará si hay certidumbre jurídica. Aunque en otros países se aplican regímenes como la abolición de la propiedad privada, México enfrenta el desafío de establecer políticas claras en materia energética. Actualmente, CFE ha comenzado a invertir en parques eólicos y solares, pero PEMEX carece de un futuro viable sin cambios significativos.

5. ¿Qué opinas sobre crear incentivos fiscales para detonar proyectos de generación distribuida y autoabastecimiento energético?

- Es fundamental fomentar comunidades energéticas y la generación distribuida. Actualmente, la electricidad se genera en grandes plantas lejos de los puntos de consumo, lo que aumenta los costos de transmisión y distribución.

México necesita impulsar la figura del prosumidor (consumidor y generador). Esto incluiría instalar paneles solares y sistemas de almacenamiento en los hogares, permitiendo vender excedentes al sistema eléctrico. Sin embargo, en México esto está sujeto a permisos de CFE, lo que limita su desarrollo.

Los estímulos fiscales son esenciales para la transición energética. Países como Noruega han subsidiado vehículos eléctricos, haciendo accesibles tecnologías como los automóviles Tesla. En México, sería necesario implementar políticas similares para acelerar la reconversión energética y vehicular.

El Dr. González subraya la necesidad de políticas claras, incentivos fiscales y certidumbre jurídica para enfrentar los desafíos energéticos de México. Además, enfatiza la urgencia de transitar hacia energías renovables y promover modelos de generación descentralizada para garantizar un futuro energético sostenible.

3.2.2 Una alternativa para la transición energética

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión I \(Min. 01:18:58 - 02:05:15\)](#).

3.2.2 El Dr. Víctor Manuel Berrueta Soriano es Doctor en Ingeniería por la UNAM, M.C en Recursos Naturales y Desarrollo Rural por el Colegio de la Frontera Sur, con estudios en Ingeniería en electromecánica, actualmente investigador adscrito a la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán, fue profesor Investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y Humanidades e Investigador en el Grupo In-

terdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, en Pátzcuaro, Michoacán colaborando en el Programa de Energía Rural y en el de Estufas de Leña Patzari. Es parte del Grupo de Innovación Ecotecnología y Bioenergía de la UNAM en el estado de Michoacán donde coordina el Laboratorio de Monitoreo e Innovación en Ecotecnologías. Es socio fundador de la Red Mexicana de Bioenergía, de la Red Nacional de Patzari y la Red Ecotecnológica de México. Desde 2010 fue nombrado emprendedor social como parte de la Red Internacional ASOCA y en 2015 fue finalista a la preselección de Emprendedor Social del Premio Visionario de la Unión de Bancos Suizos. Presidente del Comité Técnico Nacional de Normalización responsable de la elaboración de la NOM para estufas de leña. Trabaja en temas de desarrollo, innovación y evaluación de tecnología rural; participación campesina, energía renovables, ecotecnologías, bioenergías y política pública. Actualmente es coordinador del proyecto PRONAI, del PRONACE de Energía y Cambio climático del CONAHCYT y coordinador del Centro Ecotecnológico en Pátzcuaro, Michoacán. ■



Figura 3.8: Dr. Víctor Manuel Berrueta Soriano

La presentación, realizada por el Dr. Berrueta, representa el esfuerzo de un grupo interdisciplinario de trabajo en torno a la transición energética en comunidades rurales. Bajo el título “Ecotecnologías en el sector rural: una alternativa para la transición energética”, se abordaron proyectos integrados en los Pronaiis del CONAHCYT, en específico en el PRONACE de Energía y Cambio Climático. La visión central de la charla fue el desarrollo de modelos de transición energética basados en ecotecnologías, enfocados en el bienestar social y en un modelo de apropiación tecnológica y economía solidaria.

En el contexto y marco de trabajo se tienen programas nacionales estratégicos que abordan temas como agua, alimentos, tóxicos, energía y cambio climático. En este contexto, la UAM lidera proyectos con instituciones como la UNAM Campus Morelia, el Tecnológico de Pátzcuaro, y la asociación civil GIRA AC. Asimismo, se tiene el libro *Transición energética justa y sustentable*, que aborda temas como el agotamiento de combustibles fósiles, el cambio climático y la justicia social.

Las dos corrientes de transición energética que subraya el Dr. Berrueta son la corriente tecnológica y de mercado, la cual se centra en el cambio de fuentes fósiles a renovables para satisfacer la demanda actual, sin cuestionar los niveles de consumo ni el modelo económico. Y la corriente integral y transformativa, la cual propone una transición socio-tecno-ambiental que articula justicia social y ambiental, cuestionando el consumo energético y promoviendo un modelo orientado a satisfacer necesidades humanas básicas.

El modelo energético actual ha llegado a su límite, evidenciado por los problemas ambientales, sociales y climáticos derivados del consumo indiscriminado. Y los impactos en comunidades rurales, donde se generan los recursos y se sufren los mayores daños. La transición energética

debe ir más allá de megaproyectos y modelos centralizados, enfocándose en satisfacer necesidades locales mediante sistemas energéticos descentralizados y controlados por las comunidades.

El Dr. Berrueta define la pobreza energética como la incapacidad de satisfacer necesidades energéticas básicas (alimentos, confort térmico, iluminación, agua caliente). En México, 50 millones de personas enfrentan pobreza energética, con condiciones como el uso de leña en cocinas no adecuadas y acceso limitado a electricidad y agua caliente.

Propuesta: Ecotecnologías para la Transición Energética

- Definición: Dispositivos, métodos y metodologías que usan eficientemente los recursos naturales para satisfacer necesidades básicas cuidando el medio ambiente.
- Aplicaciones en energía: Uso de biomasa, energía solar, biogás, paneles solares, estufas eficientes y tecnologías para la cocción de alimentos, iluminación y calefacción.
- Enfoque rural: Incorporación de saberes tradicionales y producción local, buscando el desarrollo sostenible y la eliminación de la pobreza energética.

Proyectos y Resultados

El Pronace de Energía y Cambio Climático ha generado:

1. Movilidad sustentable.
2. Energía eficiente y verde para la industria.
3. Sistemas energéticos rurales sustentables.
4. Energía distribuida comunitaria y democratización energética.

El ejemplo destacado que presetó el Dr. Berrueta fue el Ecomóvil en Pátzcuaro como centro de capacitación y aprendizaje. Finalmente, concluyó que la transición energética es urgente, pero debe ser justa y sustentable, priorizando a comunidades rurales con pobreza energética. Las ecotecnologías son una herramienta clave para lograr una transición que satisfaga necesidades básicas, respete el medio ambiente y fomente el desarrollo comunitario desde una perspectiva local, responsable y solidaria.

Sesión de preguntas

1. *Incorporación de prototipos a comunidades rurales.* Un asistente respondió a la pregunta planteada por el expositor sobre qué tanto se trabaja en el desarrollo de ecotécnicas. Mencionó que en la UAM existen asignaturas como “Concentración Solar” y “Ingeniería en la Energía Solar”, donde se desarrollan prototipos como cocinas solares y colectores planos de baja temperatura, además de realizar demostraciones para los estudiantes. Subrayó la importancia de insertar estos prototipos en comunidades rurales y mostró disposición para colaborar en la formación de capital humano orientado al servicio comunitario.
 - El Dr. destacó que los proyectos son colaborativos y buscan llevar la ciencia y tecnología desarrollada al servicio de las comunidades. Resaltó que existe una relación honesta y comprometida entre la academia, la sociedad civil y las comunidades rurales, con un enfoque en experiencias prácticas, como el uso de leña eficiente o cocinas solares. Aunque el financiamiento es importante, subrayó que la suma de voluntades es clave para que estas iniciativas no se queden como simples pilotos, sino que tengan un impacto real en las zonas rurales que enfrentan pobreza energética.
2. *Construcción de redes para desarrollo sostenible.* Otro asistente, desde su experiencia en el Tecnológico Nacional de México, propuso una mayor apuesta al desarrollo del recurso humano. Mencionó que su institución ha enfrentado dificultades para que las propuestas de eficiencia energética y energías renovables sean escuchadas por los directivos, limitando el beneficio a la comunidad. Sugirió crear una red de colaboración que incluya universidades, tecnológicos y especialistas para integrar la sostenibilidad en proyectos de impacto social, destacando el ejemplo de la UAM como pionera en esta área.
 - El Dr. respondió señalando el ejemplo del Centro de Ecotécnicas Uandani, ubicado en Pátzcuaro, que ya colabora con el Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro y otras instituciones en proyectos de economía social y solidaria a través del NODESS Pátzcuaro-Zirahuén. Además, destacó que se han generado iniciativas como un diplomado en promotoría social en ecotecnologías en la UAM Azcapotzalco. Reconoció que sí es posible articular redes de colaboración y convocó a los profesores interesados de diversas instituciones a sumarse a

estos esfuerzos, subrayando la importancia de aprovechar estas oportunidades para formar recursos humanos y generar impacto en las comunidades.

La sesión dejó en claro que hay un interés colectivo por desarrollar y aplicar ecotecnologías en comunidades rurales como parte de una transición energética justa y sustentable. Tanto el desarrollo de capital humano como la creación de redes de colaboración entre instituciones educativas, organizaciones civiles y comunidades locales son elementos clave para superar barreras y garantizar el éxito de estas iniciativas.

3.2.3 Diseño, evaluación integral de biorrefinerías para la producción de biocombustibles

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión I](#) (Min. 02:05:30 - 02:54:15).

3.2.3 La **Dra. María Teresa López Arenas** es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 2; egresada del doctorado en la Universidad Autónoma Metropolitana. Laboró en el Centro de Investigación de Polímeros en proyectos de investigación aplicada de la industria en pinturas y recubrimientos, posteriormente realizó estancias posdoctorales en el Departamento de Ingeniería Química y Materiales de la Universidad de Cagliari, Italia; en el Programa de Matemáticas Aplicadas y Computacional del Instituto Nacional del Petróleo, en el Departamento de Ingeniería Química en la Universidad Técnica de Dinamarca. Distinciones como Profesor Destacado de la Universidad del Valle de México, reconocimiento al Mérito Universitario por los estudios de doctorado en la UAM, Premio a la Docencia por la UAM Cuajimalpa. ■



Figura 3.9: Dra. María Teresa López Arenas

La Dra. López presentó los avances en el diseño y evaluación integral de biorrefinerías, destacando su papel fundamental en la producción de biocombustibles a partir de diversas biomásas. Resaltó cómo las biorrefinerías pueden transformar residuos agroindustriales, urbanos y lignocelulósicos en biocombustibles de segunda generación, enmarcándose dentro de la economía circular.

Principales puntos tratados:

1. Clasificación de biocombustibles:
 - Primera generación: obtenidos de cultivos como caña de azúcar o maíz, en competencia con los alimentos.
 - Segunda generación: provenientes de residuos orgánicos y lignocelulósicos.
 - Tercera generación: biocombustibles derivados de algas.
 - Cuarta generación: biomásas modificadas genéticamente.
2. Ventajas y desafíos de las biorrefinerías:

- Ventajas: Promueven una economía circular, reducen la huella de carbono, aprovechan residuos y generan bioproductos variados.
 - Desafíos: Altos costos de producción, baja maduración tecnológica, problemas en la cadena de suministro y complejidad en el manejo de residuos.
3. Metodología del diseño y evaluación:
 - Se inicia con la síntesis del proceso, diseño conceptual y evaluación técnica-económica.
 - Evaluación ambiental con herramientas como el análisis del ciclo de vida (LCA) y el algoritmo WAR.
 - Identificación de etapas críticas en el proceso, priorizando la intensificación de procesos para reducir costos.
 4. Caso de estudio: Producción de bioetanol:
 - Proyecto desarrollado en el clúster de CEMIE-BIO, enfocado en producir etanol anhidro para el sector transporte.
 - Metodología aplicada: simulación del proceso en SuperPro y análisis económico con Excel y software Hint para integración de calor.
 - Resultados: Identificación de configuraciones óptimas que redujeron costos en un 55 % y consumo energético en un 60 %.
 5. Retos futuros:
 - Escalabilidad de tecnologías de laboratorio a nivel industrial.
 - Desarrollo de tecnologías nacionales para evitar dependencia de regalías extranjeras.
 - Incorporación de impactos sociales en las evaluaciones, además de los técnicos, económicos y ambientales.

La ponente concluyó que diseño y evaluación integral de biorrefinerías es crucial para la transición energética hacia fuentes renovables, permitiendo la generación de biocombustibles con bajo impacto ambiental. Aunque existen barreras tecnológicas y económicas, estos procesos ofrecen grandes oportunidades para diversificar la matriz energética y contribuir a la sostenibilidad.

La ponencia de la Dra. López subraya la importancia de abordar los problemas energéticos desde una perspectiva integral, considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales. Este enfoque es esencial para garantizar que las tecnologías no solo sean funcionales en laboratorio, sino también viables y sostenibles a gran escala.

3.3 Sesión II

Moderador: Dr. Hernando Romero Paredes Rubio

Continuando con el dinamismo del evento, la segunda sesión se centró en la innovación y las tendencias disruptivas que están transformando la ingeniería en energía. El Dr. Hernando Romero Paredes Rubio como moderador, presentó a los ponentes quienes presentaron estrategias innovadoras que han permitido integrar tecnologías emergentes en el proceso de transición energética.

3.3.1 Horizontes Energéticos: Explorando el Potencial de la Energía Eólica, Solar y el Futuro del Hidrógeno en México

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión II](#) (Min. 00:02:32 - 00:44:35).

3.3.1 La **Dra. Ilse Cervantes Camacho** es egresada del doctorado en ciencias de la Universidad Autónoma Metropolitana, actualmente trabaja en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada en la unidad Querétaro, es autora de más de 70 artículos en revistas, alrededor de 50 artículos en actas de conferencia y coautora de tres libros. Sus intereses de investigación se centran en las matemáticas aplicadas a la energía y los vehículos de sistemas híbridos con aplicaciones e Inteligencia artificial. Desde el 2018 ha liderado la red de investigación de innovación Automotriz del Instituto Politécnico Nacional (IPN) cuya investigación

se enfoca en la electrificación del transporte, movilidad inteligente y diseño vehicular. Es la responsable del laboratorio Nacional CONAHCYT en electromovilidad inteligente, así como del posgrado integrado de ciencia y tecnología en movilidad sostenible del IPN. Se desempeña como editora en jefe y miembro del comité directivo de la IEEE de Latino American. Desde 2014 ha organizado números especiales y conferencias sobre electrificación de transporte y movilidad inteligente. La Dra. Cervantes es investigadora nivel 3 del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. ■



Figura 3.10: Dra. Ilse Cervantes Camacho, *CICATA Querétaro IPN*

La conferencia, presentada por la Dra. Cervantes, aborda los retos y oportunidades que enfrenta México en su transición hacia energías renovables, enfocándose en la energía solar, eólica y la producción de hidrógeno. Se expone la situación actual del país en términos de capacidad energética, los recursos renovables disponibles, así como las dificultades en la infraestructura de transmisión y almacenamiento de energía.

México se ha comprometido con el desarrollo de energías renovables, especialmente después de los Acuerdos de París en 2015. Sin embargo, los avances han sido limitados. En 2023, el país solo ha alcanzado un 15% de energías renovables, un aumento del 5% en cuatro años, lo cual está muy por debajo de las expectativas. La dependencia de combustibles fósiles, particularmente en el sector del transporte, sigue siendo un obstáculo clave.

México cuenta con un gran potencial para la generación de energía renovable, especialmente solar. En términos de radiación solar, el país tiene un promedio de 226 W/m² por día, lo que lo coloca en una posición privilegiada para la producción de energía fotovoltaica. Sin embargo, no toda el área del país es viable para la instalación de paneles solares debido a restricciones geográficas y de uso del suelo. Aun así, el potencial técnico sigue siendo significativo.

El potencial eólico también es considerable, aunque se enfrenta a limitaciones en la disponibilidad de datos meteorológicos fiables. Muchos proyectos eólicos en México utilizan datos de reanálisis, que pueden tener un margen de error considerable. Las zonas con mayor potencial eólico incluyen el Istmo de Tehuantepec, la Península de Yucatán y partes de Tamaulipas y Baja California.

Uno de los principales problemas identificados es la falta de infraestructura para la transmisión de energía, ya que los sitios de producción de energía renovable no siempre coinciden con las áreas de mayor demanda. Esto genera cuellos de botella en la red eléctrica y aumenta los costos de transmisión. Adicionalmente, el almacenamiento de energía es otro desafío importante. Las tecnologías actuales, como las baterías y los supercapacitores, no son suficientes para almacenar la energía necesaria para garantizar una oferta constante, especialmente durante la noche o en días nublados.

La producción de hidrógeno a partir de energías renovables es una solución prometedora para almacenar energía de manera eficiente y utilizarla cuando sea necesario. El hidrógeno puede ser generado mediante electrólisis, un proceso en el que el agua se descompone en oxígeno e hidrógeno utilizando electricidad. Según la Dra. Cervantes, México podría producir hasta 5000 toneladas de hidrógeno por kilómetro cuadrado al año, lo que representa 36 veces el consumo mundial de hidrógeno.

El hidrógeno no solo serviría como fuente de energía para la generación eléctrica, sino también para el transporte, utilizando celdas de combustible en vehículos. Sin embargo, el precio del hidrógeno aún es elevado, y gran parte de este costo se debe a la importación de tecnologías. Si México pudiera desarrollar sus propios electrolizadores, el costo del hidrógeno podría reducirse significativamente.

La electrificación del transporte es esencial para reducir la dependencia de los combustibles fósiles. El uso de vehículos eléctricos e híbridos puede contribuir a una reducción significativa de las emisiones de carbono. La Dra. Cervantes presentó un análisis de la eficiencia de diversas tecnologías de transporte, destacando que los vehículos eléctricos alimentados por hidrógeno son una opción viable y eficiente en términos de huella de carbono.

Además, se destacó la importancia de una planificación integral que considere no solo la electrificación del transporte, sino también la implementación de sistemas de almacenamiento de energía que permitan una integración más eficiente de las energías renovables en la red eléctrica.

El principal mensaje de la conferencia es que México tiene un enorme potencial para desarrollar energías renovables, pero enfrenta desafíos importantes en infraestructura y costos tecnológicos. La solución no pasa solo por aumentar la capacidad de generación de energía renovable, sino también por mejorar la infraestructura de transmisión y almacenamiento.

Asimismo, es crucial promover la investigación y el desarrollo de tecnologías propias para reducir la dependencia de las importaciones y abaratar los costos de producción. La electrificación del transporte y el uso de hidrógeno como fuente de almacenamiento de energía son componentes clave para una transición energética exitosa.

Sesión de preguntas

Durante la sesión de preguntas, se abordaron diversas inquietudes sobre la implementación de las tecnologías renovables en México. Una de las preguntas más destacadas fue sobre el impacto ambiental de los proyectos eólicos, especialmente en la fauna, como los murciélagos, cuyas rutas de vuelo pueden verse afectadas por las aspas de los aerogeneradores. La Dra. Cervantes reconoció que este es un problema real, y que en algunos casos se están explorando tecnologías para ahuyentar a la fauna de las áreas de los parques eólicos.

Otra pregunta se centró en los detalles de la electrólisis alcalina, un proceso utilizado para la producción de hidrógeno. La Dra. Cervantes explicó que este proceso utiliza una solución alcalina para transportar electrones en una celda de combustible, y que es una tecnología convencional para la producción de hidrógeno.

Finalmente, se planteó la necesidad de contar con datos más detallados sobre el consumo energético en el país, ya que los datos disponibles no son lo suficientemente específicos para planificar de manera eficiente la transición energética. La Dra. Cervantes enfatizó la importancia de que estos datos sean accesibles para investigadores y planificadores, a fin de avanzar en la implementación de energías renovables.

3.3.2 Avances en el almacenamiento electroquímico de energía: materiales y dispositivos

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión II](#) (Min. 00:44:52 - 01:23:12).

3.3.2 El Dr. Edilson Francisco Reguera Ruiz es un destacado físico y químico cubano-mexicano. El Dr. Reguera obtuvo su grado de físico entre 1972 y 1977, y en 1988 se doctoró en

Ciencias Químicas. En 2010, se le otorgó un doctorado de segundo nivel en Física. A lo largo de su carrera, ha formado a 59 maestros en ciencias y 45 doctores en ciencias, de los cuales 54 y 38, respectivamente, lo han hecho en México. El Dr. Reguera ha publicado 332 artículos científicos, de los cuales 311 están en revistas indexadas JCR. Es autor de 13 capítulos en libros, un libro y tiene 10 patentes otorgadas. Acumula más de 7,659 citas, con un índice h de 46, según Google Scholar. Actualmente es Investigador Nacional Emérito del Instituto Politécnico Nacional (IPN). A lo largo de su carrera ha liderado importantes proyectos de investigación relacionados con la conversión y almacenamiento de energía. ■



Figura 3.11: Dr. Edilson Francisco Reguera Ruiz, *CICATA-Legaria IPN*

En la conferencia presentada por el Dr. Reguera, se abordaron los avances en el almacenamiento de energía electroquímica, con un enfoque particular en las baterías para electromovilidad y almacenamiento de energía renovable. Se destacó el trabajo que realiza su equipo en el Laboratorio Nacional de Conversión y Almacenamiento de Energía, perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN). Además, se ofrecieron reflexiones sobre las políticas públicas necesarias para impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico en México.

El laboratorio dirigido por el Dr. Reguera se ha centrado en el desarrollo de baterías, especialmente para su uso en vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía renovable. Desde su creación en 2016, este laboratorio ha realizado investigaciones en diversas áreas, como el almacenamiento de hidrógeno, la producción de baterías de litio y sodio, supercapacitores, así como el aprovechamiento de energía residual.

El Dr. Reguera explicó el proceso de producción de baterías, desde la fabricación de cátodos y ánodos, hasta el ensamblaje final de las celdas. Destacó la importancia de las baterías de sodio, que aunque tienen una menor capacidad en comparación con las de litio, son significativamente más baratas y México cuenta con grandes reservas de sodio, lo que las convierte en una opción viable para la producción local.

Uno de los avances más destacados presentados por el Dr. Reguera fue el desarrollo de baterías basadas en "Azules de Prusia", un material barato y resistente que ha demostrado ser muy efectivo para las baterías de sodio. Este tipo de baterías tiene la capacidad de resistir hasta 10,000 ciclos de carga y descarga sin deteriorarse, lo que las hace adecuadas para vehículos eléctricos y aplicaciones estacionarias.

El laboratorio también está trabajando en la implementación de estas baterías en motocicletas eléctricas y mototaxis. Se espera que para 2024 ya se estén probando vehículos ligeros con baterías de sodio, los cuales tendrán una autonomía de entre 250 y 300 kilómetros por carga, suficiente para aplicaciones urbanas.

A pesar de los avances, el Dr. Reguera subrayó los desafíos que enfrenta la producción de baterías en México, especialmente en términos de escalado industrial. La dependencia de maquinaria y tecnología importada es un obstáculo, por lo que el laboratorio está en proceso de desarrollar tecnologías nacionales. Asimismo, se está preparando una planta piloto para la producción a mayor escala de baterías de litio y sodio, con el objetivo de tener una capacidad de producción de hasta 500 baterías diarias para 2025.

En términos de costos, el Dr. Reguera mencionó que el sodio es mucho más económico que el litio, lo que lo hace una alternativa atractiva para aplicaciones de bajo costo y gran escala, como el almacenamiento de energía en ciudades. Mientras que el litio cuesta aproximadamente 5,000 dólares por tonelada, el sodio cuesta solo 90 dólares por tonelada, lo que representa una gran ventaja en términos de viabilidad económica.

El Dr. Reguera enfatizó que el desarrollo de tecnología en México es un asunto de seguridad nacional. Explicó que el país necesita aumentar significativamente su inversión en ciencia y tecnología si desea ser competitivo a nivel global. Actualmente, México se encuentra en el puesto 81 en términos de inversión en ciencia y tecnología, lo que es insuficiente para el desarrollo de una industria tecnológica fuerte.

Se subrayó la importancia de políticas públicas que apoyen la creación de empresas de base tecnológica desde las instituciones académicas. El Dr. Reguera compartió su experiencia en la creación de una empresa de base tecnológica que fue frenada por la falta de un marco legislativo adecuado. Señaló que en otros países, las empresas pueden destinar parte de sus impuestos a la inversión en investigación, lo cual fomenta una mayor colaboración entre la industria y la academia.

Otro tema abordado fue el almacenamiento de energía a gran escala. El Dr. Reguera mencionó que además de las baterías, el hidrógeno es una opción viable para el almacenamiento de energía renovable. Sin embargo, los altos costos de producción del hidrógeno y la falta de infraestructura adecuada son barreras que deben superarse. En este sentido, el laboratorio también está investigando nuevas formas de capturar y almacenar energía térmica y mecánica.

Finalmente, se habló sobre la necesidad de desarrollar tecnologías para extraer y procesar litio a nivel nacional. Aunque México tiene grandes reservas de litio, especialmente en Sonora, la falta de agua en la región hace que la extracción sea un reto. El Dr. Reguera destacó que su equipo está trabajando en tecnologías que permitan extraer litio con un mínimo consumo de agua, lo cual es esencial para que México pueda aprovechar sus recursos naturales.

Sesión de preguntas

Durante la sesión de preguntas, varios participantes se interesaron en la relación entre la academia y la industria. El Dr. Reguera explicó que, aunque México no tiene una tradición sólida de colaboración entre estos sectores, se están logrando avances importantes, especialmente gracias al apoyo del gobierno de la Ciudad de México. Este apoyo ha sido fundamental para el desarrollo de laboratorios y proyectos de investigación en electromovilidad.

Asimismo, se discutió sobre los desafíos de financiación para proyectos tecnológicos y la importancia de que las universidades tengan más libertad para crear empresas de base tecnológica. El Dr. Reguera instó a que se establezcan marcos legales que permitan a los investigadores y estudiantes participar en la creación de startups tecnológicas, lo cual sería un gran impulso para la industria tecnológica nacional.

La conferencia del Dr. Edilson Francisco Reguera Ruiz ofreció una visión integral sobre los avances y desafíos en el campo del almacenamiento de energía y la electromovilidad en México. Se destacó el gran potencial que tiene el país para desarrollar tecnologías propias, especialmente en el ámbito de las baterías de sodio y litio. Sin embargo, también se hizo un llamado a la necesidad de políticas públicas que fomenten la inversión en ciencia y tecnología, y a la colaboración entre la academia y la industria para que México pueda consolidarse como un líder en el sector tecnológico.

3.3.3 Almacenamiento de Energía y Tecnologías Solares Concentradas

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión II](#)  (Min. 01:23:33 - 02:21:55).

3.3.3 El Dr. Gilles Flamant es un destacado investigador en el área de energía solar térmica. Ha trabajado como director del laboratorio de procesos materiales y energía solar en una institución de excelencia. Su carrera académica y científica lo ha llevado a colaborar con la Agencia Internacional de Energía, específicamente en tecnologías de concentración solar. Su investigación reciente se enfoca en el desarrollo de receptores solares y reactores termoquímicos para plantas solares térmicas de próxima generación. En esta conferencia, el Dr. Gilles Flamant expuso los avances y desafíos relacionados con las tecnologías de concentración solar y los sistemas de almacenamiento térmico, con énfasis en el escalado industrial y los problemas científicos que surgen a medida que se implementan estas tecnologías. ■



Figura 3.12: Dr. Gilles Flamant, *Laboratoire Procédés, Matériaux et Énergie Solaire (PROMES), CNRS, Université Perpignan*

La transición hacia fuentes de energía renovables es crucial para enfrentar el cambio climático y las limitaciones energéticas. El uso de tecnologías solares térmicas y el almacenamiento de energía representan una oportunidad para generar electricidad limpia de manera eficiente y continua, especialmente en regiones con alta irradiación solar. En la conferencia impartida por el Dr. Flamant, se exploraron las tecnologías solares térmicas actuales, los desafíos que enfrentan y las soluciones de almacenamiento energético, enfocándose en la energía solar concentrada y su capacidad para proporcionar calor a procesos industriales y plantas de energía.

La energía solar térmica puede generar temperaturas que oscilan entre los 150°C y los 1500°C, dependiendo del tipo de tecnología utilizada. Existen dos tipos principales de tecnologías de concentración solar: los sistemas lineales, que incluyen los colectores cilindro-parabólicos, y los sistemas puntuales, como las torres solares. En ambos casos, los espejos concentran la radiación solar en un receptor, donde se convierte en calor. Este calor puede ser almacenado o usado directamente en procesos industriales o en ciclos termodinámicos para la generación de electricidad.

Uno de los puntos clave de la conferencia fue el análisis de las distintas opciones de almacenamiento de energía térmica. Existen tres tipos principales de almacenamiento: sensible, latente y termoquímico. El almacenamiento sensible es el más utilizado en la actualidad y se basa en el cambio de temperatura de un material (generalmente sales fundidas o aceites térmicos) para almacenar y liberar energía. Las sales fundidas son el fluido más comúnmente utilizado en las plantas solares térmicas, debido a su alta capacidad de almacenamiento térmico y su estabilidad a altas temperaturas.

El almacenamiento latente utiliza materiales que experimentan un cambio de fase (por ejemplo, de sólido a líquido) a una temperatura específica, lo que permite almacenar grandes cantidades de

energía en un pequeño rango de temperatura. Por otro lado, el almacenamiento termoquímico se basa en reacciones químicas reversibles que absorben y liberan calor. Este tipo de almacenamiento es muy prometedor para aplicaciones de largo plazo debido a su alta densidad energética.

El uso de sales fundidas en plantas solares térmicas presenta ciertos desafíos a medida que se escala a niveles industriales. Gilles Flamant presentó ejemplos de cómo la expansión de estas tecnologías genera nuevos problemas científicos, como la gestión del gradiente térmico en los tanques de almacenamiento y los problemas de estrés mecánico en los materiales de construcción, especialmente en las uniones soldadas. La vida útil de los sistemas de almacenamiento puede verse comprometida por estas tensiones, lo que reduce su eficiencia y durabilidad.

Además de las sales fundidas, otra solución de almacenamiento térmico es el uso de partículas sólidas en movimiento, que permiten almacenar energía de manera más eficiente y a menor costo. Esta tecnología utiliza partículas inertes o reactivas que fluyen a través de intercambiadores de calor para almacenar y liberar energía. Según Flamant, el uso de partículas en lecho fluido presenta ventajas significativas en términos de costos, ya que pueden reducirse a la mitad en comparación con el almacenamiento de sales fundidas.

En su trabajo, el Dr. Flamant y su equipo han investigado también el uso de partículas reactivas que permiten el almacenamiento químico de energía, combinando el calor sensible y la energía química en un solo sistema. Este enfoque tiene el potencial de aumentar la eficiencia del almacenamiento y reducir el tamaño de los intercambiadores de calor.

El almacenamiento de energía térmica en plantas solares térmicas es clave para la estabilidad de la red eléctrica en el futuro. Frances destacó que la tecnología de almacenamiento en lecho de partículas se encuentra en una etapa piloto a nivel industrial y se espera que en los próximos años se realicen pruebas a mayor escala para demostrar su viabilidad comercial.

Además de las aplicaciones de generación eléctrica, el calor almacenado puede utilizarse en procesos industriales, como la producción de combustibles solares, incluyendo el hidrógeno, mediante procesos termoquímicos. Flamant enfatizó la importancia de integrar estas tecnologías en la industria para reducir las emisiones de carbono y avanzar hacia una economía energética más sostenible.

Sesión de preguntas

Durante la sesión de preguntas, varios participantes plantearon cuestiones relevantes sobre los desafíos y las oportunidades que presentan estas tecnologías. Algunas de las preguntas más destacadas incluyeron:

¿Cuáles son los principales obstáculos para la implementación a gran escala de estas tecnologías?

- Uno de los principales retos es la escalabilidad y la durabilidad de los materiales utilizados en los sistemas de almacenamiento, particularmente en la gestión del estrés térmico y las tensiones mecánicas en grandes tanques de almacenamiento. También mencionó que la financiación para proyectos piloto de gran escala es crucial para demostrar la viabilidad comercial.

¿Qué tan cerca estamos de implementar estas tecnologías en una red eléctrica real?

- Se espera que en un plazo de cinco a diez años las tecnologías de almacenamiento en partículas puedan implementarse en redes eléctricas a nivel comercial, siempre y cuando se realicen las inversiones necesarias en proyectos piloto.

¿Qué rol juegan los materiales en la mejora de la eficiencia de estos sistemas?

- Si bien es importante desarrollar materiales con mejor rendimiento térmico, también es fundamental optimizar el diseño del sistema en su conjunto. Esto incluye la integración eficiente del almacenamiento con los sistemas de conversión de energía y la mejora de los procesos de transferencia de calor.

La conferencia del Dr. Gilles Flamant ofreció una visión detallada sobre las tecnologías solares térmicas y las soluciones de almacenamiento de energía térmica. Aunque existen desafíos significativos, como la escalabilidad y la durabilidad de los materiales, las tecnologías de almacenamiento térmico, especialmente aquellas basadas en partículas, tienen el potencial de reducir los costos y aumentar la eficiencia. A medida que avanzan los proyectos piloto y se desarrollan nuevas

soluciones, es probable que estas tecnologías desempeñen un papel clave en la transición hacia una economía energética más limpia y sostenible en los próximos años.



4. Día 2: 19 de julio de 2024

4.1 Sesión III

Moderadora: Dra. Helen Denise Lugo Méndez

La tercera intervención del foro ofreció una mirada crítica a los desafíos técnicos, económicos y ambientales que enfrenta la transición energética. Durante esta sesión, la Dra. Helen Denise Lugo Méndez presentó un análisis multidisciplinario en los ponentes que puso de relieve las barreras actuales y las oportunidades de colaboración entre diversos sectores.

4.1.1 Bioprocesos y transición energética

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión III](#)  (Min. 00:10:22 - 00:51:21).

4.1.1 Dra. Margarita Mercedes González Brambila es Ingeniera Bioquímica Industrial por la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Obtuvo su maestría en Ingeniería Química en la Universidad Nacional Autónoma de México y su doctorado en Biotecnología. Actualmente, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I y profesora en el campus Azcapotzalco de la UAM desde 2018. Es coautora de aproximadamente 25 artículos científicos publicados en revistas de alto impacto y cuenta con alrededor de 70 trabajos presentados en congresos nacionales e internacionales de gran difusión. Es autora de un libro sobre ingeniería de procesos, otro sobre reactores, y ha sido coautora de varios capítulos de libros. Su trabajo de investigación se enfoca en aspectos de la biotecnología aplicados principalmente al medio ambiente, la energía y los procesos. ■

La Dra. González exploró el papel fundamental de los bioprocesos en la transición hacia una economía más sostenible. Los bioprocesos, que utilizan microorganismos o componentes de estos como biocatalizadores, ofrecen numerosas ventajas sobre los procesos químicos tradicionales. Estos incluyen el uso de materias primas renovables, condiciones de operación más suaves, y una reducción significativa en la producción de desechos y el uso de compuestos peligrosos. Estas características son cruciales para avanzar hacia un modelo de desarrollo que minimice el impacto ambiental y promueva la sostenibilidad.

Además, la Dra. González destacó la importancia de los bioprocesos en la lucha contra el



Figura 4.1: Dra. Margarita Mercedes González Brambila del Departamento de Energía, UAM - Azcapotzalco

cambio climático. Subrayó que, para alcanzar la meta de cero emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2050, es esencial incorporar fuentes de energía renovable y optimizar los procesos de producción. Este es un desafío global que requiere innovaciones tecnológicas y un cambio fundamental en cómo se producen y consumen los recursos. Sin embargo, también reconoció que los bioprocesos enfrentan desafíos significativos, como la dilución de productos y la necesidad de procesos de purificación eficientes. Para superar estos obstáculos, la doctora González Brambila enfatizó la necesidad de estrategias de intensificación de procesos, que buscan mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los bioprocesos. Entre estas estrategias se incluyen el uso de energías alternativas, la reducción del consumo de agua, y la implementación de tecnologías de reciclaje y empaques biodegradables.

En su presentación, también abordó el concepto de economía circular, que busca cerrar el ciclo de vida de los productos a través del reciclaje y la reutilización. La economía circular no solo ayuda a reducir el impacto ambiental, sino que también ofrece beneficios económicos significativos al maximizar el valor de los recursos utilizados.

Finalmente, la Dra. González presentó ejemplos de bioprocesos integrados y biorrefinerías. Estas instalaciones combinan diferentes tecnologías para producir una amplia gama de productos, desde biocombustibles hasta bioplásticos, de manera más eficiente y menos contaminante. Los biocombustibles, como el bioetanol y el biodiésel, son de particular interés ya que pueden ser utilizados en conjunto con combustibles fósiles, facilitando una transición más gradual hacia una economía baja en carbono. Estos avances no solo representan una mejora tecnológica, sino que también ofrecen un camino viable hacia un futuro más sostenible y menos dependiente de los recursos fósiles.

La conferencia de la Dra. Margarita Mercedes González Brambila no solo destacó los avances y el potencial de los bioprocesos, sino que también subrayó la importancia de continuar innovando y desarrollando tecnologías que puedan enfrentar los desafíos ambientales globales. Su trabajo es un testimonio de la relevancia de la biotecnología en el desarrollo de soluciones sostenibles para el futuro.

4.1.2 Retos y oportunidades del hidrógeno en la transición energética

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión III](#) (Min. 00:52:25 - 01:38:40).

4.1.2 El Dr. Guadalupe Ramos Sánchez es Doctor en Ciencias Químicas por el Centro

de investigación y de Estudios Avanzados del IPN, actualmente es profesor Titular-C del departamento de IPH de la UAM-Iztapalapa, donde también es el coordinador del posgrado en Ingeniería Química. Ha publicado alrededor de 60 artículos de investigación con alrededor de 1750 citas, lo que le ha conferido el nivel II en el SNII desde el 2022. Sus líneas de investigación han estado enfocadas en combustibles alternativos y almacenamiento de energía. Actualmente es el coordinador del Laboratorio Nacional Conhacyt de Baterías Ion-Li y post Litio para el diseño y escalamiento de materiales y prototipos.



Figura 4.2: Dr. Guadalupe Ramos Sánchez del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, UAM - Iztapalapa.

Durante su conferencia, el Dr. Guadalupe Ramos Sánchez explicó que el hidrógeno, al ser un combustible con alta densidad energética por kilogramo y sin emisiones de CO_2 durante su combustión, ofrece ventajas significativas en términos de descarbonización. No obstante, su producción es en la actualidad costosa, especialmente cuando se busca producir hidrógeno "verde" mediante electrólisis utilizando energía renovable. Esto contrasta con el hidrógeno producido por métodos convencionales, que son más baratos, pero menos sostenibles. El hidrógeno se puede producir de varias formas, como la electrólisis del agua, que divide el agua en hidrógeno y oxígeno utilizando electricidad. Existen diferentes tecnologías de electrólisis: la alcalina, que es la más madura y utilizada actualmente; la ácida, que permite una mayor densidad de corriente; y la PEM (Membrana de Electrolito Polimérico), que, aunque es más eficiente, tiene un costo alto. Cada tecnología tiene sus ventajas y desventajas en términos de eficiencia y costos operativos.

El Dr. Ramos enfatizó que el principal desafío es reducir el costo de producción del hidrógeno. Esto implica no solo mejorar las tecnologías existentes, sino también optimizar la producción de electricidad renovable a bajo costo, ya que los costos del hidrógeno están estrechamente relacionados con el precio de la electricidad utilizada en su producción. Los avances en investigación, como el desarrollo de nuevos materiales para las celdas de electrólisis que reduzcan la necesidad de metales caros, son cruciales para hacer que el hidrógeno sea más competitivo. A nivel global, algunos países están avanzando significativamente en la producción de hidrógeno verde. Por ejemplo, Chile y Australia están implementando proyectos a gran escala que buscan reducir los costos y aumentar la capacidad de producción. En México, sin embargo, la mayor parte del hidrógeno producido se utiliza en procesos industriales y no existe una estrategia nacional robusta para el desarrollo del hidrógeno. La mayoría del hidrógeno en México se usa para la hidrosulfuración en la industria petrolera, y solo un pequeño porcentaje se destina a aplicaciones comerciales o de investigación.

Uno de los proyectos más destacados en el campo del hidrógeno en México es el desarrollado por la empresa francesa HDF Energy en Los Cabos, Baja California. Este proyecto, anunciado con gran expectativa, tenía como objetivo iniciar operaciones el año pasado, aunque se han enfrentado retrasos. Se espera que el proyecto, que se extiende por un periodo de 25 años, produzca hidrógeno utilizando energía solar y almacenamiento en baterías. El hidrógeno generado estará destinado a suministrar electricidad a aproximadamente 25,000 hogares. Aunque el avance de este proyecto es notable, la empresa ha sido reservada en cuanto a la información detallada. Sin embargo, parece que el proyecto está en marcha, aunque la falta de datos específicos genera incertidumbre. Además de este proyecto, en México existen varias iniciativas relacionadas con el hidrógeno, pero muchas de ellas carecen de seriedad y concreción. La creación de proyectos de hidrógeno a menudo enfrenta barreras significativas, como la falta de inversión y planificación adecuada. La investigación en hidrógeno es aún incipiente en comparación con otros sectores, y desarrollar un proyecto viable requiere mucho más que solo una idea; es necesario contar con los recursos financieros y técnicos adecuados.

El Dr. Ramos hizo hincapié en la necesidad de ser pragmáticos y realistas al considerar la adopción del hidrógeno. Aunque el hidrógeno tiene el potencial de ser una parte integral de la transición energética, no es la solución universal para todos los problemas. Primero, es esencial mejorar la eficiencia energética en los procesos existentes. Una vez alcanzada una eficiencia óptima, se debe considerar la electrificación como un paso intermedio. El hidrógeno, como combustible alternativo, debería ser una opción después de haber explorado otras alternativas más directas y eficientes. También mencionó ejemplos de proyectos que parecen poco realistas, como la idea de usar hidrógeno para la cocción en lugar de utilizar energía solar directamente. Este enfoque no es práctico debido a la baja eficiencia del proceso y el alto costo asociado con la producción de hidrógeno. El hidrógeno debería aplicarse a sectores donde pueda ofrecer beneficios claros y no ser utilizado de manera ineficiente.

En cuanto a la evaluación de proyectos de hidrógeno, sugirió usar un índice de viabilidad que considere factores nacionales, sociales, económicos y ambientales. Proyectos con un índice alto pueden ser viables, mientras que aquellos con un índice bajo probablemente no lo sean. Un ejemplo válido es el uso de hidrógeno en montacargas, donde su capacidad de proporcionar un combustible limpio y una carga rápida puede ser beneficiosa. Finalmente, el Dr. Ramos compartió planes de su equipo para romper el récord Guinness de la batería más grande utilizando limones como material. Este proyecto tiene como objetivo atraer atención hacia el almacenamiento de energía y la producción de hidrógeno, aunque no se espera que resuelva los problemas energéticos de manera significativa. Sin embargo, busca generar interés y fomentar la investigación en el campo.

En resumen, el hidrógeno tiene un gran potencial, pero su implementación efectiva requiere una planificación cuidadosa, inversiones adecuadas y un enfoque pragmático. La tecnología y la investigación están avanzando, pero la colaboración y el compromiso son esenciales para superar los desafíos y lograr una transición energética exitosa.

4.1.3 Thantia: los límites materiales de la transición energética

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión III](#) (Min. 01:48:20 - 02:56:20).

4.1.3 Dra. Alicia Valero Delgado es directora del grupo de ecología industrial en el Instituto Energaia y Catedrática en la Universidad de Zaragoza en el Departamento de Ingeniería Mecánica. Su investigación se ha centrado en identificar medidas de eficiencia de recursos y aplicar la termodinámica en la evaluación del agotamiento de recursos, tema por el cual ha recibido cuatro premios internacionales. Es autora o coautora de más de 100 artículos en revistas internacionales y capítulos de libros relacionados con el análisis y la optimización de la energía y el uso de materias primas. Junto con su padre, Antonio Valero, desarrolló la teoría de Thanatia. ■

En su presentación la Dra. Valero, del CIRCE de la Universidad de Zaragoza, profundizó en los



Figura 4.3: Dra. Alicia Valero Delgado, Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos, Universidad de Zaragoza, España.

desafíos asociados con la transición hacia tecnologías más sostenibles. Destacó que, a pesar de los avances en eficiencia energética, la transición energética y digital está limitada por la disponibilidad de recursos materiales críticos. A partir de su investigación publicada en 2017, detalló que los metales fundamentales para las tecnologías modernas como la plata, el cadmio, el cobalto, el cromo, el cobre, el galio, el indio, el litio, el manganeso, el plomo, el platino y el telurio están en riesgo de escasez. El análisis pronostica que para 2050 estos materiales podrían enfrentar serios problemas de suministro debido a la creciente demanda. Asimismo, explicó que los estudios realizados en 2016 revelaron cuellos de botella en la disponibilidad de estos recursos. Su investigación mostró que, si se hubiera invertido en estos materiales críticos en ese momento, los beneficios económicos habrían sido significativos. Sin embargo, la realidad actual muestra un incremento dramático en los precios de estos recursos, complicando aún más la viabilidad económica de las tecnologías que dependen de ellos.

Un aspecto central de la charla fue la contradicción entre la eficiencia energética y la eficiencia en el uso de materiales. Por ejemplo, aunque las lámparas LED son más eficientes energéticamente en comparación con las bombillas incandescentes, requieren materiales críticos como indio, galio y arsénico, los cuales no se reciclan fácilmente. De manera similar, los vehículos eléctricos, que se presentan como una solución ecológica, necesitan grandes cantidades de metales raros como cobalto, níquel, telurio y litio. Esta alta demanda está generando una presión sobre los suministros de estos metales, exacerbando el problema de su escasez. Ilustró la magnitud del problema con el cobre, un componente esencial para muchas tecnologías renovables. Un vehículo eléctrico consume aproximadamente cuatro veces más cobre que un vehículo convencional, y un aerogenerador utiliza doce veces más cobre que una planta térmica convencional. La proyección para 2035 es que la demanda de cobre se duplique, pero los descubrimientos de nuevos yacimientos han disminuido considerablemente en la última década. A pesar de los esfuerzos por aumentar las reservas mediante la extracción de minerales de menor concentración, los costos y la energía necesarios para esta actividad se han disparado.

En cuanto a Latinoamérica, destacó que la región posee abundantes recursos minerales, pero estos recursos se exportan principalmente a países como China, que controlan la cadena de suministro y procesamiento. Esta dependencia crea vulnerabilidades para regiones como Europa, que deben importar estos materiales sin tener control sobre su producción. La Dra. Valero sugirió que Latinoamérica tiene una oportunidad significativa para ejercer un mayor control sobre sus recursos naturales y reducir su dependencia de terceros países.

La conferencia también abordó la economía circular y sus limitaciones. Aunque la economía circular promete un uso más eficiente de los recursos, argumentó que la realidad actual es que menos del 1% de los materiales críticos, como los presentes en dispositivos electrónicos, se recuperan efectivamente. Además, las tecnologías avanzadas a menudo incorporan elementos materiales

difíciles de reciclar debido a su complejidad.

La Dra. Valero planteó la necesidad de una nueva aproximación al diseño de productos y procesos, sugiriendo que los productos deben ser diseñados para facilitar su reciclaje y reutilización. En lugar de buscar una economía circular perfecta, que ella considera un oxímoron, propuso el concepto de una economía espiral, donde los productos viejos se convierten en piezas de repuesto para nuevos productos. Esto requiere un enfoque más riguroso en la calidad del diseño y la eficiencia en el uso de materiales, así como una reconsideración de los procesos de producción para que sean más sostenibles y menos dependientes de recursos escasos.

Asimismo, hizo un llamado a reevaluar el modelo económico dominante, que se basa en el crecimiento ilimitado. Argumentó que este modelo es insostenible en un planeta finito y que se debe adoptar una visión más holística que considere tanto la eficiencia energética como la eficiencia en el uso de materiales. Enfatizó que la transición hacia un modelo más sostenible es urgente y que es necesario empezar a reducir drásticamente el consumo para evitar una crisis de recursos que afecte a las generaciones futuras.

La Dra. Valero recomienda que, dado que el planeta enfrenta un problema crítico con el uso excesivo de materias primas y recursos naturales, es fundamental cambiar las tendencias actuales. Si no se aborda este problema de manera urgente, las consecuencias podrían ser desastrosas para la sostenibilidad global. Ella sugiere que los países, especialmente aquellos con abundantes recursos como México, deberían adoptar un enfoque que combine crecimiento económico con responsabilidad ambiental. Para países como México, que tienen una rica variedad de recursos naturales y buscan un desarrollo económico, la clave está en equilibrar el crecimiento con prácticas sostenibles y enfatiza que el concepto de decrecimiento es esencial para el planeta en su conjunto, pero también reconoce que algunos países necesitan crecer para mejorar su calidad de vida y alcanzar justicia social.

También sugiere un cambio de paradigma que pase de la eficiencia a la suficiencia, de la extracción a la regeneración, de la acumulación a la distribución, y de lo global a lo local. En este sentido, México debería enfocarse en ser soberano de sus recursos, valorando adecuadamente su riqueza natural y ecológica, y no permitir que empresas extranjeras exploten estos recursos sin un retorno justo. La idea es mantener la cadena de valor dentro del país siempre que sea posible, incluso si esto implica costos más altos, para evitar la dependencia de terceros países.

En cuanto a la economía circular y la economía en espiral, la Dra. Valero señala que la economía circular se basa en la reducción de residuos a través del reciclaje y la reutilización, pero a veces puede enfrentar desafíos prácticos, especialmente cuando los productos no están diseñados para facilitar estos procesos. La economía en espiral, por otro lado, reconoce la imposibilidad de cerrar completamente los ciclos de material. En lugar de aspirar a un reciclaje perfecto, se enfoca en diseñar productos que sean modulares y duraderos, de modo que los materiales puedan ser reutilizados en lugar de reciclados completamente.

La Dra. Valero también menciona que las empresas están comenzando a reaccionar a la escasez de recursos y problemas en la cadena de suministro, especialmente después de la pandemia. Esto está llevando a nuevas estrategias, como el uso compartido y la servitización, donde las empresas buscan formas de adaptar sus modelos de negocio a la disponibilidad limitada de materiales y recursos. Finalmente, en relación con los materiales compuestos y las aleaciones de alta entropía, ella señala que estos materiales presentan desafíos en términos de reciclaje debido a su alta complejidad y entropía. La clave está en diseñar productos que puedan ser desensamblados y reutilizados al final de su vida útil, en lugar de intentar recuperar elementos individuales que pueden ser extremadamente difíciles de procesar.

En resumen, la financiación y las estrategias deben centrarse en la sostenibilidad, el diseño inteligente y la gestión eficiente de recursos, con un enfoque en la durabilidad y la reutilización para minimizar el impacto ambiental y promover un desarrollo económico responsable.

4.2 Sesión IV

Moderadora: Dra. Alejandría Denisse Pérez Valseca

Para cerrar la jornada, la última sesión reunió a los participantes en torno a una visión integral y prospectiva de la ingeniería en energía. La Dra. Alejandría Denisse Pérez Valseca, moderadora de esta sesión, sintetizó los principales aprendizajes del foro y destacó la importancia de la sinergia entre la academia, la industria y el poder público para avanzar en la transición energética.

4.2.1 La electromovilidad en la ciudad de la eterna primavera necesaria y urgente

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión IV](#) (Min. 00:05:31 - 00:34:22).

4.2.1 Dra. Gabriela Hernández Luna es Ingeniera Química por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Realizó estudios de Maestría y Doctorado en Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Es profesora investigadora en el Centro de Investigación en Ingenierías y Ciencias Aplicadas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Realizó dos estancias postdoctorales desarrollando los proyectos “Prospectivas para el sector energético mexicano” y “Prospectivas para el sistema energético mexicano con base en modelos de optimización y simulación”. Ha contribuido en varios proyectos de Investigación con la Universidad Autónoma de Yucatán. Es coautora del libro *Desigualdad en el acceso de energía*. ■



Figura 4.4: Dra. Gabriela Hernández Luna del Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, UAEM.

La Dra. Hernández, presentó avances del proyecto PRONASE de Transporte Eléctrico Avanzado y Movilidad Sustentable, que se está desarrollando en la Facultad de Ciencias químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En este proyecto se desarrollaron estrategias para cambiar el transporte de la ciudad de Cuernavaca a transporte eléctrico avanzado.

La Dra. Hernández comenzó la charla resaltando la importancia de utilizar transportes eléctricos para disminuir el consumo de combustibles fósiles, los cuales contribuyen notablemente a la generación de islas de calor en las ciudades. Para esta primera parte del proyecto se aplicó una metodología para identificar las islas de calor en la ciudad de Cuernavaca.

Las islas de calor se presentan en zonas urbanas y es en dónde se obtienen temperaturas más altas que en las áreas rurales, y se generan por los materiales de las construcciones, el asfalto, los asentamientos humanos masivos y el transporte. En esta parte del proyecto, la Dra. Hernández y

sus colaboradores identificaron áreas en donde se puede incidir estableciendo estrategias para rutas verdes, que no solamente se refiere a transporte público, si no a la movilidad sustentable.

La metodología utilizada abarcó el estudio de tres de los siete municipios que constituyen la zona metropolitana del Valle de Cuernavaca, en donde se encuentra el 40 % de la población. En estos municipios se observó un gran flujo de transporte público y particular, incidiendo en las zonas de calor. El transporte público tiene dos modalidades, con itinerario y sin itinerario, lo que establece un reto en cuestión de horarios y rutas. Se plantearon estrategias para tener rutas verdes, las cuales cruzan gran parte del municipio de Cuernavaca. Además de establecer rutas verdes, se midió la cantidad de dióxido de carbono en las islas de calor, derivadas de las actividades antropogénicas.

La Dra. Hernández cerró su ponencia enfatizando la importancia de aplicar estas estrategias en la ciudad de Cuernavaca, ya que se considera un punto importante por su cercanía con la ciudad de México, así como por ser un punto de recreación y de gran actividad económica.

En resumen, la aplicación de electromovilidad y movilidad sustentable en las ciudades conlleva un gran análisis, para identificar las islas de calor y contaminantes, así como los efectos a la salud que pueden ser disminuidos gracias a la aplicación de nuevas tecnologías.

4.2.2 Entender y atender la pobreza energética, indispensable para construir transiciones energéticas justas

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión IV](#) (Min. 00:35:21 - 01:22:25).

4.2.2 La Dra. Karla Graciela Cedano Villavicencio es Doctora en Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Académica multidisciplinaria líder en los campos de Energía y ciencias sociales, e Innovación y sustentabilidad con perspectiva de género. Consultora del Grupo Nacional de Universidad para Fuentes Renovables de Energía en Cuba; asesora para el desarrollo de la hoja de ruta nexos mujer y energía de Panamá, de la Secretaría Nacional de Energía en Panamá; integrante titular de la Academia de Ciencias Sociales y Humanidades del Estado de Morelos, del Comité Editorial de la Revista Eficiencia Energética del FIDE, del International Women's Forum y mentora de la Global Women's Network for the Energy Transition. Actualmente, responsable del Laboratorio de Innovación y Futuros del Instituto de Energías Renovables de la UNAM y consejera de Voz Experta. ■



Figura 4.5: Dra. Karla Graciela Cedano Villavicencio del Instituto de Energías Renovables, UNAM.

En su ponencia titulada “Entender y atender la pobreza energética, indispensable para construir transiciones energéticas justas”, la Dra. Cedano enfatizó que, para avanzar hacia transiciones energéticas justas, incluyentes y sustentables es indispensable acercarnos a las realidades y complejidades del acceso a servicios energéticos de calidad en los hogares. Estos acercamientos deben hacerse desde los contextos locales y culturales, para poder construir soluciones incluyentes e integrales que atiendan la pobreza energética de mejor manera. De hecho, el concepto de pobreza energética también tiene que interpretarse desde las realidades latinoamericanas, donde es relativamente joven su incorporación al acervo académico y de política pública.

La sustentabilidad tiene que desarrollarse no solo pensando en el futuro, sino ser un énfasis importante en el día de hoy, pensando en que la energía debe ser limpia y asequible, considerando los factores económicos, ambientales y sociales, además de considerar la Transición Energética justa. Dentro de este tema, la Dra. Cedano introdujo los temas de justicia y pobreza energéticas, los cuales tienen gran relevancia en la actualidad, pero siempre hay dudas en cómo se definen. Existen muchas definiciones de pobreza energética, es un concepto que sigue en debate en la comunidad internacional, pero, en resumen, es la condición que viven los hogares y significa que estos hogares no pueden atender sus necesidades energéticas. Existen diversas formas de medir la pobreza energética, de acuerdo con cada país y con sus condiciones energéticas. Por ejemplo, en el Reino Unido se utilizó una forma que decía que, si tú gastas más del 10% de tu salario en energía, estas en pobreza energética. En México, el análisis para medir la pobreza energética fue realizado por Rigoberto García, quién es el primer investigador que empezó a hacer estudios sobre pobreza energética en México y es el pionero a nivel nacional.

La Dra. Cedano comentó que para atender la pobreza energética es necesario entender las necesidades de la sociedad, ya que es un fenómeno contextual y cultural, no se puede entender la pobreza energética si no se entiende a las personas y a sus comunidades, y para atenderla se aplica la Innovación social para que mejoren nivel y calidad de vida.

Actualmente, existen algunas políticas que ayudan a atender esta pobreza energética, aunque no están definidas para eso específicamente, pero pueden ser utilizadas para apoyar a las comunidades. Sin embargo, se hizo énfasis en la participación de la academia, la sociedad y el gobierno, para poder hacer frente a las necesidades energéticas del país, a través de una transición energética justa, satisfaciendo los requerimientos energéticos con una visión sustentable, que considere el ambiente, la sociedad y los parámetros económicos.

En resumen, la pobreza energética es un tema relevante que tiene que atenderse para poder acceder a una transición energética justa, con innovación tecnológica y social, considerando que la aplicación tecnológica debe ser analizada a partir de la multidisciplinariedad, conociendo la sociedad y sus necesidades.

4.2.3 Tecnologías de Concentración Solar: Estado actual y desarrollo futuro

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en el siguiente enlace: [Sesión IV](#)  (Min. 01:23:22 - 02:20:25).

4.2.3 El **Dr. Claudio Alejandro Estrada Gasca** es Físico por la UNAM, con una Maestría y un Doctorado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Estatal de Nuevo México, EUA. Es Investigador del Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM, y profesor del Posgrado en Ingeniería en Energía de la UNAM. En el IER, estudia tecnologías de energía solar, en particular de concentración solar. Ha publicado más de 170 trabajos de investigación en revistas internacionales con arbitraje, así como en congresos nacionales e internacionales. Ha organizado congresos, cursos, y seminarios, así como impartido, por invitación, más de 115 conferencias y seminarios en diversos foros. Actualmente, es el coordinador del grupo de Sistemas de Concentración y Química Solar del IER, y responsable técnico del Laboratorio Nacional de Sistemas de Concentración Solar y Química Solar del CONAHCYT, de la UNAM y de la



Figura 4.6: Dr. Claudio Alejandro Estrada Gasca del Instituto de Energías Renovables, UNAM.

El Dr. Estrada habló principalmente de la problemática de las tecnologías de concentración solar de potencia enmarcadas en el contexto del problema energético. Enfatizó cuales son las tendencias y perspectivas a nivel mundial de lo que ocurre en el sector energético y la importancia de la energía solar.

Al iniciar su conferencia, realizó un análisis de la evolución de la cantidad de personas y la demanda energética a lo largo de la historia, se puede observar que el crecimiento es exponencial y seguirá siendo de esta forma. De acuerdo con la historia, existen factores fundamentales que afectan este cambio, las revoluciones científica y tecnológica, el modelo de desarrollo económico y los hábitos de consumo de la sociedad. En las últimas décadas, la generación de electricidad se ha realizado principalmente usando recursos fósiles, lo cual ha incrementado los niveles de contaminación y CO₂, actualmente el 80% de la electricidad a nivel mundial se genera con combustibles fósiles, lo que sigue afectando al ambiente. Esto amerita un cambio apremiante, en donde se utilicen nuevas tecnologías para generación eléctrica, las cuales deben ser amigables con el ambiente y accesibles para la sociedad.

El desarrollo tecnológico de las energías renovables ha crecido en las últimas dos décadas, permitiendo tener grandes avances y mejoras tecnológicas, así como hacerlas más accesibles. Sin embargo, se requieren más políticas públicas que impulsen su desarrollo y uso. Esto, ayudaría a la transición energética, ya que como se ha visto, esta debe ser progresiva, reduciendo el uso de combustibles fósiles y aumentando las energías renovables y la energía nuclear.

La energía solar es una tecnología que tiene muchos años de experiencia y que en los últimos años ha tenido un gran crecimiento, dentro de las aplicaciones de la energía solar se tiene: la energía fotovoltaica, térmica y de concentración de potencia, la cual es el tema de estudio del Dr. Estrada. En México se tienen altos niveles de radiación solar, lo cual es apropiado para el uso de la energía solar.

El Dr. Estrada destacó la importancia del uso de energías renovables, sobre todo la solar, ya que México cuenta con un gran recurso que debe ser explotado, sobre todo en el noroeste del país. Es cierto que hace algunas décadas, México era un país petrolero, pero ahora es necesario adoptar nuevas fuentes de generación eléctrica, ya que hay objetivos ambientales que cumplir, por bien de la humanidad. En este sentido es necesario cambiar el vector energético actual de manera progresiva, asegurando los suministros de energía y el cuidado al ambiente.

Posteriormente, el Dr. Estrada presentó las diferentes arquitecturas de los sistemas de concentración solar de potencia; torre central, Fresnel lineal, disco Stirling y cilindro parabólico. Esta tecnología inició en la década de los 70, teniendo grandes inicios en España en la zona de Andalucía y en Arizona en Estados Unidos Americanos.

El uso de los concentradores solares permite almacenar la energía térmica en fluidos de trabajo y posteriormente, generar combustibles solares como el hidrógeno y gas de síntesis. Sin embargo, este proceso no es sencillo, las plantas deben de pasar por diferentes etapas, la primera es a nivel laboratorio, produciendo menos de 1kW, posteriormente la planta piloto de hasta 100kW y finalizar con plantas industriales de más de 100kW.

En México, el desarrollo de estas tecnologías esta en crecimiento, muchas instituciones como la UNAM y el IPN han unido esfuerzos para lograr avances importantes y así impulsar en México la Industria Solar. Se han desarrollado varios sistemas piloto, uno de los más grandes se encuentra en Temixco, la cual sirve de investigación. A demás, se han aplicado plantas para tratamiento fotocatalítico de aguas residuales y un campo de pruebas de helióstatos.

Adicionalmente, es importante abordar el desarrollo de materiales de almacenamiento termoquímico de la energía solar, lo cual también se realiza en el laboratorio liderado por el Dr. Estrada, utilizando óxidos metálicos, aplicando energía para la reacción de reducción, y posteriormente cuando se requiere la energía se realiza una reacción de oxidación y la energía almacenada podrá ser utilizada.



La innovación en la Ingeniería en Energía hacia un futuro sostenible

5	Día 1: 13 de noviembre de 2024	89
5.1	Inauguración	
5.2	Gestión de la perforación a presión	
5.3	Trayectoria como egresada	
5.4	¿Qué hace y para qué sirve ASHRAE a los estudiantes?	
5.5	Mesa Redonda: La Ingeniería en Energía y Asociaciones profesionales	
5.6	Sesión de carteles de alumnos	
6	Día 2: 14 de noviembre de 2024	105
6.1	Prevención de Riesgos del POE a radiaciones ionizantes	
6.2	Producción de hidrógeno en México retos y perspectivas	
6.3	Pirólisis solar	
6.4	Generación Distribuida en Mexico: Ejecución y Proyecciones Futuras	
6.5	Del Campo al Sol: ¿Por qué los Proyectos Solares son el Futuro?	
6.6	Primer Encuentro de Investigadoras e Investigadores en Energía	
7	Día 3: 15 de noviembre de 2024	119
7.1	Inteligencia Artificial en la Ingeniería en Energía	
7.2	Planeación Energética hacia el desarrollo Sostenible	
7.3	Islas energéticamente sustentables	
7.4	Aplicación de baterías de Litio: ahorrar energía en el período de punta	
7.5	Rendimiento y operabilidad en turbinas aeroderivadas	
7.6	Reflexiones de los 50 años de la Ingeniería en Energía en México	
7.7	Clausura del evento	

5. Día 1: 13 de noviembre de 2024

5.1 Inauguración

A las 9:30 horas del miércoles 13 de noviembre de 2024, en la sala Cuicacalli de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, se dio comienzo al foro la innovación en la Ingeniería en Energía hacia un futuro sostenible. Estuvieron presentes las distinguidas personalidades del presídium:

- Dr. Román Linares Romero
Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería
- Dr. Raúl Lugo Leyte
Jefe del Área Académica de Ingeniería en Recursos Energéticos
- Ing. Luis Fernando Castro Careaga
Secretario Académico de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería
- Dr. Juan José Ambriz García
Coordinador de Extensión Universitaria
- M. en I. Alejandro Torres Aldaco
Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Energía



Figura 5.1: De izquierda a derecha: M. en I. Alejandro Torres Aldaco, Ing. Luis Fernando Castro Careaga, Dr. Román Linares Romero, Dr. Raúl Lugo Leyte y Dr. Juan José Ambriz García.

El alumno de la Licenciatura en Ingeniería en Energía, Erick Darley Morales Angel, inició el evento con un mensaje emotivo, resaltando el significado de esta celebración como un reconocimiento a la historia, presente y futuro de la comunidad académica. Destacó la importancia del legado de la licenciatura y el impacto de sus egresados en el sector energético. Para referencia audiovisual, el video de la inauguración se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).



Figura 5.2: Dr. Eduardo Salvador Pérez Cisneros†, *Profesor - Investigador del departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica.*

Además, solicitó un minuto de silencio en memoria del Dr. Eduardo Salvador Pérez Cisneros, reconociendo su invaluable contribución a la formación de generaciones de ingenieros en energía y su dedicación al conocimiento y la docencia. En honor a su legado, las actividades de la semana fueron dedicadas a su memoria.



Figura 5.3: M. en I. Alejandro Torres Aldaco, *Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Energía.*

El Coordinador de la Licenciatura en Ingeniería en Energía, M. en I. Alejandro Torres Aldaco, dirigió un mensaje en el que reflexionó sobre el impacto de la ingeniería en energía en el desarrollo sostenible del país y el mundo. Destacó los logros alcanzados en los últimos 50 años y la necesidad de seguir innovando para afrontar los desafíos actuales y futuros.

También recordó la figura del Dr. Pérez, subrayando su papel fundamental en la creación del Posgrado en Energía y Medio Ambiente (PEMA) y su influencia en la comunidad académica. Resaltó su dedicación a la enseñanza y su capacidad para inspirar a sus estudiantes, dejando un legado que perdurará en el tiempo.

El Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Dr. Román Linares Romero, compartió una reflexión sobre el impacto de la ingeniería en energía y la importancia de planear estratégicamente su futuro dentro de la universidad. Recordó sus conversaciones con el Dr. Eduardo Pérez Cisneros y su papel en la evolución de la licenciatura.



Figura 5.4: Dr. Román Linares Romero, *Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.*

Hizo un llamado a la comunidad académica para fortalecer líneas de investigación, introducir nuevas áreas de estudio y consolidar un proyecto colectivo que posicione a la licenciatura como un referente a nivel nacional e internacional. Asimismo, mencionó la relevancia de la Agenda de Desarrollo Institucional 2025-2030 y la necesidad de reorganizar las divisiones para generar la mejor investigación posible, siempre con el estudiante como eje central.

Finalmente, a las 9:55 horas del miércoles 13 de noviembre de 2024, declaró formalmente inaugurada la Semana de la Ingeniería en Energía, destacando el evento como un espacio para la discusión, el aprendizaje y la colaboración entre los distintos actores del sector.

5.1.1 Actividades de la Semana de la Ingeniería en Energía



Figura 5.5: Actividades de la Semana de la Ingeniería en Energía. Torneo flash de fútbol del 11 y 12 de noviembre.



Figura 5.6: Actividades de la Semana de la Ingeniería en Energía. Talleres multidisciplinares del 11 y 12 de noviembre.

5.1.2 Programa del evento



Programa de actividades
Semana de la Ingeniería en Energía 2024
“La innovación en la Ingeniería en Energía hacia un futuro sostenible”

Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa – Sala Cuicacalli



Horario	Lunes 11	Martes 12	Miércoles 13	Jueves 14	Viernes 15
9:00–10:00			Inauguración	Prevenición de Riesgos del Personal Ocupacionalmente Expuesto a Radiaciones Ionizantes M. en C. Armando Jehu Astudillo Velázquez IMSS	Inteligencia Artificial en la Ingeniería en Energía Dr. Antonio Flores Tlacahuac ITESM Campus Monterrey
10:00–11:00	Python: Curso básico de Inteligencia Artificial Dr. Heriberto Sánchez Mora Sala de cómputo AA	Python: Curso básico de Inteligencia Artificial Dr. Heriberto Sánchez Mora Sala de cómputo AA	Gestión de la perforación a presión M.C. Judith Méndez Zárate (Virtual) Halliburton	Producción de hidrógeno en México retos y prospectivas Dra. Rosa de Guadalupe González Huerta ESIQIE – IPN	Planeación Energética hacia el desarrollo Sostenible Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez Unidad de Planeación Energética, FI–UNAM
11:00–12:00			Trayectoria como egresada M. en I. Carmina García Robles Subdirectora de Disposición Final Secretaría de Obras y Servicios de la CDMX	Pirólisis solar Dra. Nidia Aracely Cisneros Cárdenas IER–UNAM	Islas energéticamente sustentables Dra. Alzailadema Altamirano Ávila Subdirección de Negocios de Redes, CFE
12:00–13:00	¿Cómo conseguir tu primer empleo? Lic. Angélica Sánchez Martínez Alianzas Estratégicas OCC Salón T–223	¿Cómo mejorar la comunicación oral y escrita para brincar la NA? Dra. Yuridiana R. Galindo Luna y Dra. Alejandría D. Pérez Valseca UAMI Salón T–223	¿Qué hace y para qué sirve Ashrae a los estudiantes? Ing. Oscar García Trujillo ASHRAE	Generación distribuida en México: ejecución y proyecciones futuras M.C. Nayelli Naves García Ampper	Aplicación de baterías de Litio para ahorrar energía en el periodo de punta Ing. Alfredo Aguilar Galván Ingeniería Energética Integral
13:00–14:00	MATLAB orientado a la ingeniería en energía Dr. Guillermo Benítez Olivares Sala D, edificio AA	MATLAB orientado a la ingeniería en energía Dr. Guillermo Benítez Olivares Sala D, edificio AA	Beneficios de los sistemas de almacenamiento de energía y su actualidad en México Ing. David Joel Álvarez Frías Solarever Tecnologías de America	Del campo al Sol: ¿por qué los proyectos solares son el Futuro? Ing. Joanna Gutiérrez Muñoz Greenfield (Canadian Solar)	Desempeño y operación de turbinas de gas aeroderivadas M.C. Diego Iván Montes Gallardo General Electric Infrastructure Querétaro
14:00–15:00	Dimensionamiento fotovoltaico usando Matlab Dr. Marco Antonio Polo Labarrios Sala de cómputo AA	Dimensionamiento fotovoltaico usando Matlab Dr. Marco Antonio Polo Labarrios Sala de cómputo AA	Mesa redonda: La Ingeniería en Energía y las Asociaciones profesionales	Comida	Mesa redonda: Reflexiones de los 50 años de la Ingeniería en Energía en México
15:00–16:00					Clausura
16:00–17:00	Julia y sus aplicaciones en la ingeniería en energía Dr. Sergio Castro Hernández Sala de cómputo AA	Julia y sus aplicaciones en la ingeniería en energía Dr. Sergio Castro Hernández Sala de cómputo AA	Sesión de carteles de alumnos	Primer Encuentro de Investigadoras e Investigadores en Energía	
17:00–18:00					Comida – Baile en el Salón de Eventos Floret II
18:00–22:00					

Nota: Todos los talleres tienen cupo para 20 personas, no olvides registrarte.



¡Síguenos en nuestras redes!



Figura 5.7: Programa de actividades de la Semana de la Ingeniería en Energía, del 11 al 15 de noviembre de 2024

5.2 Gestión de la perforación a presión

M.C. Judith Méndez Zárate

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

5.2.1 La **M.C. Judith Méndez Zárate** es ingeniera en energía, egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Iztapalapa. Su formación académica se consolidó aún más con una maestría en Transfers-Fluids-Materials in Aeronautical and Space Applications, obtenida en colaboración con la Universidad de Burdeos, la Universidad UClouvain y la Universidad de Cottbus. En su carrera profesional, Judith ha demostrado su capacidad y versatilidad en el campo de la ingeniería. Comenzó su trayectoria como Site Assessment Engineer en Siemens Gamesa Renewable Energy, donde se enfocó en la evaluación de sitios para proyectos de energía renovable. Posteriormente, se desempeñó como ingeniera de campo en el servicio de MPD (Managed Pressure Drilling) en Halliburton, una de las principales empresas de servicios para la industria petrolera. La M en C. Méndez ha hecho contribuciones significativas a su campo con la participación en el concurso Siemens Energy Transformation Challenge como parte del equipo Aion Power to Mobility, lo cual destaca su compromiso con la innovación y la transformación en el sector energético. ■



Figura 5.8: M.C. Judith Méndez Zárate de Halliburton, Inglaterra.

La M.C. Méndez, representando a Halliburton desde Inglaterra, inició su presentación dando una introducción a la técnica de perforación con manejo de presión (Managed Pressure Drilling, MPD). Esta técnica es empleada en etapas avanzadas de perforación, buscando controlar eficazmente la presión en los pozos y prevenir problemas como influencias no deseadas o pérdidas de fluido durante el proceso.

La M.C. Méndez describió el MPD el cual se distingue por su capacidad para manejar las presiones de poro y de fractura durante la perforación ligado a la presión de poro, la cual es la presión natural ejercida por la formación sobre el pozo mientras se perfora. Otra presión con la que trabajan constantemente en la industria es la presión de fractura la cual es inducida por herramientas mecánicas que puede fracturar la formación y permitir que el fluido penetre en ella. La ponente remarcó que el objetivo principal del MPD es equilibrar estas presiones para garantizar una perforación segura y eficiente.

Asimismo remarcó las diferencias con la perforación convencional, donde mencionó que en la perforación convencional, no se tiene un control activo sobre las presiones de poro y de fractura, lo

que puede llevar a influjos o arremetidas, o bien que en la entrada de gas de la formación al espacio anular, genera riesgos significativos. También se tienen pérdidas de fluido o derrames del fluido de perforación hacia formaciones fracturadas, lo que compromete el proceso. De forma particular describió al sistema de perforación convencional y sus componentes principales como la torre de perforación con un top drive para movimiento vertical. La tubería de perforación (zarta) que permite la circulación de fluido. El lodo de perforación, el cual es un fluido preparado con varita, diésel y químicos específicos para estabilizar el proceso y la Barrena la cual es una herramienta en forma de broca utilizada para realizar el agujero en el pozo.

El funcionamiento de una perforación convencional se da cuando el lodo es bombeado a través de la tubería y expelido por las toberas de la barrena, facilitando el avance y la estabilización del pozo. Paso seguido, el fluido retorna por el espacio anular, transportando los recortes de formación hacia la superficie. Uno de los riesgos asociados es la interacción entre zonas entubadas y descubiertas (espacio anular), el cual puede generar anomalías, como presencia de gas o inestabilidades. Y la zapata, que es la que asegura la estabilidad del tubo de revestimiento y sirve como punto de referencia para maniobras correctivas.

La M.C. Méndez destacó cómo el MPD optimiza estos procesos al proporcionar un control más preciso de las presiones involucradas, reduciendo riesgos y maximizando la eficiencia operativa. Abordó herramientas, técnicas y programas empleados en el manejo de presión durante la perforación, destacando la importancia de la automatización, el monitoreo continuo y el análisis de datos en tiempo real para asegurar una gestión eficiente.

En el uso de sistemas automatizados y análisis de datos, los sistemas utilizados por Halliburton permiten ingresar datos (carga de datos en tiempo real) de las propiedades del lodo, el estado del pozo y otros parámetros operativos para obtener análisis automatizados y precisos, los programas utilizados son:

- Kernel: Herramienta clave para analizar la contrapresión aplicada en el pozo y detectar posibles influjos.
- JBS Point: Complementa a Kernel, trabajando en conjunto para supervisar parámetros operativos, como los datos del coriolis y los incrementos de presión en las bombas (Stand Pipe Pressure, StPIP).

En la detección de influjos y respuesta operativa, para los indicadores de influjos se detectan mediante anomalías en los parámetros operativos:

- Incrementos en los datos del coriolis.
- Cambios en las presiones de las bombas.

Las acciones inmediatas que realizan en esta empresa son que una vez identificado un influjo, es crucial comunicarlo al perforador o técnico en sitio para implementar medidas correctivas rápidamente, evitando incidentes graves como la presencia de gas. Asimismo remarcó que la gestión de presión es especialmente crítica en perforaciones profundas, donde los márgenes de operación son muy reducidos. Para ello se utiliza la técnica ECD (Equivalent Circulating Density), la cual utiliza válvulas conectadas al sistema ATP (Annular Top Pressure) y colectores de inyección de alta presión (5000 psi) para mantener la circulación del lodo de perforación. Se hace uso frecuente en perforaciones marinas, donde las condiciones operativas son más exigentes. Esto a su vez permite reducir la cantidad de equipos requeridos, optimizando el proceso.

La ponente habló finalmente del programa DEEP de Halliburton, el cual es un programa anual de Halliburton que está dirigido a recién egresados de ingeniería interesados en áreas como perforación, químicos, herramientas direccionales, registros y barrenas. El cual incluye rotaciones en diversas áreas, capacitaciones y oportunidades de contratación para aquellos que destaquen en el programa.

5.2.1 Sesión de preguntas

1. ¿A qué retos te has enfrentado respecto a este tema de la perforación?
 - Los mayores desafíos giran en torno al manejo de la presión, ya que trabajar con equipos de alta presión, como los de 5000 psi, implica un control minucioso para evitar accidentes. La variación mínima de presión puede descontrolar un pozo, particularmente en casos de pozos

sensibles, donde pequeños cambios pueden causar influjos o pérdidas. Por ello, es crucial tener acceso constante a datos y análisis desde el inicio hasta el final de cada operación.

2. ¿Cómo se encuentra el panorama de esta tecnología en México?
 - En México, empresas como Pemex suelen subcontratar servicios especializados a compañías como Halliburton, Schlumberger, Baker Hughes y Weatherford. Todas estas ofrecen el servicio de MPD, y aunque el mercado ya no es exclusivo, la competencia radica en quién cuenta con los mejores equipos y personal capacitado. La tecnología de MPD es clave para minimizar accidentes y optimizar la extracción de crudo.
3. ¿Cómo te ha ayudado tu formación académica con tu carrera profesional?
 - La formación en Ingeniería en Energía, particularmente en el área de fenómenos de transporte, ha sido esencial para abordar los desafíos de la perforación. Conocimientos en mecánica de fluidos, transferencia de calor y termodinámica han sido directamente aplicables. Aunque inicialmente las vacantes estaban orientadas a otras ingenierías (mecánica, industrial, entre otras), Méndez destacó que su sólida base teórica y su capacidad para resolver problemas técnicos le permitieron colocarse en Halliburton. Además, enfatizó que la diversidad profesional en la industria muestra que no es necesario tener una formación exclusivamente petrolera.
4. ¿Qué perfil o características debe tener un ingeniero para trabajar en Halliburton?
 - El perfil depende del área de interés. Para MPD, se requiere un enfoque en temas de presión, mientras que para herramientas direccionales es importante comprender materiales y los efectos de la temperatura y presión. En el área de fluidos, el cálculo y diseño de lodos es fundamental. La M.C. Méndez destacó que la formación de un ingeniero en energía es lo suficientemente versátil para integrarse en estas áreas, aunque recomienda complementar la formación básica con materias optativas relacionadas, como programación y materiales, para un perfil más completo.

5.3 Trayectoria como egresada

M. en I. Carmina García Robles

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS \(Min. 00:57:40 - 01:40:39\)](#).

5.3.1 La M. en I. Carmina García Robles Es ingeniera en energía, egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Iztapalapa. Su formación académica de Ingeniería culminó con la tesis *Modelamiento y simulación de la concentración de CO proveniente de vehículos automotores en una región de la zona Oriente de la Ciudad de México*. Tiene una maestría en Ingeniería en Energía por la Universidad Nacional Autónoma de México con la tesis titulada: *Escenarios de consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero del transporte de pasajeros de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Es especialista en proyectos de iluminación con 17 años de experiencia en el sector público y privado, así como, ejecutiva de ventas y de obras en iluminación pública, para ahorro de energía eléctrica en municipios. ■

En su ponencia, la M. en I. Carmina García, agradeció la oportunidad de presentar su experiencia como Ingeniera en Energía, egresada de la UAM-I. Destacó que haber estudiado en la UAM fue la mejor elección que pudo haber tomado, ya que le ha traído muchas satisfacciones como profesionista. Además, las bases que da el programa de Ingeniería en Energía forman a profesionistas muy capacitados y con herramientas básicas para la vida profesional. Muchas veces como estudiantes nos preguntamos el porqué de tantas materias, pero en la experiencia de la Mtra. Carmina, todas estas aportan herramientas y conocimientos que se usarán en el camino profesional.

Uno de los primeros retos que tuvo la M. en I. García, fue el salir de la universidad, cuando sintió miedo e incertidumbre por saber qué hacer, cómo conseguir trabajo y pensar si estaba preparada para eso. Sin embargo, se dio cuenta que, si tenía la formación adecuada, podría desarrollarse sin problema, por ejemplo, ella se especializó en proyectos de ahorro de energía y fue ahí en donde



Figura 5.9: M. en I. Carmina García Robles de la Secretaría de Obras de la CDMX

aplicó el conocimiento de varias materias de la universidad.

Su carrera como profesionista inició en el 2008, cuando entró al gobierno de la Ciudad de México, debido a que estaba realizando estudios de consumo energético como parte de su Maestría. Después de eso fue contratada y ya lleva 17 años ahí. Del 2008 al 2020 colaboró en diversos proyectos del gobierno de la CDMX para el ahorro de energía en el alumbrado público, y en el 2014, desarrolló el proyecto de iluminación más grande de la CDMX, en donde se sustituyeron las luminarias de las vialidades principales y secundarias de la ciudad, en total 400,000 puntos de luz sustituyendo tecnologías obsoletas por tecnologías LED. Para lograr esto, la Mtra. Carmina y su compañera, la Ing. Violeta Melchor egresada también de Ingeniería en Energía, tuvieron que capacitarse y estudiar, ya que en la licenciatura no se tiene una especialización en iluminación, sin embargo, las bases adquiridas fueron el punto de partida para poder capacitarse y lograr con éxito este proyecto.

Otro tema importante en el que se especializó fue la normalización, ya que dirigió, de 2010 a 2018, un laboratorio de la CDMX, en donde se hacen pruebas a luminarios que entran al país, para ver que cumplan con las normas establecidas, por lo que recomienda a los estudiantes conocer más de la normatividad nacional y perder el miedo a aprender de eso. Otro proyecto importante para la M. en I. Carmina, fue la instalación del primer sistema fotovoltaico en edificios del gobierno de la CDMX.

Un proyecto más reciente es el de generación de energía eléctrica a través de residuos sólidos urbanos generados por la Ciudad de México, el cual disfrutó mucho, ya que siguió capacitándose y estudiando para poder culminar de forma satisfactoria.

Actualmente, la M. en I. García se encuentra en la Subdirección de Disposición Final de la CDMX, en donde están desarrollando un proyecto para generación y aprovechamiento del biogás generado a partir de los residuos, pudiendo éste, ser utilizado para la generación de electricidad. En este proyecto se cuenta con una planta de generación eléctrica por biogás. Además, incorporó centros de carga a los sistemas de alumbrado público del gobierno de la CDMX, con lo que se ahorró un 8% en la facturación eléctrica, correspondiente a 2000 millones de pesos al año.

Con todo esto y más anécdotas, la M. en I. Carmina García recomendó a los estudiantes y futuros Ingenieros en Energía seguir preparándose al salir de la Universidad y no perder los conocimientos básicos adquiridos, ya que el mundo actual requiere de profesionistas preparados, y la UAMI proporciona eso, sin embargo, se deben seguir capacitando y mantener ese perfil de análisis y trabajo duro que nos enseña la universidad. Además, resalta el gran campo de oportunidad que las y los Ingenieros en Energía pueden desarrollarse en la actualidad.

5.4 ¿Qué hace y para qué sirve ASHRAE a los estudiantes?

Ing. Oscar García Trujillo

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

5.4.1 El **Ing. Oscar García Trujillo** es Ingeniero Mecánico Electricista por parte de la UNAM; con una especialidad en ahorro y uso eficiente de la energía. Ha laborado en el Fideicomiso de Ahorro de Energía (FIDE) y en diferentes empresas como Genertek, Johnson Controls y actualmente en Belimo como Gerente de Ventas. Asimismo ha participado en actividades honorarias en diferentes asociaciones desde la Universidad, como fue en el capítulo de estudiantes del IESNA, hoy IES; en Americ, en IMEI-BOMA y en ASHRAE, donde fue presidente en el capítulo Ciudad de México en el periodo 2016-2017 y participando activamente en diferentes comités durante 11 años. ■



Figura 5.10: Ing. Oscar García Trujillo de ASHRAE

El Ing. García inició con una explicación general sobre ASHRAE, una asociación global enfocada en sistemas de edificios, eficiencia energética, calidad del aire y sostenibilidad. Fundada en Estados Unidos, cuenta con presencia en 16 regiones del mundo y tiene más de 56,000 miembros en 132 países, de los cuales 10% son estudiantes. En México, ASHRAE está dividida en tres capítulos: Monterrey, Guadalajara y Ciudad de México. Estos capítulos tienen como objetivo capacitar a estudiantes y profesionales en temas relacionados con aire acondicionado, calefacción y refrigeración.

El conferencista enfatizó que ser miembro de ASHRAE desde la universidad ofrece múltiples beneficios:

1. Capacitación técnica: Participación en pláticas técnicas y recorridos por instalaciones como plantas de manufactura y edificios con sistemas avanzados de control y ahorro de energía.
2. Networking profesional: Acceso a una red de contactos en la industria que facilita la inserción laboral.
3. Proyectos estudiantiles: Oportunidad de involucrarse en concursos y proyectos respaldados por recursos económicos de la asociación.
4. Ramas estudiantiles (*Branches*): Organización de estudiantes interesados en ASHRAE que promueven actividades técnicas y educativas. Actualmente, en la Ciudad de México existe una rama conjunta UNAM-UAM, que busca promover la formación de ramas independientes en universidades como la UAM y el IPN.

El Ing. García compartió una anécdota personal que subrayó la importancia de involucrarse en asociaciones desde la etapa universitaria. Relató cómo, al iniciar su vida laboral, carecía de

conocimientos técnicos prácticos que ASHRAE habría facilitado. Hoy, su labor como miembro activo incluye prevenir que las nuevas generaciones enfrenten retos similares.

Al final de la conferencia, el Ing. García respondió a inquietudes del público sobre cómo establecer una rama estudiantil propia en la UAM. Explicó que se requiere un mínimo de 10 estudiantes involucrados en la industria y con membresía activa. También detalló el proceso para solicitar apoyo económico a ASHRAE para proyectos estudiantiles, destacando la necesidad de justificar adecuadamente las solicitudes.

El Ing. García concluyó la plática subrayando que ASHRAE no solo conecta a los estudiantes con la industria, sino que también fomenta su desarrollo integral mediante capacitación, experiencias prácticas y acceso a una comunidad global de expertos. Además, invitó a los asistentes a formar parte de ASHRAE, resaltando la importancia de construir una base profesional sólida desde la etapa universitaria. Finalmente, el moderador agradeció al conferencista y le entregó un reconocimiento en nombre del comité organizador.

La conferencia destacó cómo ASHRAE representa una herramienta invaluable para los estudiantes de ingeniería interesados en la sostenibilidad, la eficiencia energética y el diseño de sistemas de construcción modernos. Su mensaje central fue claro: involucrarse temprano en una asociación técnica puede marcar la diferencia en la carrera profesional de un ingeniero.

5.5 Mesa Redonda: La Ingeniería en Energía y Asociaciones profesionales

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [▶ UAMVIDEOS](#).

Objetivo

Que los alumnos, alumnas y profesionistas de la Licenciatura en Ingeniería en Energía conozcan las Asociaciones Profesionales en el área de energía, las principales actividades y los beneficios de pertenecer a dichas asociaciones.

Participantes

- **Ing. Aideé Zamora Espinola**
- Red Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética A.C.
- **Mtro. Arturo Florentino Monedero de la Vega**
- Cogenera México A.C.
- **Dr. Guadalupe Ramos Sánchez**
- Sociedad Mexicana de Hidrógeno A.C.
- **Dr. José Antonio Colín Luna**
- Academia Mexicana de Energía A.C.
- **Ing. Omar Pérez Parrazal**
- Asociación de Jóvenes por la Energía Nuclear en México A.C.
- **Dr. Roberto Carlos Lopez Solis**
- Sociedad Nuclear Mexicana A.C.

5.5.1 Primer planteamiento

Nos gustaría una breve introducción de la asociación a la que representan y los principales objetivos.

La Ing. Aideé Zamora comentó que la Red Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética (REDMEREE), tiene como objetivo impulsar un sector de energía renovable y eficiencia energética que promueva el pleno desarrollo de mujeres y hombres en condiciones de igualdad, en otras palabras, se abordan dos agendas específicas: la transición hacia la energía sustentable y la igualdad de género. Se han generado programas para capacitación orientados principalmente para mujeres ya que hoy día en el sector energético a nivel mundial solamente participan en un 20 %, lo cual deja muchísimo camino que pensar acerca de lo que hay que hacer hacia futuro, otro de los programas que tiene la red es el liderazgo y empoderamiento, es decir cómo pueden las



Figura 5.11: De izquierda a derecha: Ing. Aideé Zamora Espinola, Ing. Omar Pérez Parrazal, Dr. José Antonio Colín Luna, Dr. Roberto Carlos Lopez Solis, Dr. Guadalupe Ramos Sánchez y Mtro. Arturo Florentino Monedero de la Vega.

mujeres también ir tomando espacios de toma de decisión, a lo largo de estos proyectos del sector y finalmente la gestión del conocimiento.

Por su parte, el Mtro. Arturo Florentino Monedero comentó que Cogenera México es una asociación que está enfocada para el que se lleve a cabo el desarrollo de proyectos de cogeneración en México, se fundó en el 2013, la conformación de la asociación tiene que ver con generar un grupo interinstitucional interdisciplinario con los diferentes actores que tanto tomadores de decisión desarrolladores que intervienen en los sistemas de cogeneración, teniendo al sector público, al sector privado, al sector académico, al sector financiero a los permisionarios. Cogenera trata de revisar a los marcos regulatorios con el objeto de ver que apliquen y que sean justos hacia los sistemas de cogeneración, por otro lado, tiene como objetivo reducir las barreras de la información dentro de cogeneración.

El Dr. Guadalupe Ramos Sánchez explicó que la sociedad mexicana del hidrógeno se fundó en 1999, tiene más de 100 asociados y se han llevado a cabo 21 conferencias anuales. El objetivo es juntar a la gente que tiene una visión del hidrógeno, ya que se considera que el hidrógeno va a ser una parte muy importante en el mix energético mundial, no solamente en México. La asociación incluye muchas instituciones públicas en todo el país, algunas empresas nacionales e internacionales y también algunos consorcios y agencias de energía.

Por su parte el Ing. Omar Pérez Parrazal enfatizó que la Asociación de Jóvenes por la Energía Nuclear en México es un grupo formado por muchos jóvenes entusiastas, mayormente estudiantes y algunos profesionistas. El objetivo es difundir y divulgar la energía nuclear en México. Consideramos que la información es de gran importancia para tomar decisiones sobre la energía nuclear y su aceptación pública. A demás, la AJENM vincula a los estudiantes en las diferentes instituciones nacionales con ofertas educativas internacionales y oportunidades laborales.

El Dr. Roberto Carlos Lopez Solis puntualizó que la Sociedad Nuclear Mexicana es una asociación civil sin fines de lucro, el objetivo principal es reunir a los profesionistas dedicados a los usos pacíficos de la energía nuclear y darles un espacio para que ellos puedan hacer esta esta difusión de las ventajas de la de la energía nuclear. La asociación fue fundada en 1989, y partir de 1990 hace su evento anual. Cuenta con estudiantes, profesionistas y retirados, en la asociación se junta todo el gremio nuclear, hay gente de la UNAM, del IPN, de la UAM, de la UANL, del ININ, INEEL, IMP, de la CNSNS y de la Central Nuclear Laguna Verde, por mencionar algunos. Somos

una un grupo de gente con un fin común y ese fin común es eh darle difusión a las a las bondades de la energía nuclear.

Además, el Dr. José Antonio Colín Luna comentó que la Academia Mexicana de Energía es una asociación relativamente nueva, a diferencia de otras asociaciones. Está conformada por un grupo de profesores que siempre ha tratado de buscar la interrelación con otras disciplinas que también están enfocadas a la aplicación de diferentes fuentes de energía o vectores de energía. El objetivo es agrupar a los profesionistas, organizar y promover reuniones y congresos. Tiene publicaciones anuales y además de la revista Energy Science, Technology and Management, la cual es una revista especializada en energía.

5.5.2 Segundo planteamiento

¿Cuál es la ventaja para los estudiantes de Ingeniería en Energía de pertenecer a su Asociación? Y ¿Cuál sería la ventaja para los egresados?

Para esta pregunta, el Ing. Omar Pérez enfatizó que la asociación ayuda a vincular a los estudiantes y jóvenes profesionistas de manera nacional e internacional. A demás de generar nuevas colaboraciones y ofrecerles cursos de capacitación, en conjunto con la SNM y la REMECIN. Continuando con esta pregunta, el Dr. Roberto Lopez comentó que al ser miembro de la sociedad accedes a los beneficios que ofrece la SNM, como el boletín trimestral, información de vacantes laborales y convocatorias para proyectos de investigación, los estudiantes que participan en los congresos tienen apoyos económicos para que puedan asistir a los eventos, así como precios preferenciales. Para los profesionistas una gran ventaja es crear vínculos de colaboración nacionales e internacionales.

Por su parte, la Ing. Aideé comenta que, para las aliadas y aliados, la REDMEREE es su pase de acceso a oportunidades y una red de apoyo, cuenta con tres programas de empresas privadas y cooperación, hay muchos cursos de capacitación profesional y vinculación con las empresas, esto a través de prácticas profesionales, pasantías y sistemas de becarios. Hay capacitación en temas de género y sensibilización, para lograr que el campo de la energía sea más equitativo y justo, visibilizando a las profesionistas en el mercado laboral. El Dr. Guadalupe Ramos comentó que la Sociedad Nacional de Hidrógeno puede ofrecer a los estudiantes muchas oportunidades de crecimiento, a través de la vinculación, acercarlos con los expertos y sus líneas de investigación, talleres tecnológicos anuales y vínculos con empresas.

Por otro lado, el Mtro. Arturo Monedero puntualizó que, Cogenera es una asociación que permite impulsar proyectos de cogeneración, ayudando a la capacitación técnica y normativa de las empresas y de los estudiantes, los cuales pueden comenzar a vincularse con las empresas a través de prácticas profesionales. En el caso de la Academia Mexicana de Energía, el Dr. José Antonio Colín comentó que la Ingeniería en Energía es una licenciatura muy requerida hoy en día, debido a las necesidades energéticas presentes y futuras, así como el uso adecuado de las tecnologías, en este sentido, la AMEXEN apoya a los estudiantes y profesionistas a vincularse y conocer las diferentes disciplinas que pueden coadyuvar a su desarrollo.

5.5.3 Tercer planteamiento

¿Qué pueden aportar los Ingenieros en Energía a su asociación?

El Dr. Roberto Carlos comentó que lo principal que pueden aportar a la SNM es sangre nueva en este cambio generacional, el cual se está dando actualmente y la industria nuclear está abriendo muchas oportunidades para los y las jóvenes. Desde que se creó la sociedad, ha habido cuatro presidentes egresados de Ingeniería en Energía de la UAM, la Dra. Lidia Paredes, el Dr. Juan Luis François, la Dra. Cecilia Martín del Campo y el Mtro. Gabriel Calleros, ellos y demás Ingenieros en Energía socios han aportado una visión global en temas de energía, no solo en la parte nuclear, enfatizó su invitación a los estudiantes para ser parte de la SNM.

En el caso de la SMH, el Dr. Guadalupe enfatizó que los Ingenieros en Energía pueden aportar una visión desde los análisis energéticos, eficiencia, procesos, análisis económicos en las aplicaciones industriales para la producción de hidrógeno, no solo desde el punto de vista químico. Así mismo invito a los estudiantes a interesarse en estos campos de energías alternativas como el

hidrógeno y formar parte de la Sociedad Mexicana de Hidrógeno. El Dr. José Antonio comentó que la juventud es algo que pueden aportar, sus conocimientos y sus inquietudes, así como los análisis desde su perspectiva, en los Congresos se busca que los Ingenieros encuentren un espacio propicio para seguir aprendiendo y para los egresados en ofrecer vínculos profesionales.

Para REDMERE, la Ing. Aidée considera que pueden aportar energía, fuerza y ganas, ganas de aprovechar las oportunidades del mercado laboral. Comentó que, que los y las Ingenieras en Energía pueden aportar a las siguientes generaciones su experiencia y capacitación, especialmente visualizar y capacitar a las mujeres, para romper esa brecha de género que actualmente se tiene en las áreas de STEAM.

Por otra parte, el Mtro. Arturo menciona que, en el campo de la Cogeneración, hay muchas oportunidades para los Ingenieros en Energía, en donde pueden aplicar sus conocimientos para generar proyectos y vínculos, así como para aportar una visión más integral para los procesos energéticos y la aplicación en sistemas de cogeneración. Por último, el Ing. Omar comentó que AJENM, al ser una asociación que busca dar a conocer los usos benéficos de la energía nuclear, los estudiantes pueden ayudar a hacer esa comunicación con la sociedad, así como vincularse con diversas instituciones.

Al finalizar la sesión de preguntas, los panelistas compartieron sus experiencias con Ingenieros en Energía, las cuales han sido muy favorables, en algunos casos brindando colaboraciones profesionales, vínculos laborales, capacitaciones, mentorías y hasta amistades. Además, enfatizaron que pertenecer a grupos especializados, como lo son las asociaciones, permite que se generen vínculos que posteriormente pueden generar oportunidades laborales.

Semblanzas

5.5.1 La Ing. Aideé Zamora Espinola es Coordinadora General de la Red Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética A.C. También es líder de proyectos y consultora con 7 años de experiencia en proyectos de energía renovable, cambio climático y género. Es fundadora y directora de AMERALI empresa dedicada a consultoría, capacitación y proyectos de energía. Ha capacitado a más de 700 personas en energía y negocios, impulsado a más de 1000 mujeres del sector energía y construcción y asesorado a empresas a reducir costos energéticos a nivel LATAM. Coordinadora General Nacional de la Red Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética. Ha sido nombrada como una de las 100 mujeres líderes de la energía en México por la Revista Petróleo y Energía, ex becaria IVLP del Departamento de Estado de EUA y Speaker. Es ingeniera en energía renovable por la UNAM. ■

5.5.2 El Mtro. Arturo Florentino Monedero de la Vega – Vicepresidente de Cogenera México A.C es Licenciado en Ingeniería Mecánica y Eléctrica y Maestro en Planificación y uso eficiente de la energía, ambos por la Universidad Nacional Autónoma de México. Con 35 años de experiencia en el sector de energía, especialmente enfocado en el diseño, construcción y operación de plantas de energía y cogeneración. Se desempeñó como Jefe de turno de la central termoeléctrica “Tula” de la CFE, gerente del departamento de ingeniería mecánica del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), Gerente de proyectos de cogeneración en Celanese Mexicana, Director de Ingeniería y Construcción en INCO y actualmente consultor a través de la empresa K+O. Habiendo sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). ■

5.5.3 El Dr. Guadalupe Ramos Sánchez – Ex presidente de la Sociedad Mexicana de Hidrógeno A.C. es Doctor en Ciencias Químicas por el Centro de investigación y de Estudios Avanzados del IPN, actualmente es profesor Titular-C del departamento de IPH de la UAM-Iztapalapa, donde también es el coordinador del posgrado en Ingeniería Química. Ha publicado alrededor de 60 artículos de investigación con alrededor de 1750 citas, lo que le ha conferido el nivel II en el SNII desde el 2022. Sus líneas de investigación han estado enfocadas en combustibles alternativos y almacenamiento de energía. Actualmente es el coordinador del Laboratorio Nacional Conhacyt de Baterías Ion-Li y post Litio para el diseño y escalamiento de materiales y prototipos. ■

5.5.4 El Dr. José Antonio Colín Luna – Presidente de la Academia Mexicana de Energía A.C. es Licenciado en Ingeniería Química por la UAM-A. Maestría y Doctorado en Ingeniería Química por la UAM-I, Su interés principal es la determinación de modelos cinéticos, síntesis de soportes y catalizadores nanoestructurados y caracterización de catalizadores. El Dr. Colín ha publicado 32 artículos científicos en revistas indexadas, una patente y ha presentado alrededor de 200 trabajos en congresos nacionales e internacionales. También ha dirigido 6 tesis de maestría, 3 de doctorado, y 60 proyectos terminales y es un SNII nivel 1. ■

5.5.5 El Ing. Omar Pérez Parrazal – Presidente de la Asociación de Jóvenes por la Energía Nuclear en México A.C. es egresado de la Ingeniería Eléctrica Electrónica con Especialidad en Potencia en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, forma parte del proyecto "ASME STLLC Project 200: Target Reliability for Mechanical Fluid Systems", ha sido miembro del proyecto "Modelación de la Transición Energética para evaluar los Beneficios Económicos, Ambientales y Sociales de México al 2030". Y en el proyecto "Sustainable Deployment Scenarios for Small Modular Reactors". Actualmente está cursando la Maestría en Energía con enfoque en Sistemas Nucleoeléctricos en la Facultad de Ingeniería. ■

5.5.6 El Dr. Roberto Carlo López Solís – Miembro de la Mesa Directiva de la Sociedad Nuclear Mexicana es Licenciado en física por la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Maestro y Doctor en ingeniería en Energía por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha trabajado en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares desde 2015 en el departamento de Sistemas Nucleares y posteriormente como investigador y asistente técnico de la Dirección General. Su experiencia académica incluye co-dirección de tesis de licenciatura y maestría y doctorado y es Nivel 1 del SNI. ■

5.6 Sesión de carteles de alumnos

La referencia de los trabajos presentados en el evento están en [UAMVIDEOS](#).



Figura 5.12: Concurso de carteles presentados en Semana de la Ingeniería en Energía 2024.



6. Día 2: 14 de noviembre de 2024

6.1 Prevención de Riesgos del POE a radiaciones ionizantes

M. en C. Armando Jehu Astudillo Velázquez

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

6.1.1 El **M. en C. Armando Jehu Astudillo Velázquez** se desempeñó como asistente técnico de la dirección general del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), durante este periodo desarrolló las primeras investigaciones técnicas y legales para la instalación de un ciclotrón para fines médicos. Cursó la carrera de especialización de protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación en Buenos Aires Argentina en cooperación con el Organismo Internacional de Energía Atómica. En 2018 participó en el curso Regional de entrenamiento para la Seguridad y Administración eficiente de los procesos en instalaciones de radiación. Se desempeñó como coordinador e instructor de Cursos de Protección Radiológica en el departamento de Educación continua del ININ. Del 2020 al 2021 fue coordinador de capacitación de Seguridad en el trabajo y especialista de seguridad en el trabajo dentro de la dentro del Instituto Mexicano del Seguro Social. Desde el 2018 es director de diseño editorial de la Asociación Mexicana de Radioprotección y actualmente funge como Coordinador Nacional de programas del área de toxicología y salud ambiental en la coordinación Nacional de Salud en el trabajo de Nivel Normativo del Instituto Mexicano del Seguro Social. ■

El manejo de las radiaciones ionizantes conlleva riesgos significativos para el personal ocupacionalmente expuesto (POE), por lo que es fundamental implementar medidas de prevención adecuadas. La conferencia abordó los conceptos fundamentales de la radiación ionizante, los tipos de radiación, los efectos biológicos sobre los seres humanos y las normativas vigentes en México para la protección de los trabajadores. Se enfatizó en la importancia de seguir los lineamientos establecidos por la NOM-012-STPS-2012, la cual regula las condiciones de seguridad y salud en centros de trabajo donde se manejan fuentes de radiación.

La radiación ionizante es el proceso mediante el cual los átomos inestables liberan energía en forma de partículas o rayos electromagnéticos. Esta energía es capaz de ionizar la materia, es decir, eliminar electrones de los átomos y provocar la formación de iones. Existen diferentes tipos de



Figura 6.1: M. en C. Armando Jehu Astudillo Velázquez del Instituto Mexicano del Seguro Social

radiación ionizante, como las partículas α , las partículas β , los rayos γ y los rayos X , cada una con un poder de penetración y efectos biológicos distintos. Mientras que las partículas α tienen una baja capacidad de penetración y pueden ser detenidas por una hoja de papel, los rayos γ y X requieren materiales densos, como el plomo, para ser bloqueados.

La protección radiológica está regulada por la NOM-012-STPS-2012, que establece las condiciones de seguridad y salud en los centros de trabajo donde se manejan fuentes de radiación ionizante. Esta norma exige que los empleadores implementen un análisis de riesgos, un programa de seguridad radiológica y proporcionen el equipo de protección personal necesario. Además, los trabajadores deben utilizar dosímetros para medir la cantidad de radiación acumulada durante su jornada laboral y asegurarse de no sobrepasar los límites permitidos de exposición.

Los principales principios de protección radiológica son: limitar el tiempo de exposición, aumentar la distancia entre la fuente de radiación y el trabajador, y utilizar blindaje adecuado. En caso de no poder controlar alguno de estos factores, se debe reducir el tiempo de exposición o usar barreras físicas para protegerse de la radiación. Además, se requiere que los centros de trabajo tengan planes de emergencia para actuar en caso de accidentes.

Los efectos de la radiación sobre el cuerpo humano varían según la dosis absorbida y el tipo de radiación. Las dosis bajas, aunque no siempre tienen un efecto inmediato, pueden aumentar el riesgo de desarrollar cáncer debido al daño acumulado en el ADN. Las dosis altas, por otro lado, pueden causar efectos agudos como el síndrome de radiación aguda, que incluye síntomas como náuseas, vómitos, fatiga y, en casos graves, puede llevar a la muerte.

La radiación ionizante interactúa con los tejidos biológicos de manera probabilística, lo que significa que no se puede predecir con exactitud qué tejidos serán afectados. Sin embargo, los órganos más sensibles a la radiación incluyen las gónadas, la médula ósea y el tejido ocular, por lo que es importante aplicar factores de ponderación según el tipo de tejido expuesto.

La capacitación y educación continua son pilares fundamentales para la prevención de riesgos relacionados con la radiación ionizante. Los trabajadores deben recibir formación periódica sobre los riesgos a los que están expuestos, las medidas de protección, el uso correcto del equipo de protección personal y la importancia de mantener los niveles de exposición lo más bajos posible. Además, deben ser responsables de verificar que su equipo esté en buenas condiciones y cumplir con las normas de seguridad establecidas.

El objetivo de la protección radiológica es reducir la exposición a radiaciones ionizantes "tan bajo como razonablemente sea posible" (criterio ALARA), asegurando que las dosis de radiación sean mínimas mientras se mantienen los niveles de productividad necesarios para cumplir con los objetivos del trabajo.

Durante la conferencia se presentaron varios ejemplos de accidentes relacionados con la

exposición a radiaciones ionizantes, siendo uno de los casos más impactantes el de una paciente que fue expuesta a una radiación prolongada durante un procedimiento médico. El resultado fue una lesión severa en la piel, conocida como radiodermatitis, que derivó en necrosis de los tejidos. Este caso pone de manifiesto la importancia de mantener un control riguroso sobre el tiempo de exposición y la necesidad de calibrar adecuadamente los equipos de radiación.

6.1.1 Sesión de preguntas

1. ¿Qué medidas de protección adicional se deben considerar en áreas con alta exposición a radiación?
 - El ponente respondió que, además de los principios básicos de tiempo, distancia y blindaje, se deben implementar controles administrativos, como rotación del personal, para reducir el tiempo de exposición. También es esencial realizar monitoreos constantes de los niveles de radiación en el área de trabajo, así como garantizar que todos los trabajadores estén capacitados para reconocer y responder ante situaciones de riesgo.
2. ¿Cuáles son las principales enfermedades relacionadas con la exposición prolongada a radiaciones ionizantes?
 - El ponente explicó que las enfermedades más comunes incluyen cáncer de piel, cáncer de pulmón, leucemia y cataratas. Estas condiciones son resultado de la exposición crónica a dosis bajas de radiación, que causan daños acumulativos en las células y tejidos a lo largo del tiempo. Además, en casos de exposición aguda a dosis altas, puede desarrollarse el síndrome de radiación aguda, cuyos síntomas incluyen náuseas, vómitos y, en casos graves, la muerte.
3. ¿Cómo se asegura la correcta calibración de los equipos de radiación en centros médicos?
 - El ponente detalló que todos los equipos de radiación deben ser calibrados regularmente por personal técnico especializado. La calibración se realiza siguiendo los lineamientos establecidos por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y las normas internacionales de seguridad radiológica. Además, los centros de trabajo deben llevar un registro de mantenimiento y calibración de sus equipos para garantizar su correcto funcionamiento.
4. ¿Qué hacer en caso de un incidente de sobreexposición a radiación en un centro de trabajo?
 - En respuesta, el ponente mencionó que se debe activar inmediatamente el plan de emergencia radiológica. Este plan incluye la evacuación de las áreas afectadas, el confinamiento de la fuente de radiación (si es posible), la atención médica de los trabajadores expuestos y la notificación a las autoridades competentes, como la CNSNS. Además, se debe realizar una investigación detallada del incidente para prevenir futuras ocurrencias.
5. ¿Cuál es el papel de los dosímetros en la protección radiológica?
 - Los dosímetros son fundamentales para medir la dosis de radiación acumulada por los trabajadores. El ponente explicó que cada trabajador ocupacionalmente expuesto debe usar un dosímetro, el cual se debe leer periódicamente para asegurar que las dosis recibidas estén dentro de los límites permitidos. En caso de que un trabajador acumule una dosis cercana al límite anual, se deben tomar medidas inmediatas, como reducir su tiempo de exposición o reasignar sus tareas.

La prevención de riesgos en el manejo de radiaciones ionizantes es un aspecto crucial para garantizar la seguridad de los trabajadores ocupacionalmente expuestos. La capacitación constante, el cumplimiento de las normativas vigentes y el uso adecuado de equipos de protección personal son esenciales para minimizar los riesgos. Además, es fundamental que tanto los empleadores como los trabajadores asuman su responsabilidad en la creación de una cultura de seguridad que priorice la protección radiológica. Los accidentes relacionados con la radiación, aunque poco comunes, pueden tener consecuencias graves, tanto para los trabajadores como para los pacientes. Por ello, la implementación de planes de emergencia, la correcta calibración de los equipos y el monitoreo constante de los niveles de radiación son medidas indispensables para garantizar un entorno de trabajo seguro.

6.2 Producción de hidrógeno en México retos y perspectivas

Dra. Rosa de Guadalupe González Huerta

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

6.2.1 La **Dra. Rosa de Guadalupe González Huerta** de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) - IPN. Fue ganadora del premio a la investigación del IPN en el año 2021, por desarrollo Tecnológico del premio 2022 Hilario Arisa Ávila como egresada distinguida la doctora, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras con nivel tres y miembro del colegio del doctorado en Energía y en Nano microtecnología del IPN y coordinadora de la red de energía del IPN, también es responsable técnica de laboratorio Nacional CONAHCyT de tecnología de hidrógeno, la doctora es expresidenta de la Sociedad Mexicana de Hidrógeno y también es fundadora y presidenta del CEMIE océano. ■



Figura 6.2: Dra. Rosa de Guadalupe González Huerta de la ESIQIE del IPN

El hidrógeno ha sido reconocido como una fuente energética potencial en el contexto del cambio climático, y México está comenzando a explorar esta alternativa. El objetivo de esta conferencia fue exponer los avances, retos y perspectivas del hidrógeno en el país, enfatizando la transición hacia una economía más sustentable y el papel del hidrógeno como fuente de energía limpia. Durante la presentación se abordaron temas relacionados con la producción actual de hidrógeno en el país, los desafíos tecnológicos, económicos y regulatorios, así como las proyecciones futuras para su uso en sectores como la movilidad, la energía y la industria.

Una de las principales motivaciones para la adopción del hidrógeno como vector energético es la reducción de las emisiones de CO₂, elemento central en la lucha contra el cambio climático. El ponente resaltó la necesidad de implementar tecnologías limpias para reemplazar progresivamente los combustibles fósiles, los cuales son finitos y no renovables. El hidrógeno, aunque no es una solución única, se perfila como una alternativa viable para diversificar las fuentes de energía y reducir la vulnerabilidad de las economías a las fluctuaciones geopolíticas de los mercados energéticos.

Actualmente, el hidrógeno se utiliza principalmente como un reactivo químico. A nivel mundial, aproximadamente el 60% del hidrógeno se emplea en la producción de amoníaco, fundamental para la agricultura debido a su papel en los fertilizantes. En México, el hidrógeno se utiliza sobre todo en las refinerías para el hidrot ratamiento de hidrocarburos pesados, lo que permite la producción de combustibles como la gasolina y el diésel.

Sin embargo, el hidrógeno que se produce en el país proviene mayormente de fuentes no renovables, específicamente del gas natural, lo que se conoce como hidrógeno gris. Este tipo de hidrógeno, aunque útil, no contribuye a la reducción de las emisiones de CO₂.

El hidrógeno tiene el potencial de expandir su uso en sectores clave como la movilidad y la generación de energía eléctrica. Empresas como Siemens han anunciado que para 2030 lanzarán turbinas para ciclos combinados que funcionen exclusivamente con hidrógeno. Sin embargo, esta expansión enfrenta barreras importantes, como la necesidad de una infraestructura robusta para la producción, almacenamiento y distribución del hidrógeno, incluyendo la construcción de hidrogeneras y la instalación de ductos de transporte.

El ponente también destacó que, aunque el hidrógeno es una alternativa atractiva para la movilidad, su implementación será gradual debido a los altos costos iniciales y a la necesidad de establecer una red de distribución adecuada.

Uno de los mayores retos para la producción de hidrógeno en México es el alto costo de los electrolizadores, dispositivos clave para la obtención de hidrógeno a partir de fuentes renovables. Actualmente, el hidrógeno verde (producido con energías renovables) tiene un costo significativamente mayor que el hidrógeno gris. Para que el hidrógeno verde sea competitivo, es necesario reducir los costos tanto de los electrolizadores como de la electricidad utilizada en el proceso de electrólisis. Se estima que el costo de producción del hidrógeno verde en México se encuentra entre 8 y 12 dólares por kilogramo, mientras que el del hidrógeno gris oscila entre 1 y 3 dólares por kilogramo.

Además de los costos de producción, la infraestructura de almacenamiento y transporte añade desafíos adicionales. El transporte de hidrógeno líquido es eficiente para largas distancias, pero incrementa los costos. Asimismo, el almacenamiento de hidrógeno en forma gaseosa o en hidruros metálicos requiere inversiones en tecnología avanzada.

A nivel internacional, países como España, Chile y Costa Rica ya han comenzado a implementar estrategias nacionales para el uso del hidrógeno. En México, aunque el hidrógeno fue reconocido como una fuente de energía limpia en la Ley de la Industria Eléctrica en 2014, los avances han sido más lentos. Actualmente, PEMEX controla el 85 % del mercado del hidrógeno en el país, utilizándolo principalmente en procesos de refinación. Sin embargo, se han comenzado a dar pasos importantes hacia el desarrollo de una industria nacional del hidrógeno. Por ejemplo, se están realizando esfuerzos para crear electrolizadores nacionales y se han planteado proyectos demostrativos para la producción de hidrógeno verde en Campeche y Sinaloa.

El desarrollo de una cadena de valor del hidrógeno en México dependerá en gran medida de la colaboración entre la academia, la industria y el gobierno. En este sentido, instituciones como el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) han comenzado a desarrollar prototipos de electrolizadores, y se espera que en los próximos años se realicen pruebas piloto de sistemas de hidrógeno en diversas industrias.

El hidrógeno se presenta como una opción energética viable para México en la lucha contra el cambio climático y la diversificación de sus fuentes de energía. Sin embargo, para que esta transición sea efectiva, es necesario establecer una hoja de ruta clara que incluya inversiones en infraestructura, el desarrollo de proyectos nacionales y la creación de un marco regulatorio sólido que brinde certeza jurídica a los inversores.

A corto plazo, es fundamental continuar con los proyectos demostrativos para familiarizarse con las tecnologías de producción, almacenamiento y distribución del hidrógeno. A largo plazo, el objetivo es integrar el hidrógeno de manera más amplia en sectores clave como la movilidad y la generación de energía, con el fin de reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las emisiones de CO₂.

6.3 Pirólisis solar

Dra. Nidia Aracely Cisneros Cárdenas

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

6.3.1 La **Dra. Nidia Aracely Cisneros Cárdenas** es investigadora posdoctoral por DGAPA en el Instituto de Energías Renovables de la UNAM, enfocada en el desarrollo de sistemas de pirólisis solar para la producción de combustibles. Es ingeniera química por la Universidad de Sonora, donde también obtuvo su maestría y doctorado en Ciencias de la Ingeniería, ambos con mención honorífica. Durante sus estudios de maestría, realizó una estancia de investigación en la University of Arizona, colaborando en proyectos de sistemas fotovoltaicos con concentración solar. Ha presentado su trabajo en congresos nacionales e internacionales y revistas científicas. Además, es docente en la Universidad de Sonora y el Instituto Tecnológico de Hermosillo en ingeniería mecánica e ingeniería en energías renovables impartiendo cursos de termodinámica, concentración solar y transferencia de calor. Su trayectoria ha sido reconocida con el nivel de candidata en el Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras. Entre sus distinciones destacan el premio “Fast Pitch” en el 7th Arizona Student Energy Congress en 2018 y el reconocimiento como Maestra Distinguida en Ingeniería en Energías Renovables por la Universidad de Sonora en 2023. Desde 2021, es revisora del Renewable Energy Journal. ■



Figura 6.3: Dra. Nidia Aracely Cisneros Cárdenas del IER-UNAM

La Dra. Cisneros nos compartió, con gran entusiasmo, su experiencia en el ámbito de la pirólisis solar, una investigación que lleva a cabo en el Instituto de Energías Renovables (IER) de la UNAM. Inició su presentación abordando los problemas derivados de la generación masiva de residuos orgánicos en México, particularmente aquellos relacionados con la producción agrícola del norte del país. Un ejemplo claro es la nuez, que se produce en alrededor de 18 mil toneladas anuales, con una relación 1:1 entre nuez y cáscara. Este desperdicio representa un desafío significativo y surge la pregunta: ¿qué podemos hacer con estos residuos?

Otro de los temas clave que trató la Dra. Cisneros fue la crisis energética, presentando datos que muestran un incremento en el consumo de energía durante los últimos 50 años, mayormente generado a partir de combustibles fósiles, lo que ha contribuido al cambio climático. Destacó tres problemáticas importantes originadas por este fenómeno:

1. Seguridad alimentaria: La necesidad de garantizar la cantidad y calidad de los alimentos para una vida digna.
2. Desastres naturales: Fenómenos como huracanes devastadores, que antes eran raros.

3. Salud pública: Problemas derivados de factores geopolíticos y económicos.

La Dra. Cisneros se planteó la siguiente cuestión: ¿Qué estamos haciendo desde la academia para abordar estos desafíos? En su grupo de trabajo, se enfocan en dar un tratamiento adecuado a los residuos orgánicos, transformándolos en productos de valor agregado y generando energía de manera sustentable. La solución propuesta por su equipo es el uso de energía solar concentrada para abordar estos dos problemas simultáneamente: la gestión de residuos y la producción de energía limpia.

Explicó cómo, mediante el tratamiento de residuos orgánicos, se pueden generar combustibles limpios, como el gas de síntesis (syngas), que se puede utilizar para producir energía térmica o eléctrica. En este contexto, la Dra. Cisneros presentó el método de revalorización de los desechos de nuez a través de la pirólisis solar, que requiere biomasa (nuez y poda de nogal) y energía térmica, en este caso, proporcionada por la concentración solar. Este proceso se realiza en una atmósfera inerte y produce residuos sólidos, como biocarbón y cenizas, además de compuestos volátiles que pueden ser procesados para obtener alquitrán o syngas.

La Dra. Cisneros enfatizó que las condiciones operativas de la pirólisis dependen de los productos y su distribución deseada. Existen mecanismos que favorecen una mayor producción de syngas, biocarbón o alquitrán. Para asegurar que el proceso sea sustentable y resuelva ambas problemáticas planteadas (residuos orgánicos y producción de energía limpia), explicó los mecanismos de concentración solar y cómo esta energía renovable puede aprovecharse para generar tanto energía térmica como eléctrica. También presentó brevemente los dispositivos utilizados para la concentración solar, tales como el disco parabólico, el canal parabólico, el sistema de Fresnel lineal y la torre central.

A continuación, la Dra. Cisneros compartió los avances de su grupo de investigación con un reactor solar montado en un simulador solar, que permite llevar a cabo experimentos sin depender de las condiciones climáticas (nublado, por ejemplo). Este reactor tiene la capacidad de procesar 100 g de biomasa, obteniendo excelentes resultados, entre los que destacó:

- Evaporación del agua contenida en la biomasa.
- Composición y distribución de los productos generados, principalmente gas de síntesis.
- La siguiente fase del proyecto consistirá en realizar experimentos en el horno solar del Instituto bajo condiciones medioambientales reales, con el objetivo de procesar una mayor cantidad de biomasa (~ 1.5 a 2 kg/h).

La Dra. Cisneros explicó que su grupo dividió la campaña experimental en tres fases:

1. Térmica estática: Evaluación del reactor sin material orgánico y sin movimiento mecánico del tornillo interno, centrado en el desarrollo de métodos de calentamiento y la detección de problemas operativos.
2. Térmica inerte: Experimentos con material inerte para probar el movimiento mecánico del reactor en una atmósfera inerte, verificar los métodos de calentamiento, detectar problemas mecánicos y desarrollar un modelo de transferencia de calor.
3. Termoquímica: Pruebas con biomasa en movimiento, en atmósfera inerte, generando los subproductos deseados (biocarbón y gas de síntesis), lo que permitirá obtener datos precisos sobre la reacción de pirólisis y la distribución de los productos obtenidos.

A pesar de que aún queda mucho por recorrer, pues se encuentran en la primera fase. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta el momento son prometedores y motivan a continuar con gran entusiasmo en esta línea de investigación. La Dra. Cisneros concluyó su presentación resaltando tres puntos clave:

1. La revalorización de los residuos orgánicos es una práctica sustentable y cooperativa para la economía circular.
2. La sinergia entre la biomasa y la energía solar concentrada tiene un impacto positivo tanto en el ámbito ambiental como económico.
3. Es necesario continuar madurando la tecnología para transferirla a la industria.

Destacó la importancia de un trabajo continuo y señaló que están abiertos a colaborar con otros actores para seguir sumando esfuerzos y alcanzar los objetivos del proyecto. La conferencia generó un gran interés entre los estudiantes presentes, quienes participaron activamente durante la sesión de retroalimentación.

6.4 Generación Distribuida en Mexico: Ejecución y Proyecciones Futuras

M.C. Nayelli Naves García

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

6.4.1 La M.C. **Nayelli Naves García** en 2019, obtuvo el título de licenciatura en Ingeniería en Energía por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I). Posteriormente, en 2021, concluyó su Maestría en Energía y Medio Ambiente, periodo en el cual participó en la publicación de múltiples artículos científicos a nivel nacional e internacional, centrados en sus áreas de especialidad: termoeconomía, turbomaquinaria y desarrollo sustentable. Ese mismo año, se incorporó a Ammper como Analista del Mercado Eléctrico Mayorista, y en 2022 fue promovida como Especialista en Generación Distribuida y Eficiencia Energética. Actualmente, se desempeña como Gerente de Generación Distribuida en Ammper, liderando proyectos integrales en México e Inglaterra que impulsan la transición energética y la sostenibilidad en el sector de la Generación Distribuida. Su formación incluye diversas certificaciones en diseño de instalaciones en media tensión, así como en áreas clave del Mercado Eléctrico Mayorista, lo cual complementa su experiencia técnica y la posiciona como un referente en el ámbito energético. ■



Figura 6.4: M.C. Nayelli Naves García de AMPER

La M.C. Naves García inició su plática definiendo los conceptos de la generación distribuida en México, la cual se refiere a la interconexión de pequeñas centrales eléctricas (menores o iguales a 0.5 MW) a las redes de distribución. Según la Ley de la Industria Eléctrica, estos sistemas no requieren permisos adicionales, lo que simplifica su implementación en comparación con generadores de mayor capacidad, que enfrentan regulaciones más estrictas. Este marco legal facilita el crecimiento de la generación distribuida, promoviendo una mayor participación de energías renovables en la matriz energética del país.

Siendo la Energía fotovoltaica una prominente elección de fuente de energía interconectada a la red, la Maestra en Ciencias señaló que la implementación de sistemas fotovoltaicos puede llevar a una reducción de hasta el 99% en las facturas eléctricas de los usuarios finales. A pesar de que no se puede alcanzar una facturación cero debido a cargos fijos, la inversión en energía solar se traduce en ahorros significativos. Además, los incentivos fiscales por el uso de energías renovables permiten una deducción del 100% de impuestos después de cinco años de operación continua, mejorando aún más la viabilidad económica para los usuarios.

Con base a lo anterior, el modelo de contraprestación de energía, en el que se basa la generación distribuida, permite la medición neta de la energía. Esto implica que la energía generada por un sistema fotovoltaico se compensa contra la energía consumida, lo que facilita un saldo que puede

ser favorable para el usuario. Este sistema permite que los usuarios mantengan un equilibrio, maximizando los beneficios económicos derivados del uso de energías renovables para un futuro más sustentable.

La M.C. Naves, para finalizar, puntualizó que la generación distribuida está posicionada como una solución clave para la transición energética en México. Se espera que con el apoyo de políticas adecuadas y la adopción de tecnologías renovables, la generación distribuida juegue un papel fundamental en la reducción de emisiones de CO₂, contribuyendo a un futuro más sostenible. Las proyecciones indican un crecimiento continuo en el sector, impulsado por la demanda de soluciones energéticas limpias y eficientes.

6.5 Del Campo al Sol: ¿Por qué los Proyectos Solares son el Futuro?

Ing. Joanna Gutiérrez Muñoz

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

6.5.1 La Ing. Joanna Gutiérrez Muñoz es Joanna Gutierrez es ingeniera en energía, egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, en 2021. Durante su trayectoria académica, fue reconocida como alumna regular durante los tres años de su carrera, además de ser acreedora del Diploma al Mérito Universitario. Con más de dos años de experiencia en el sector solar, ha trabajado en colaboración con la embajada británica, apoyando a empresas nacionales e internacionales en el desarrollo de proyectos de eficiencia energética. Actualmente, es responsable de ingeniería de los proyectos Greenfield en toda Latinoamérica para Canadian Solar, la empresa con el mayor pipeline de proyectos solares a nivel mundial. Su trabajo ha sido clave para impulsar la expansión de la energía solar en la región, contribuyendo a un futuro más sostenible. Además de su labor técnica Joanna se dedica a impulsar a jóvenes de la UAM para que puedan incorporarse al sector solar y formar parte de su equipo de trabajo, contribuyendo así a la formación de nuevos talentos en energías renovables. ■



Figura 6.5: Ing. Joanna Gutiérrez Muñoz de Greenfield, Canadian Solar

La Ing. Gutiérrez, compartió su vasta experiencia profesional y ofreció valiosos consejos para mejorar las habilidades de los estudiantes de ingeniería en energía antes de su egreso. Estos consejos, aplicables tanto a la vida académica como profesional, pueden marcar una diferencia significativa en el desarrollo laboral al iniciar una carrera. Entre los puntos clave que destacó, se encuentran:

1. LinkedIn: Crear un perfil detallado que incluya las habilidades adquiridas durante la formación universitaria, tales como el análisis de sistemas de potencia, desarrollo de simulaciones,

entre otros. Es esencial mostrar los trabajos realizados durante la carrera, ya que sirven como evidencia de las competencias del futuro profesional.

2. Proactividad: No limitarse a decir "no sé cuando se enfrenta a una pregunta sobre un tema desconocido. Es mejor expresar: "No lo sé, pero puedo aprender, investigar o buscar soluciones". La actitud positiva, el entusiasmo y las ganas de aprender son factores clave para destacar.
3. No cerrarse: No enfocarse únicamente en una sola área de especialización. Las oportunidades de crecimiento profesional pueden surgir en lugares inesperados. Compartió su experiencia personal, donde la energía solar, un campo que inicialmente no le interesaba, fue el sector que le permitió acceder a su puesto actual.
4. Vinculación: Participar activamente en capítulos estudiantiles, asociaciones y congresos es fundamental para aumentar la visibilidad y establecer conexiones en el sector energético.

Tras compartir estos consejos, la Ing. Gutiérrez comenzó su conferencia sobre la relevancia de las plantas solares en comparación con la agricultura tradicional, resaltando sus efectos positivos en la restauración del suelo, la biodiversidad y el entorno ecológico. Explicó el concepto de utility-scale solar, que se refiere a la generación y distribución de electricidad a gran escala para abastecer tanto a negocios como a hogares cercanos, con instalaciones que superan los 50 MWe. Este tipo de proyectos tiene un impacto significativo en tres áreas principales:

- Zonas rurales
- Campos de cultivo
- Zonas desérticas

Un ejemplo destacado fue el parque fotovoltaico Gonghe en China, que utiliza tanto módulos fijos como con seguimiento (tracker) en una zona árida. La instalación de utility-scale solar en esta área ha tenido efectos positivos, como la disminución de la temperatura del suelo hasta en 1.9°C. Este enfriamiento se logra a través de diversas interacciones ambientales, como la sombra proporcionada por los paneles solares, lo que reduce la evaporación del agua del suelo y aumenta la humedad relativa del aire cercano. Como resultado, se regula el microclima local, favoreciendo la fauna de la región.

Otros beneficios de los proyectos utility-scale incluyen el aumento de la materia orgánica en el suelo, el incremento de insectos (especialmente polinizadores como las abejas) y una mejora general en el ecosistema. La Ing. Gutiérrez destacó que estos beneficios son fundamentales para la lucha contra el cambio climático y, cuando las instalaciones solares se encuentran cerca de áreas agrícolas, el aumento de materia orgánica también puede servir como fertilizante natural. Aunque al inicio de un proyecto se debe limpiar el área (podar la vegetación), esta se restaura de manera natural después de aproximadamente un año.

La Ing. Gutiérrez enfatizó que es esencial buscar un equilibrio entre la producción de energía a través de paneles solares y la agricultura. Mencionó que en Europa se están desarrollando proyectos agrovoltaicos, los cuales combinan los beneficios de la energía solar con la actividad agrícola, aumentando la productividad de ambos sectores de manera más eficiente.

Finalmente, la ponente explicó cómo las plantas solares tienen un menor impacto en las emisiones de CO₂ en comparación con las centrales termoeléctricas, destacando también el concepto de energía retornada sobre energía invertida (EROEI), que juega un papel crucial en la transición hacia un futuro de cero emisiones para el 2050. La conferencia generó un gran interés entre los estudiantes presentes, quienes participaron activamente en la retroalimentación. Además, la Ing. Gutiérrez dejó abierta la posibilidad de que los estudiantes interesados en realizar prácticas profesionales en su empresa se pusieran en contacto para explorar oportunidades.

6.6 Primer Encuentro de Investigadoras e Investigadores en Energía

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

Dentro del foro *La innovación en la Ingeniería en Energía hacia un futuro sostenible y la Semana de la Ingeniería en Energía 2025*, se llevó a cabo el Primer Encuentro de Investigadoras e Investigadores en Energía, el cual se organizó con el objetivo de vincular y crear redes de colaboración entre las investigadoras e investigadores de la energía en sus diferentes disciplinas.



Figura 6.6: Parte de los integrantes del comité Organizador. De izquierda a derecha: Dra. Yuridiana Rocío Galindo Luna, M. en I. Alejandro Torres Aldaco y Dra. Alejandría Denisse Pérez Valseca.

La convocatoria tuvo una gran respuesta, ya que se presentaron 26 trabajos en modalidad cartel. De esta manera se motivó a los participantes a acercarse a los carteles y charlar con las y los Investigadores, esto, para fomentar el diálogo e identificar intereses en colaboración.

Los trabajos presentados abordan diversos temas de la energía, se presentaron dos trabajos relacionados con eficiencia energética, ocho de energía solar y sustentabilidad, cuatro trabajos con enfoque social y de pobreza energética, tres trabajos enfocados en desarrollo de materiales, uno de bioenergía, seis de energía nuclear y dos de energía alterna.



Figura 6.7: Primer encuentro de Investigadoras e Investigadores en Ingeniería en Energía de la UAM - Iztapalapa

Se tuvo participación de diversas instituciones, como el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, el Instituto de Energías Renovables, la Universidad Tecnológica de Pereira, La Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, el Colegio de México, así como la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco e Iztapalapa.

De los 25 participantes, 6 son Investigadoras y 19 son Investigadores, quienes representan, en algunos de los casos, a los grupos o laboratorios de trabajo de sus universidades e institutos.

Los trabajos presentados fueron compilados en la siguiente [Memoria Digital](#).

El resultado fue el intercambio de opiniones, la posible formación de grupos de trabajo multidisciplinarios y la colaboración entre las universidades, además de la interacción de los estudiantes con los investigadores, conociendo nuevos enfoques de trabajo. El impacto positivo que ha dejado esta actividad en nuestra comunidad ofrece la apertura para continuar incluyéndose en futuros eventos.

Participante	Institución de procedencia	Título del tema o línea de investigación
Luz Dehni Acosta Moyado	Independiente	Propuesta metodológica para la implementación de proyectos de energía solar
Carlos Fabián Arias Ramos	Instituto de Energías Renovables-UNAM	Depósito por rodillo como técnica de impresión escalable para la fabricación de celdas solares de perovskita de área grande bajo condiciones ambientales
Hugo Joaquín Ávila Paredes	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Diseño de celdas de combustible tipo óxido sólido con configuración micro tubular
Guillermo Benítez Olivares	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Bioenergía y sustentabilidad energética
José Miguel Berrio Sánchez	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Termoquímica
Francisco Enrique Cancino Gordillo	Instituto de Energías Renovables - UNAM	Celdas solares de perovskita
Carlos Castañeda Zuluaga	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Secado solar
Beatriz Cruz Muñoz	Universidad Tecnológica de Pereira - Colombia	Evaluación de propiedades de recubrimientos selectivos y su aplicación en un sistema de cocción y potabilización
Genaro Cruz Salas	El Colegio de México	Remesas internacionales y pobreza energética. Evidencia de los hogares indígenas mexicanos.
Miguel Ángel De la Rosa Guzmán	Instituto Politécnico Nacional	Efecto de nano materiales tipo hidrotalcita en la estabilidad térmica del poliestireno
Ruben Dorantes Rodríguez	Universidad Autónoma de Metropolitana - Azcapotzalco	Producción de H ₂ a partir de reformado catalítico con vapor de etanol empleando energía solar
Juan Luis Francois Lacouture	Facultad de Ingeniería - UNAM	Análisis y Diseño de Reactores y Ciclos de Combustible Nuclear
Yuridiana Rocio Galindo Luna	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Energía solar
Luis Enrique García Pérez	El Colegio de México	Application of Real Options with Stochastic Models for the Evaluation of Natural Gas Production Projects
Diana Eréndira Lara Llanderal	Instituto de Energías Renovables-UNAM	Metodologías y Espacios para la Gestión de Conocimientos en Energías Renovables a través de la Literacidad Energética

Participante	Institución de procedencia	Título del tema o línea de investigación
Gabriel León de los Santos	Facultad de Ingeniería - UNAM	Procesos y Uso eficiente de la Energía
Roberto Carlos Lopez Solis	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Modelado de reactores nucleares
Donaji Melchor Quintas	Instituto Politécnico Nacional	Integración de la energía solar térmica en la micro y pequeña industria de alimentos en México
Oscar Ovalle Encinia	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Membranas cerámicas conductoras iónicas y electrónicas para la producción de H ₂ y captura de CO ₂
Alejandría Denisse Pérez Valseca	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Análisis multifísico y multiescala de reactores nucleares de Generación IV y SMR
Marco Antonio Polo Labarrios	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Modelado y simulación de Sistemas Energéticos
Marco Antonio Polo Labarrios	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Detección de radiación, dosimetría, termoluminiscencia y fotoluminiscencia
Gabriel Alberto Rosas Sánchez	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	Línea de investigación: Transición y Política Energética. Título: Elementos de un Pacto Socioambiental para México
Heriberto Sánchez Mora	Universidad Autónoma de Metropolitana - Iztapalapa	TLANESY (ThermaLhydrAulic and heat traNsfEr SYstem): Código para el análisis termohidráulico
Wendy Noemi Téllez Salazar	ESIQIE - Instituto Politécnico Nacional	Óxidos mixtos base ceria
Joaquín Alfredo Velázquez Olvera	Instituto Politécnico Nacional	Eficiencia energética en museos

7. Día 3: 15 de noviembre de 2024

7.1 Inteligencia Artificial en la Ingeniería en Energía

Dr. Antonio Flores Tlacahuac

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

7.1.1 El **Dr. Antonio Flores Tlacahuac** es académico adscrito al Instituto Tecnológico de Monterrey y doctor en Ingeniería Química por Imperial College of Science, Technology and Medicine (Reino Unido). Maestro en Ingeniería Química por la Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa e Ingeniero Químico por la Universidad Autónoma de Puebla. Es Miembro del SNI con diversas contribuciones en las áreas de análisis no lineal de procesos, desarrollo de algoritmos de optimización para control de sistemas inestables y de orden fraccionario así como de sistemas híbridos de la industria química. ■



Figura 7.1: Dr. Antonio Flores Tlacahuac del ITESM Campus Monterrey

El Dr. Flores destacó los avances tecnológicos en el campo del cómputo y cómo estos han permitido un progreso significativo en la inteligencia artificial. Resaltó la evolución desde las primeras computadoras hasta las más modernas computadoras cuánticas, que ahora permiten resolver problemas mucho más complejos que antes parecían imposibles. En su centro de investigación,

ubicado en el Tecnológico de Monterrey, Flores y su equipo se enfocan en diseñar materiales utilizando técnicas computacionales avanzadas, colaborando con colegas experimentales para validar sus modelos y simulaciones.

El investigador explicó que su grupo no realiza experimentación directa, sino que se dedica a diseñar materiales de forma numérica y computacional, utilizando simulaciones y modelos avanzados que permiten predecir propiedades y comportamientos de nuevos materiales con precisión. Este enfoque combinado de trabajo experimental y numérico está permitiendo un avance más rápido en la creación de nuevos materiales, reduciendo la necesidad de iteraciones físicas y aumentando la eficiencia del proceso de diseño. La presentación también ofreció una visión histórica sobre el desarrollo de la inteligencia artificial. El Dr. Flores describió tres fases clave en la evolución de la IA:

1. Fase simbólica (1957-1970): Basada en la lógica simbólica, esta etapa utilizó reglas para simular razonamientos y resolver problemas sencillos, como probar teoremas matemáticos o jugar ajedrez. Sin embargo, su capacidad se vio limitada por la complejidad computacional de los problemas más grandes.
2. Sistemas expertos (1970-1990): En esta fase, la IA intentó capturar el conocimiento de expertos humanos para tomar decisiones automáticas. Un ejemplo personal fue el diseño de un sistema experto para controlar un horno de cemento, basado en la experiencia de operadores humanos. Sin embargo, estos sistemas se consideraron demasiado específicos y difíciles de mantener.
3. *Deep Learning* y *Machine Learning* (1990-presente): La tercera fase, actualmente en curso, se centra en el uso de redes neuronales y aprendizaje automático. Las redes neuronales convolucionales y generativas han permitido avances en reconocimiento de patrones, diseño de moléculas, y simulación de sistemas dinámicos. Flores comparó el aprendizaje automático con una regresión no lineal altamente sofisticada que, aunque eficiente, sigue siendo un modelo matemático que no representa una inteligencia real.

Uno de los temas más destacados de la ponencia fue la introducción del cómputo cuántico como una solución a los problemas de complejidad computacional que enfrentan las tecnologías actuales. Las computadoras cuánticas, que utilizan qubits.^{en} lugar de bits, permiten la superposición de estados, lo que incrementa exponencialmente la capacidad de cálculo. Flores explicó que los qubits pueden tomar valores entre 0 y 1, lo que las convierte en computadoras altamente paralelas que pueden realizar cálculos a una velocidad incomparable con las computadoras clásicas.

El Dr. Flores hizo una comparación entre los bits clásicos y los qubits, destacando que el poder de cómputo de las máquinas cuánticas radica en su capacidad para realizar cálculos simultáneos en múltiples estados, lo que las hace ideales para resolver problemas complejos en biología, química y ciencia de materiales. Sin embargo, advirtió que la programación cuántica sigue siendo complicada y que las computadoras cuánticas aún no están listas para resolver problemas de manera autónoma, dependiendo en gran medida de la ayuda de cómputo clásico para ciertas tareas.

El Dr. Flores también exploró el impacto de la inteligencia artificial y el cómputo cuántico en el área de la energía, centrándose en el modelado de la demanda energética, la predicción de contaminantes, y el diseño de nuevos catalizadores. El investigador explicó que las redes neuronales generativas están siendo utilizadas para diseñar materiales, como catalizadores que podrían mejorar la eficiencia de los sistemas de energía.

Además, destacó el uso de la IA en la resolución de problemas de optimización en sistemas de energía, como el *unit commitment*, un problema complejo relacionado con la gestión de la generación y el suministro de energía. El Dr. Flores subrayó que el futuro de la inteligencia artificial en la ingeniería de energía dependerá en gran medida de la integración de las redes neuronales generativas con el cómputo cuántico, lo que permitirá generar soluciones innovadoras y optimizadas para enfrentar los desafíos energéticos globales.

La presentación concluyó con una reflexión sobre el futuro de la inteligencia artificial y su papel en el descubrimiento de nuevos medicamentos, el diseño molecular, y la optimización de procesos industriales. El Dr. Flores mencionó el potencial de la medicina personalizada, donde los medicamentos podrían diseñarse específicamente para cada individuo utilizando IA y cómpu-

to cuántico. Asimismo, se destacó el desarrollo de nuevas herramientas que permitirán diseñar materiales y optimizar procesos de manera más eficiente y rápida.

El Dr. Flores hizo hincapié en que el desarrollo de nuevas tecnologías, como la computación cuántica, revolucionará la forma en que los científicos abordan problemas complejos, permitiendo un avance acelerado en áreas como la biología sintética, la química y la ingeniería de materiales. También mencionó la importancia de seguir explorando las aplicaciones del aprendizaje profundo y el cómputo cuántico en la ciencia y la ingeniería, y sugirió que en el futuro se verán avances significativos en estas áreas.

En resumen, la conferencia destacó cómo la inteligencia artificial y el cómputo cuántico están transformando la ingeniería en energía y otros campos relacionados, permitiendo resolver problemas que antes eran inabordables y abriendo nuevas oportunidades para la innovación tecnológica.

7.2 Planeación Energética hacia el desarrollo Sostenible

Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

7.2.1 La Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez es Ingeniera en Energía por la Universidad Autónoma Metropolitana, Ingeniera Nuclear por el Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Nucleares de Saclay, Francia, con Doctorado por la Universidad de París XI. Es miembro del SNII (nivel II), de la Academia de Ingeniería de México (Actualmente es la presidenta de la Comisión de Especialidad de Ingeniería Nuclear), de la Academia Mexicana de Ciencias y de varios colegios y asociaciones de profesionales de ingeniería. Es Profesora de Carrera Titular C de Tiempo Completo en el Departamento de Sistemas Energéticos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM donde además de sus actividades de docencia ha dirigido tesis de en la Carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica, y del Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería en Energía. Actualmente, es directora de la Unidad de Planeación Energética (UPE) de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Dentro de sus líneas de investigación está la integración de todas las energías renovables y la energía nuclear en la matriz energética tanto eléctrica como de calor para procesos, así como soluciones de almacenamiento de energía (hidrógeno y baterías) y la captura y secuestro de carbono en procesos que usan energía fósil. Además, contribuir a la creación de capacidades de modelización para mejorar la planeación energética y la toma de decisiones.

En esta plática, la Dra. Martín del Campo enfatizó la importancia de la planeación energética, específicamente con un enfoque en la transición hacia energías más limpias. Abordó, cuestiones críticas relacionadas con la energía nuclear, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas, de acuerdo con la COP-29, destacando que es la novena reunión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Este evento se centra en la financiación climática y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Se establece el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a menos de 1.5°C, un reto significativo que requiere un esfuerzo conjunto de todos los países.

La Dra. Martín del Campo, definió con detalle en qué consisten los Objetivos de Desarrollo Sostenible, definidos por la ONU en 2015, los cuales buscan acabar con la pobreza, proteger el planeta y garantizar paz y prosperidad para todos con fecha objetivo de 2030. Aunque la energía no se menciona explícitamente, argumentó que la planificación energética tiene un papel crucial en el avance hacia estos objetivos, sugiriendo que la mejora en el acceso a energía asequible y limpia puede influir positivamente en varios ODS.



Figura 7.2: Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez de Planeación Energética de la Facultad de Ingeniería de la UNAM

La transición energética implica un cambio hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles. La Dra. Martín del Campo señaló que este desafío es triple: reducir drásticamente el uso de combustibles fósiles, aumentar la adopción de fuentes renovables como la energía solar y eólica, y garantizar que se logren los ODS. Cada uno de estos aspectos presenta complejidades que deben ser sorteadas de manera coherente para lograr un desarrollo sostenible.

Entre las energías limpias con mucho potencial, la Dra. Martín del Campo agregó que la energía nuclear presenta una densidad energética significativamente mayor comparada con las fuentes tradicionales de energía. Esto implica que la energía nuclear puede reducir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. También, puntualizó que el 95 % de los desechos generados en una central nuclear son de baja o media actividad, que pueden ser gestionados con barreras de seguridad. Sin embargo, los desechos de alta actividad requieren un manejo más cuidadoso, lo que plantea desafíos para la implementación de nuevas plantas nucleares en México.

Esta charla concluyó que la transición también implica el desarrollo y la adopción de energías renovables, y mencionó que, aunque las tecnologías como la solar y eólica han avanzado significativamente, los costos de producción de energías marinas siguen siendo altos. El análisis de costos es esencial para garantizar que las energías renovables sean competitivas y sostenibles a largo plazo en la matriz energética del país.

7.3 Islas energéticamente sustentables

Dra. Aizailadema Altamirano Ávila

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

7.3.1 La Dra. Aizailadema Altamirano Ávila es licenciada en Ingeniería en Energía, por la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa. Maestra en Ciencias en Ingeniería Ambiental, por el Instituto Tecnológico de Toluca y Doctora en Ingeniería en Energía por el Instituto de Energías Renovables de la UNAM. Su especialización se centra en bioenergía y en la construcción de indicadores para diversos fines como, la evaluación de sustentabilidad urbana y para la integración de sistemas de gestión de la energía. Con más de siete años de experiencia en la gestión de proyectos energéticos, ha trabajado en el sector privado realizando diagnósticos energéticos, en la implementación de proyectos para ahorro y mejora en la eficiencia, así como en la instalación de equipos de monitoreo y adquisición de datos para empresas como Nestlé, Herdez, y Grupo Modelo. En su rol actual en el sector público, se desempeña como líder de

proyectos en la Subdirección de Negocios de Redes de la Comisión Federal de Electricidad, donde se impulsa la generación de energía renovable y limpia a baja escala, con un enfoque en la incorporación de tecnologías maduras y en la exploración de áreas emergentes en el sector. ■



Figura 7.3: Dra. Aizailadema Altamirano Ávila de la Subdirección de Negocios de Redes, CFE

La Dra. Altamirano comenzó definiendo el concepto de sustentabilidad como la capacidad para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Comentó que la agenda 2021 planteaba algunos objetivos sin embargo, no fue hasta la creación de la agenda 2030 que los objetivos fueron mejor descritos, de los 17 objetivos que lo componen el número 7; el cual se refiere a garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, es donde impacta su trabajo.

En México el 99.2% de las viviendas están electrificadas, sin embargo, aún existe pobreza energética la cual se centra en tres ejes: acceso, localidad y la asequibilidad a la energía eléctrica. Esta energía debe potenciar las actividades que las comunidades realizan, por lo tanto, el objetivo del proyecto de las Islas Energéticamente Sustentables (IES) es desarrollar e implementar proyectos de abastecimiento de energía eléctrica orientados a cubrir las necesidades energéticas de islas en México, mediante generación, preferentemente en el sitio, con energía limpias y renovables, bajo condiciones de ahorro y eficiencia en su uso, impulsando el desarrollo social incluyendo, ordenado y apegado a la normatividad y con el menor impacto al sistema.

El programa contempla cuatro factores importantes: el económico, social, institucional y ambiental. La Dra. Altamirano compartió algunos ejemplos del programa, mencionó la colaboración con la Agencia Francesa y con el Banco Interamericano dentro del cual se encuentra el consorcio de las Islas Canarias. En este programa se cubren necesidades para cubrir su demanda energética, pero también para mantener el confort, el proyecto piloto se encuentra establecido dentro del sector turístico específicamente en los hoteles. Comentó que con la finalidad de aprender de primera mano la situación de cada isla, se llevaron a cabo varios talleres en el sitio.

Enfatizó en la colaboración con las instituciones para formar grupos de trabajo dinámicos, y compartió su experiencia en dos de los talleres, el primero con la producción de hidrógeno, el cual se estaba experimentando en un autobús, sin embargo, aún no es costeable pero si se encuentra aprobado. El segundo es una lavandería textil llamada el Romeral, el cual tiene todos sus procesos digitalizados y los métodos utilizados los vuelve más eficientes al disminuir su demanda de energía. Con respecto a México se trabaja en las Islas del Caribe, dos de las islas (Islas Mujeres y Holbox) ya estaban conectadas de forma submarina sin embargo, tiene problemas con la intermitencia. El problema con ellos es que en algunas temporadas doblan su población y por lo tanto también la demanda energética. Para el pacífico, existen aspectos contrastantes, debido a que la mayoría del territorio está protegido y de las actividades turísticas. Específicamente en Isla Natividad, la cual se encuentra conectada, en este caso, la isla se encuentra protegida y el concepto de sustentabilidad está presente en la comunidad, de tal suerte que existe tecnología para realizar procesos de exportación de abulón.

Su experiencia fue de gran impacto, menciona que en la isla todo está regulado, desde la presencia de perros y gatos en el espacio, hasta la hora en que la luz debe apagarse para el ahorro de energía. Finalmente compartió algunas anécdotas sobre esta isla y lo mucho que aprendió durante su estancia.

7.4 Aplicación de baterías de Litio: ahorrar energía en el período de punta

Ing. Alfredo Aguilar Galván

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

7.4.1 El Ing. Alfredo Aguilar Galván es Especialista en Ahorro de Energía, Ingeniero en Energía de la Universidad Autónoma Metropolitana. Ha dirigido, administrado, coordinado y ejecutados proyectos de ahorro de energía, automatización y mejora tecnológica en más de 1000 empresas y municipios de toda la república mexicana, Centroamérica, Cuba y Ecuador. Cuenta con certificaciones de calidad en servicios de consultoría por parte de CONOCER, CNEC. Es consultor tecnológico de diferentes comisiones de energía nacionales e internacionales. Actualmente es director general de INGENIERIA ENERGETICA INTREGRAL, con la cual obtuvo en Premio Nacional de Ahorro de Energía en 1998. Sus proyectos de ahorro de energía en Industrias y Comercios han ganado 24 veces el Premio Nacional de Ahorro de Energía de México. ■



Figura 7.4: Ing. Alfredo Aguilar Galván de Ingeniería Energética Integral

El Ing. Galván compartió los análisis que ha desarrollado para diversas empresas con el objetivo de cubrir su demanda eléctrica a partir del uso de baterías. Comentó que para llevar a cabo el estudio se centran en la demanda de potencia, en un horario base en contraste con un horario punta. Algunas empresas optan por apagar equipos de gran demanda durante las horas pico y disminuir la carga.

El Ing. Galván nos comentó sobre algunas baterías comerciales y sus características, las cuales pueden ser susceptibles a estas aplicaciones. A lo largo de estos años, el peso de estos equipos ha disminuido considerablemente, son de mayor capacidad, y modulables, es decir; que los equipos pueden aumentar su capacidad cuando se agrega un equipo más, lo anterior como estrategia de operatividad. Las baterías se cargan en horario base durante 6 horas y durante el horario punta pueden utilizarse. El sistema de almacenamiento también provee energía auxiliar como sistemas de emergencia cuando existan apagones, lo anterior debe programarse y es parte del trabajo de los ingenieros en energía.

El Ing. Galván hizo hincapié en que los sistemas son estadounidenses y no chinas, debido al tratado de libre comercio y la vida útil de estos sistema de hasta 15 años. Su grupo de trabajo también se encarga del monitoreo de los sistemas, en diferentes configuraciones. Estos sistemas de

almacenamiento pueden gestionarse de manera remota y con ayuda del sistema eléctrico nacional, ellos pueden aprovechar al máximo su energía y esto brinda más rentabilidad para su cliente.

Con el empleo de esta tecnología se logra una disminución de la cuarta parte de la factura anual y una tasa de rentabilidad del 28 %, esto representa un impacto positivo para empresa, durante las condiciones de alta demanda al sistema eléctrico nacional. Finalmente nos compartió los datos de la empresa en que labora e invitó a los estudiantes a unirse al grupo de trabajo.

7.5 Rendimiento y operabilidad en turbinas aeroderivadas

M.C. Diego Iván Montes Gallardo

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

7.5.1 El M.C. **Diego Iván Montes Gallardo** es Ingeniero en Energía con una Maestría en Energía y Medio Ambiente, y actualmente se desempeña como Ingeniero de Operabilidad en GE Aerospace. Su carrera profesional se ha centrado en el análisis energético de sistemas y procesos tanto en la industria petrolera como en el sector de la turbo maquinaria, aportando su conocimiento y experiencia en la mejora de la eficiencia energética y la optimización de procesos. A lo largo de su trayectoria, Diego ha demostrado ser una persona altamente dedicada, con un enfoque constante en la calidad y el trabajo en equipo. Su habilidad para integrar diversas disciplinas y su capacidad para trabajar en entornos multidisciplinarios han sido claves en su éxito profesional. Uno de sus intereses más marcados es el diseño asistido por computadora (CAD) y la fabricación aditiva, áreas que complementan su formación técnica y lo mantienen a la vanguardia de las innovaciones en ingeniería. Además, durante su carrera, Diego tuvo la oportunidad de realizar una estadía de seis meses en Valparaíso, Chile, donde profundizó en ingeniería mecánica y adquirió una valiosa perspectiva internacional que enriqueció su desarrollo profesional. ■



Figura 7.5: M.C. Diego Iván Montes Gallardo

En esta charla, el M.C. Montes explicó el funcionamiento y la relevancia de las turbinas de gas en distintas industrias, abarcando desde la generación eléctrica hasta su aplicación en la aviación. Inicialmente el M.C. Montes describió brevemente que las turbinas de gas son máquinas térmicas que convierten la energía química del combustible en energía mecánica, utilizada en la generación eléctrica y otros procesos industriales. Destacó que en México, las plantas de ciclo combinado del Valle de México, aprovechan esta tecnología para producir energía eficiente. Por ejemplo, la planta Kumal Sap produce aproximadamente 800,000 barriles de crudo por día, lo que requiere un significativo consumo energético para su extracción y procesamiento.

Explicó que las turbinas de gas se dividen en distintas categorías según su función y potencia. Las turbinas industriales, como las de General Electric, pueden generar hasta 570 MW de energía, mientras que las turbinas de aviación, como el Turbofan G90, producen un empuje de hasta 100,000 libras, lo que equivale a unas 35 toneladas. Esta clasificación permite identificar las aplicaciones específicas de cada tipo de turbina en la industria.

Otra de las características de las turbinas, es la eficiencia, y el M. en C. Montes Gallardo señaló que las turbinas de gas industriales pueden alcanzar eficiencias del 44 % y, cuando se combinan con turbinas de vapor en ciclos combinados, pueden superar los 63.7 %. Esto significa que son capaces de generar energía suficiente para abastecer pequeñas ciudades o industrias que requieren entre 30 y 70 MW, destacando su papel crucial en la infraestructura energética. Por otro lado, a diferencia de la utilización de las turbinas de gas para generar potencia, en la aviación, las turbinas de gas son esenciales para la propulsión de aviones comerciales y militares. Por ejemplo, la turbina G90 se utiliza en aviones como el Boeing 777 y tiene una rápida respuesta de aceleración, lo que es crítico para la seguridad en vuelos. Esta capacidad de respuesta también se traduce en su uso en naves militares y barcos de transporte.

El M.C. Montes, mencionó que las turbinas aeroderivadas son una innovación que permite el uso de tecnologías de aviación para aplicaciones en tierra, aprovechando su fiabilidad y eficiencia. Por ejemplo, la turbina LM2500, derivada de un turbofan, puede generar hasta 36.3 MW y es fácilmente transportable, lo que la hace ideal para situaciones de emergencia o desastres naturales.

Para culminar la charla, el M.C. Montes, concluyó que, bajo el esquema del rendimiento de las turbinas de gas se mide a través de la eficiencia térmica, que es el trabajo neto producido respecto a la energía consumida, un mayor desempeño implica menos combustible utilizado para generar la misma cantidad de energía, lo que es fundamental para la sostenibilidad en el sector energético. La presentación enfatiza la importancia de estos parámetros para la optimización de sistemas energéticos.

7.6 Reflexiones de los 50 años de la Ingeniería en Energía en México

Para referencia audiovisual, el video del evento se encuentra disponible en [UAMVIDEOS](#).

Como parte de la Semana de la Ingeniería en Energía en la UAM-Iztapalapa, el 15 de noviembre de 2024 se llevó a cabo la Mesa Redonda: Reflexiones de los 50 años de la Ingeniería en Energía en México, en la cual participaron los doctores Juan José Ambriz García, Tomás Viveros García y José Alberto Valdés Palacios. La Mesa se desarrolló siguiendo tres preguntas detonadoras.



Figura 7.6: De izquierda a derecha: Dr. José Alberto Valdés Palacios, Dr. Tomás Viveros García y Dr. Juan José Ambriz García.

Semblanzas de los participantes de la mesa

7.6.1 El **Dr. Juan José Ambriz García** es Ingeniero Químico por la UNAM y Doctor en Ciencias por la Universidad de Perpignan, Francia. Desde 1976 forma parte del Área de Ingeniería en Recursos Energéticos de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), institución donde actualmente se desempeña como Profesor Titular C de Tiempo Completo adscrito al Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería. A lo largo de su destacada trayectoria en la UAM, ha ocupado diversos cargos académicos y administrativos, incluyendo Secretario Académico de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Asesor del Rector de la Unidad Iztapalapa, Jefe del Área de Investigación en Ingeniería en Recursos Energéticos, y miembro de la Comisión Dictaminadora Divisional de CBI, así como de la Comisión de Área de Ingeniería. Su compromiso y liderazgo han sido pilares en el desarrollo académico de esta institución. ■

7.6.2 El **Dr. Tomás Viveros García** es Ingeniero Químico por la Facultad de Química de la UNAM, donde también obtuvo el grado de Maestro en Ciencias. Posteriormente, realizó el Doctorado en Ingeniería Química en el Imperial College of Science & Technology de Londres. Es Investigador Nacional Nivel II y Miembro Regular de la Academia Mexicana de Ciencias desde 1996. En su trayectoria profesional, ha desempeñado roles clave en la UAM, como Jefe del Área de Ingeniería Química, Jefe del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Coordinador del Posgrado Divisional y del Doctorado en Ciencias, y Director de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería. Además, ha presidido la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (AMIDIQ), fungido como Director de Redes Temáticas de Investigación del CONACYT, y participado en múltiples organismos nacionales e internacionales, incluyendo el Grupo Promotor del Sincrotrón Mexicano. ■

7.6.3 El **Dr. José Alberto Valdés Palacios** es Ingeniero en Energía por la UAM, Maestro en Ingeniería Mecánica y Doctor en Ingeniería Energética por la UNAM. También cuenta con una especialización en Energías No Convencionales por el Ente Nacional de Hidrocarburos (ENI) en Urbino, Italia. Entre sus logros destaca la patente de un innovador calentador solar de tubos evacuados de doble apertura. Ha trabajado como asesor para diversas organizaciones nacionales e internacionales, incluyendo la Comisión Nacional de Uso Eficiente de Energía, el Programa Universitario de Energía, la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ), y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Su experiencia en energías renovables y eficiencia energética lo posiciona como un referente en el campo de la ingeniería en energía. ■

7.6.1 Primer planteamiento

¿Qué retos han enfrentado al adaptar sus estrategias educativas a las nuevas generaciones?

El Dr. Ambriz García expresó que para él ha sido una suerte, oportunidad y en su momento un reto formar parte del grupo que se dedicó a diseñar la carrera de Ingeniería en Energía. Compartió que, al momento de su ingreso en 1976, el plan de estudios no estaba desarrollado y quienes conformaban la planta académica trabajaron mucho en ello, porque no había referentes a nivel nacional ni internacional de licenciaturas en este campo. Para entonces fue muy novedoso el tipo de plan de estudios y considera que es lo que ha marcado la licenciatura en UAM Iztapalapa, donde en vez de enseñar lo que son las formas de energía o inclusive su utilidad, se sentaron las bases para que comprendieran bien todos los conceptos relacionados con energía. Los egresados de esas

primeras generaciones tuvieron que enfrentarse al reto de ubicarse en un mercado que ni siquiera los conocía; tales generaciones eran muy abiertas, que les permitió desarrollarse fabulosamente, por ejemplo, en los mercados de la energía solar, nuclear, eólica o en el ámbito geotérmico, que con el tiempo llegaron a ser líderes nacionales. El número de mujeres era reducido y actualmente está bastante más balanceado.

El Dr. Viveros García, adelantó que, a pesar de no pertenecer a ingeniería en energía si no a ingeniería química, coincide con lo señalado por el Dr. Ambriz respecto a la necesidad de proveer de los elementos fundamentales, de las bases del desarrollo de la ingeniería, ya sea en energía o química. Reconoció también que la adopción de esas bases fundamentales permite al egresado ir al mercado de trabajo y establecerse en casi cualquier industria, porque primero va a conocer los insumos y por otro lado va a aplicar los elementos que aprendió, independientemente de que esté trabajando en una actividad como energía solar, nuclear, conversión o en materiales. Destacó que las bases que se deben tener son las mismas y evidentemente la dedicación derivará en un exitoso desempeño profesional; y en cuanto a la labor docente hace un balance en términos de que como profesor ha cambiado fuertemente la forma de impartir clases y lo primero que encuentra ahora es la diversidad de intereses de los alumnos que es mayor que antes, y eso lleva a que la concentración que tiene en algún aspecto en particular se pierde porque actualmente y de manera general, estamos en una época en donde el uso de los implementos tecnológicos nos lleva a una distracción inmediata donde la atención cambie de un momento a otro fácilmente, convirtiéndose así en un gran reto actualmente y para el futuro, donde seguramente habrá otras cosas que nos vengán a cambiar la forma en que se impartan los cursos, dinámicas interesantes de poder trabajar en el salón, con alumnos más activos y más interesados en la clase que llevan. De igual manera, advierte que, dada la amplitud de aplicaciones de la ingeniería, habrá la necesidad de crear habilidades para transformar ese conocimiento básico que tienen en una aplicación determinada.

En su oportunidad, el Dr. Valdés Palacios recordó como “heroicos” los tiempos en que ingresó a lo que era una universidad nueva, fuerte y altamente cuestionada, su modelo no tenía tesis a nivel de licenciatura, en su lugar un proyecto terminal y se pagaba una cuota trimestral que entonces era considerada pesada e incluso el único requisito para obtener el título. Destacó los nombres del Dr. Leopoldo García Colín, el Dr. Carlos Graef y el Dr. Raúl Cetina quienes apoyaron al Dr. Alonso Fernández “a echar a andar” la UAM, proyecto que le encomendaron al entonces rector de Iztapalapa y que a la fecha es de las mejores universidades de México, la Universidad netamente técnica y científica de toda la UAM, por lo que invitó a los asistentes a sentirse muy satisfechos.

Hablando de manera particular de la carrera, reiteró que fueron tiempos complicados aquellos de las primeras generaciones, pues los planes de estudio se fueron desarrollando aunque de tiempo en tiempo, siempre llevando un liderazgo; y contrastando con la actualidad, ya cualquier carrera y cualquier universidad tiene ingenierías en energía y en eficiencia energética y máster y especializaciones en energías renovables, y destacó que la UAM lo hizo hace 50 años y eso no debe perderse de vista, así como la manera en que vino evolucionando la plantilla de los profesores a partir de una base muy sólida que vivieron la condición de que en aquellos tiempos no se reconocía que era un ingeniero en energía, pero intentaban definirlo algo así como un ingeniero mecánico, pero con una plantilla de profesores que habían sido del departamento y del área de ingeniería química. Concluyó su primera participación mencionando: “Yo soy de los firmes creyentes en que a ustedes se les tienen que dar las bases sólidas para el desarrollo de la ingeniería, ustedes deben ser desarrolladores de ingeniería, no usuarios de aplicaciones ni usuarios de software. . . esto nos diferencia mucho de muchas otras instituciones”.

7.6.2 Segundo planteamiento

En su experiencia, ¿qué aspectos consideran esenciales para mejorar a los estudiantes para un mundo en constante cambio?

El Dr. Valdés destacó que el desarrollo tecnológico es tan avasallador, lo tenemos encima con la aparición de nuevas versiones y avances tecnológicos que nos demanda una base sólida, conocer el mercado de la tecnología y de la ingeniería en general así como conocer la normatividad; indispensable también ser conscientes que la transición que está llevando a cabo la humanidad es

tan veloz que debemos tener esa capacidad de absorber. En términos energéticos, en particular, señaló el mercado eléctrico, la electricidad está devorando todas las aplicaciones, incluso las que antes eran tradicionalmente térmicas. La ingeniería de procesos sigue siendo así, fundamental y lo será por mucho tiempo, aunque el crecimiento de la electricidad es muy rápido. Se tiene el compromiso desarrollar una capacidad eléctrica con fuentes renovables del 35 % y actualmente nada más aporta el 20 %, lo demás son hidrocarburos. Finalmente remarcó dos aspectos: debe darse continuidad y mantener los cursos que distinguen a la licenciatura, particularmente materias como ingeniería de procesos, termodinámica, fenómenos de transporte, eficiencia energética, que han permitido tener egresados destacados y estar atentos a la evolución del mercado eléctrico y “asumir el liderazgo que por muchos años ha tenido la UAM”.

Por su parte, el Dr. Viveros abordó la pregunta resaltando que el cambio climático es un hecho y donde el problema de la energía es de los más grandes, y al respecto menciona que hay esperanzas de que los sistemas de energía del futuro deberán ser seguros energéticamente, amigables ambientalmente, posibles económicamente, viables comercialmente, aceptables socialmente y confiables. Enumeró, que en la senda al 2030, el futuro de la investigación en energía requiere desarrollar fuertemente la energía nuclear, la hidroeléctrica, la del viento, la geotérmica, la solar entre otras, sin olvidar la eficiencia energética, las energías renovables y los nuevos materiales, en particular energía solar y turbinas eólicas eficientes. Remarcó interrogantes en el contexto de la educación: ¿cuáles serían esas habilidades? ¿qué características deberían desarrollarse para poder enfrentar estos retos que se tienen?, y explicó que la primera es creatividad y originalidad, es necesario tener nuevas ideas para diferentes aspectos, situaciones y proponer crear soluciones a diferentes problemas; necesario también que haya un razonamiento deductivo en el trabajo para aplicar reglas específicas a diferentes problemas, siendo el razonamiento matemático fundamental para demostrar que los conceptos y las habilidades matemáticas básicas se aplican para procesos, para interpretar datos y hechos. El liderazgo es otra de las cosas que es importante tener en mente para poder desarrollar en nuestros alumnos, así como el trabajo orientado a resultados, establecer metas y esas metas puedan implicar logros sí esos logros se puedan poner a trabajar y tratar de resolver los servicios y las demandas que se tienen. Y finalmente, establecer un pensamiento analítico que permita analizar datos y hechos para determinar las acciones que se tengan que realizar en el trabajo o en la investigación que se determine.

Finalmente, subraya que “necesitamos establecer en la formación de los alumnos, estas habilidades que no son necesariamente y no solo son de un curso, son habilidades que se desarrollarían a lo largo de la formación, desde que ingresan hasta que terminan y se van al mercado de trabajo. Es necesario reconocer que la ingeniería en energía es multidisciplinar y por lo tanto el trabajo con otras disciplinas, con otras personas que tienen una formación diferente, nos permitirá abordar problemas de esa naturaleza que son los que tenemos enfrente ahorita y que nos debe llevar al interior de la institución a proponer proyectos formativos a los alumnos de la licenciatura en energía o a los del posgrado, sí que vayan en esa dirección en la posibilidad de desarrollar proyectos que involucren la interacción de profesores, de investigadores, de personas de diferentes disciplinas para lograr un objetivo determinado”.

El Dr. Ambriz reflexionó respecto a que no bastarán las acciones de los profesores, debe considerarse cómo percibirán los alumnos-futuros egresados los esfuerzos de docencia y en ese sentido considera sustanciales las siguientes características que alumnos y egresados deben tener: curiosidad, atentos a por dónde vienen las cosas, imaginar que pueden ser distintas, no tiene por qué recorrer un camino igual. Ser perseverante es otra característica, ya que haciendo una retrospectiva él nota que el alumnado en los últimos 50 años fácilmente abandona cursos o no se integran a la intensa dinámica que representa el sistema trimestral, pero quienes logran asimilarlo adquieren una característica destacable, asumen el reto de terminar la carrera y lo cumplen. Liderazgo aunado con aprovechar oportunidades de trabajar en equipo, lo que se denominan habilidades blandas; así como las actitudes, las que se traen de nacimiento, pero también la puntualidad, como entregar los trabajos a tiempo. Por otro lado, enfatizó que las maneras de aprender han cambiado, ya se acabó el modelo donde el maestro le exponía al alumno, éste recibía y era toda la comunicación de la información, ahora hay un mundo de información, pero está faltando la capacidad de discernir, y en

ese punto es donde la universidad tendría que decir “sí hay mucha información, pero no toda es correcta, no toda es valiosa, no basta con copiar y pegar, y ya tienes el trabajo”.

7.6.3 Tercer planteamiento

¿Qué mensaje les darían a los estudiantes actuales que enfrentan un futuro cada vez más incierto como ingenieros en energía?

El Dr. Viveros se centró en tres cuestiones: fomentar la capacidad de leer y escribir correctamente, la constancia y el conocimiento fundamental. En el primer aspecto es un hecho palpable para él que ya no leemos, tanto la comunidad estudiantil, como la población mundial, en general. No leemos libros porque nos hemos acostumbrado a leer textos de 140 caracteres y eso nos limita en varios aspectos, disminuye la concentración en algo, en contestar preguntas, en atender indicaciones, la capacidad de leer un manual, e incluso escribir, ya que “para ello usamos diferentes zonas del cerebro para poder conectar las ideas y poder ponerlas claramente la escritura es fundamental”. Respecto a la segunda cuestión, ser constante es importante para poder establecer con mucha claridad un trabajo específico, sus indicaciones, que los objetivos puedan alcanzarse y sobre todos que se alcancen a tiempo. En tercer lugar, ofrecer un plan con lo fundamental posibilitará que el alumno pueda cambiar o aceptar trabajos en una línea o en otra, ya que contará con los fundamentos técnicos necesarios y adquiridos a lo largo de todo el trabajo del plan de estudios. Añadió que a lo largo de su estancia construyen una dinámica de trabajo que después son capaces de aplicar cuando egresan y se integran al mercado laboral, pues “independientemente de cómo le vaya en el proceso, pues hay que arrancar de nuevo el siguiente trimestre. . . ahora le llaman resiliencia y eso les va a permitir tener éxito en el mundo exterior, el mundo afuera de la universidad”.

En su turno el Dr. Valdés manifestó su duda respecto a si el futuro cada vez más incierto ya que “la energía es energía y los electrones son electrones y el calor es calor y se mueve por convección por radiación”, y mientras se entienda de manera sólida surgirán cosas verdaderamente significativas que apoyadas en la creatividad y la fortaleza de los estudios. Considera que es igual de complicado siempre, pero es un reto que tenemos que asumir y abordar, y como profesores alertar a los estudiantes sobre las novedades tecnológicas, desarrollar, crear, dar consultorías, dar asesorías y ser ingenieros de excelencia para que cada vez nuestro trabajo sea más demandado, porque tienen una formación así, de excelencia, y los está habilitando para hacer frente a esos retos. Finalizó expresando que “Yo les digo como egresado de la UAM y no es porque yo haya estado aquí muchos años ni por eso haya ingresado de aquí pero yo sé de la fortaleza de mi universidad”.

En su última intervención el Dr. Ambriz compartió que los estudiantes futuros egresados enfrentan un futuro cada vez incierto, ya que para los de su generación al terminar una carrera, a veces ni titulados, casi tenían garantizado un trabajo en alguna empresa, normalmente transnacional y algunas décadas de trabajo después ya había posibilidad de jubilación. En ese sentido observa que ha cambiado muchísimo, ya no hay empresas que capten y mantengan a un empleado, además de cada vez se tienen mayores demandas de formación y experiencia, entonces en ese sentido puede ser incierto el mercado laboral. Destacó también que la presencia de egresados emprendedores en la conmemoración de 50 años, ellos pusieron su negocio, sufrieron, aprendieron, negociaron y ahora tienen un estatus muy importante no solamente porque se hicieron su trabajo y les ha ido bien en lo económico, sino porque además ofrecen trabajo a una gran cantidad de personas y de familias, por ello señala “dentro de mi esquema de valores es lo más valioso que he visto en un egresado”. Finalmente, subraya que el ejercicio de la carrera no debe centrarse en la economía nacional, pues si hay un mercado importante y grande, “somos una economía grande, pero las oportunidades también están fuera”, el idioma inglés es indispensable, nunca dejar de aprender, nunca dejar de estudiar, tener apertura a las opciones, por ejemplo, ser mi propio gestor de empleos. Para cerrar su participación les indica a los estudiantes: “síéntanse orgullosos de su formación y aprovechen su estancia aquí para adquirir todo y no digan ya tengo el título y ahí se acabó, no, porque eso no es cierto. . . hay que seguir”.

7.7 Clausura del evento

Para referencia audiovisual, las fotos y videos del evento se encuentran disponibles en los siguientes enlaces:

- [UAMVIDEOS.](#)
- [Facebook.](#)
- [Instagram.](#)
- [Twitter.](#)
- [Cena - Baile.](#)



Figura 7.7: Entrega de premios a los alumnos ganadores del concurso de carteles y actividades de la Semana de la Ingeniería en Energía.



Figura 7.8: Cena baile de clausura



Figura 7.9: Cena baile de clausura



Figura 7.10: Cena baile de clausura

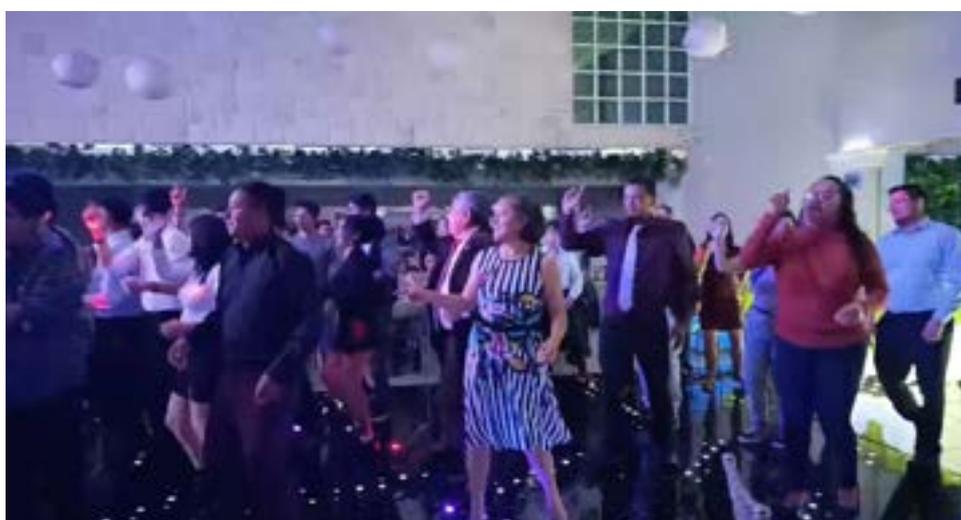


Figura 7.11: Cena baile de clausura

IV

Reflexiones finales

8	Reflexiones finales	135
8.1	Síntesis de los eventos	
8.2	Logros y aprendizajes	
8.3	Perspectivas	
8.4	Conclusiones	



8. Reflexiones finales

Los eventos conmemorativos del 50 Aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, no solo celebraron cinco décadas de excelencia académica e investigación, sino que también marcaron un punto de inflexión para reflexionar sobre el pasado, presente y futuro de esta disciplina. A lo largo de los tres foros realizados, se abordaron temas fundamentales que reflejan los desafíos y oportunidades que enfrenta la Ingeniería en Energía en un mundo en constante transformación.

8.1 Síntesis de los eventos

Los tres foros organizados en 2024 —el Foro del 50 Aniversario, el Foro de los 50 años de investigación y el Foro de la Innovación en la Ingeniería en Energía— permitieron reunir a personas académicas, investigadoras, estudiantiles y profesionales del sector en un espacio de diálogo y reflexión. A través de conferencias magistrales, mesas redondas y sesiones de carteles, se exploraron temas como la transición energética, las energías renovables, la eficiencia energética, la innovación tecnológica y la formación de profesionales en el campo de la energía.

Cada evento destacó por su enfoque multidisciplinario y su capacidad para integrar perspectivas tanto teóricas como prácticas. Desde el análisis histórico de la creación de la licenciatura hasta las discusiones sobre las últimas tendencias en inteligencia artificial aplicada a la energía, estos foros demostraron la relevancia de la Ingeniería en Energía como un pilar para el desarrollo sostenible de México y el mundo.

8.2 Logros y aprendizajes

Entre los principales logros de estos eventos, destacan:

- La consolidación de un espacio de diálogo entre generaciones de ingenieras e ingenieros en energía, permitiendo el intercambio de experiencias y conocimientos entre egresados, estudiantes y académicos.
- La identificación de los desafíos actuales y futuros en el campo de la energía, como la transición hacia fuentes renovables, la reducción de emisiones de carbono y la democratización del acceso a la energía.
- La promoción de la innovación y la investigación como herramientas clave para enfrentar los retos globales, desde el desarrollo de nuevos materiales hasta la implementación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el almacenamiento de energía.

- El reconocimiento del papel fundamental de la UAM-I en la formación de profesionales altamente capacitados y comprometidos con el desarrollo sostenible.

8.3 Perspectivas

Los eventos conmemorativos dejaron en claro que la Ingeniería en Energía enfrenta un futuro lleno de oportunidades, pero también de grandes desafíos. A continuación, se presentan algunas de las perspectivas y recomendaciones que surgieron durante los foros:

- **Transición energética justa y sostenible:** Es fundamental que México y otros países avancen hacia una transición energética que no solo reduzca las emisiones de carbono, sino que también garantice el acceso equitativo a la energía para las comunidades.
- **Innovación y tecnología:** La investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, como el hidrógeno verde, la energía solar concentrada y las baterías de litio, serán clave para impulsar la eficiencia energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.
- **Formación de profesionales:** La actualización constante del profesorado y la promoción de habilidades multidisciplinarias serán esenciales para preparar a quien ejerza la ingeniería en energía ante los retos del presente y futuro.
- **Colaboración interinstitucional:** La cooperación entre universidades, centros de investigación, industria y gobierno será fundamental para impulsar proyectos innovadores y políticas públicas que fomenten el desarrollo sostenible.

8.4 Conclusiones

Los eventos conmemorativos del 50 Aniversario de la Licenciatura en Ingeniería en Energía no solo celebraron un hito histórico, sino que también sentaron las bases para el futuro de esta disciplina. A través del diálogo, la reflexión y la colaboración, se demostró que la Ingeniería en Energía es una disciplina poderosa para enfrentar los desafíos globales y construir un futuro más sostenible y equitativo.

Este libro es un testimonio de lo logrado en estos 50 años, pero también es una invitación a seguir innovando, investigando y trabajando por un mundo donde la energía sea un motor de desarrollo y bienestar para todos. Que estas páginas sirvan como inspiración para las nuevas generaciones de ingenieras e ingenieros en energía, quienes tendrán la responsabilidad de continuar este legado y enfrentar los retos que aún están por venir.