



SOMERS

Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología
Aplicada a Residuos Sólidos A.C.

Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos

10 AÑOS DE LA SOCIEDAD
MEXICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
APLICADA A RESIDUOS SÓLIDOS
en la gestión de residuos

ISSN: 2395 - 8170
2023
Vol 16, Num. 1



Título de la obra: Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos

Subtítulo: 10 años de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos en la gestión de residuos sólidos

Compiladores: Maribel Velasco Pérez, Arely A. Cruz Salas, Rosa María Espinosa Valdemar, Alethia Vázquez Morillas, Sylvie J. Turpin Marion

Diseño de portada: Ana Isabel Hernández Soriano

Créditos de las fotografías: Beatriz Adriana Venegas Sahagún, Sara Ojeda Benitez, María del Consuelo Mañón-Salas

Editorial: Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos A.C.

<http://www.somers-ac.org>

Los trabajos incluidos fueron arbitrados por pares académicos. Se privilegia con el aval de la Editorial.

Información Legal

ENCUENTRO DE EXPERTOS EN RESIDUOS SOLIDOS, año 16, No. 1, Octubre 2022 - Octubre 2023, es una publicación anual editada por la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, A.C., Priv. Molcajete No. 44. Hacienda de las Fuentes, Calimaya, Estado de México, México, C.P. 52227, Tel. (722) 5097824, www.somers-ac.org. Editor responsable: Dra. María del Consuelo Mañón Salas. Reserva de Derechos al uso Exclusivo No. 04-2014-112714070200-203 **ISSN: 2395-8170**, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, A.C., Maribel Velasco Pérez, Av. San Pablo Xalpa 180, San Martín Xochinahuac, Azcapotzalco, 02128 Ciudad de México, CDMX”. Fecha de última modificación, 29 de septiembre de 2023.

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

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, A.C.

Comité científico

Dra. Maribel Velasco Pérez (coordinadora)	Universidad Autónoma Metropolitana
Dra. Rosa María Espinosa Valdemar	Universidad Autónoma Metropolitana
Dra. Alethia Vázquez Morillas	Universidad Autónoma Metropolitana
Dra. Yareth Gabriela Torres Hernández	Universidad Autónoma Metropolitana
Dr. Jesús Barrera Rojas	Universidad de Guadalajara
Ing. Jocelyn Tapia Fuentes	Universidad Autónoma de Baja California
Dra. Gloria Inés González López	Universidad Veracruzana
M. en C. I. Arely A. Cruz Salas	Universidad Autónoma de Baja California y Universidad Autónoma Metropolitana

Editorial

El décimo aniversario de la conformación de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS) se marca este 2023 con un Encuentro conmemorativo que apunta a reflexionar sobre la presencia de nuestra asociación y los aportes en formación de estudiantes de posgrado, los resultados de la investigación, el impulso a la investigación aplicada y la difusión de la cultura ambiental responsable respecto a los residuos sólidos de diversos tipos.

Antecedentes

Si bien los estudios de basura en México se remontan a los trabajos realizados en el Centro de Ecodesarrollo en colaboración con el *Garbage Project* de la Universidad de Arizona en la década de los ochenta, que junto al trabajo de Héctor Castillo Berthier abrieron el camino de la investigación relacionada con la basura. El Centro de Ecodesarrollo primero se enfocó a la caracterización de los residuos domésticos y al consumo familiar visto desde el análisis de los desechos de los hogares [1]. En un segundo momento empezó a estudiar los desechos domésticos contaminantes, la caracterización más detallada de los residuos sólidos municipales y el impacto ambiental de la disposición final de residuos [2]. Mientras que Castillo Berthier se metía en las entrañas de departamento de limpia del Departamento del Distrito Federal, hoy Ciudad de México, primero analizando las organizaciones sindicales de trabajadores de limpia [3] y luego ingresando al tiradero para documentar la vida de los pepenadores [4].

En los años noventa se desarrollaron investigaciones de residuos en Mexicali, Eladio Gaxiola desarrolla su tesis de maestría con un estudio de residuos domésticos en la frontera norte de México [5] mientras que Sara Ojeda y sus colaboradores publican los resultados de un estudio sobre la contaminación que generaba la basura en Mexicali [6]. También en Hermosillo, Víctor Corral de la Universidad de Sonora empieza a generar proyectos que investigan la basura y los comportamientos sociales pro-ambientales de reciclaje [7]. En Morelia la Dra. Israde y colaboradores publican un artículo de geología que relaciona los vertederos con la contaminación de acuíferos [8] y la Comisión Estatal de Derechos Humanos Jalisco presenta su Recomendación 2/99 que aborda la violación a los derechos humanos ambientales a grupos y comunidades que viven cerca de sitios de disposición final de residuos, así como la contaminación ambiental derivada de un mal manejo de la basura en el estado [9]. El boom de los estudios y publicaciones de diversos tipos que se enfocan en el problema de la basura, lo que resulta en un mensaje público que ya alertaba de la degradación ambiental asociada a la producción y disposición final de residuos sólidos urbanos.

En Ciudad de México se publican muchos estudios sobre los residuos por autores serios que después tomaron otros rumbos como funcionarios, como asesores o consultores. La lista empieza con Alam Guillermprieto quien en 1990 publica en el *New Yorker* un ensayo sobre la basura, el servicio de limpia y los pepenadores en el Distrito Federal [10]. Pamela Severini estudia los residuos en las grandes ciudades, tomando al área metropolitana de la ciudad de México como uno de sus casos de estudio [11]. Entre otros Jorge Sánchez y sus colaboradores publican sobre el Impacto Ambiental de los Rellenos Sanitarios [12]. Gabriel Quadri, quien fue director del Instituto Nacional de Ecología escribía sobre Basurología [13]. La organización empresarial Sustenta A.C. organiza en 1999 el Seminario Internacional sobre manejo Integral de Residuos Sólidos en el que participa un servidor y también presentan sendas ponencias la Dra. Cristina Cortinas y Gustavo Rosiles, entre otros [14] [15].

El Centro de Ecodesarrollo como institución pionera que impulsó los estudios de residuos en México desapareció en los noventas. Como centro público de investigación, El Centro de Ecodesarrollo era parte de la estructura institucional a cargo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Las instancias directivas del CONACYT decidieron, por alguna razón política coyuntural, que los estudios ambientales que desarrollaba el CECODES, como también era conocido, no servían al país y representaban una crítica a las acciones del gobierno federal. El CECODES fue clausurado. De alguna manera el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) en la ciudad de Guadalajara intentó retomar el camino abierto por el Centro de Ecodesarrollo y continuó con proyectos que tenían la misma estrategia de investigación y metodología. Se redacta el reporte de un estudio de 1997 sobre los residuos de 300 hogares de la ciudad de Guadalajara que arroja luz sobre la caracterización más detallada de los residuos, el peso de la generación diaria por persona, los desechos domésticos contaminantes y el impacto de la basura en el ambiente regional [16]. Bernache y sus colaboradores también publican un libro sobre la gestión social y pública de los residuos sólidos municipales que lleva como título *Basura y Metrópoli* [17].

El creciente interés sobre la basura y el flujo de información sobre sus impactos ambientales impulsa otra tendencia a nivel nacional en la década de los noventas. A nivel municipal empiezan a elaborarse, aprobarse por los cabildos y publicarse una serie de normativas como los reglamentos que contemplan la regulación de la producción, manejo, aprovechamiento, disposición final, servicio público municipal, entre otros temas. Aquí tres ejemplos de esos reglamentos:

1996. *Reglamento de Manejo de Residuos Sólidos para el Municipio de Zapopan, Jalisco*. Publicado en la Gaceta Municipal del Ayuntamiento de Zapopan, 28 de junio de 1996. Zapopan, Jalisco. México.

1999. *Reglamento Municipal del Servicio de Aseo Público*. Publicado en la Gaceta Municipal de Tlaquepaque, 30 de agosto de 1999. Tlaquepaque, México.

2000. *Reglamento para la Prestación del Servicio de Aseo Público en el Municipio de Guadalajara*. Publicado con Reformas Aprobadas en diciembre de 2002, Suplemento de la Gaceta Municipal de Guadalajara el 13 de febrero de 2003. Guadalajara, México

En estos tiempos también se da un giro conceptual, en las instancias oficiales de medio ambiente a nivel nacional la basura empieza a llamarse por su nombre técnico que inicialmente fueron los residuos sólidos municipales para luego dar paso a la nueva denominación formal en el marco normativo que los conceptualizó como residuos sólidos urbanos.

A partir de la década de los noventas se empieza a notar una nueva generación de estudiantes con interés académico en los residuos sólidos se están formando en programas de maestría y doctorado. En diferentes universidades a lo largo del país se comenzaban a formar estudiantes con un enfoque en la investigación científica, nuevos investigadores que obtendrían su doctorado, como Sara Ojeda [18] y Otoniel Buenrostro [19], que luego fortalecerían la línea de investigación sobre residuos, abordándolos desde diversas disciplinas científicas y enfocándose a un ramillete de nuevos temas.

Considero que las raíces iniciales de lo que luego sería la SOMERS se desarrollaron en la década de los noventas. En la primera década del siglo XXI las y los investigadores interesados en temas de residuos sólidos creció de forma exponencial. Lo anterior dio lugar a que pudiera plantearse la idea de convocar a ese grupo de estudiosos, investigadores denominados expertos para reunirse en un primer Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos en el 2007.

Los Encuentros de Expertos en Residuos Sólidos

La iniciativa para organizar un congreso en el que confluyeran los principales investigadores e investigadoras en el tema de residuos sólidos se concretó en el 2007 como resultado del trabajo de un equipo de la Universidad Autónoma de Baja California bajo el liderazgo de Sara Ojeda Benítez, acompañada de un equipo en el que destacaban Carolina Armijo de la Vega, Elizabeth Ramírez Barreto, Gabriela Lozano Olvera, Carlos González Razo, entre otros. Sin duda este fue un punto de inflexión en los estudios de residuos que venían creciendo en número y en temáticas en el curso de la primera década del siglo XXI.

La convocatoria para el Primer Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos (ENERS) fue un éxito ya que se presentaron 31 ponencias elaboradas por casi un centenar de autores entre los que se encontraban investigadores, en muchos casos acompañados por estudiantes en proceso de formación. Los investigadores provenían de 15 instituciones de educación superior y centros públicos de investigación. Destaca la presencia de instituciones como la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A), Instituto Tecnológico de Toluca (ITT), Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), Universidad de Guadalajara (UdeG), CIESAS, CIMAV, y la UAEM que continuarán generando investigaciones y formando investigadores de alto nivel dedicados al estudio de los residuos y que en los siguientes encuentros seguirán participando con resultados y hallazgos de nuevos proyectos sobre las diversas aristas de la producción, manejo, aprovechamiento y disposición de residuos sólidos.

En ese primer ENERS se trataron seis temas principales, a saber: estudios de caracterización y generación de residuos; efectos ambientales y factores de riesgo asociados al manejo de residuos sólidos; herramientas para la gestión de residuos sólidos; rellenos sanitarios (diseño, monitoreo, remediación de sitios clausurados, etc.); reciclaje y tratamiento de residuos (procesos mecánicos, biológicos, térmicos y similares); y la planeación y manejo de residuos sólidos [20].

Al hacer un recuento de los trabajos presentados en las mesas temáticas, Sara Ojeda señala que:

La inadecuada disposición de los residuos sólidos ocasiona problemas ambientales al existir producción de lixiviados, los cuales no son tratados ni manejados adecuadamente. Estos últimos se mencionó que están afectando seriamente los mantos freáticos al filtrarse estos residuos al suelo. Otro problema serio, es la producción de biogás en los tiraderos, ya que además de contaminar y contribuir al efecto invernadero, constituye un serio riesgo por la quema o explosión de éste. Otra conclusión relevante, fue el llamado al consumo responsable por parte de la población para disminuir la tasa de generación de residuos sólidos, pero sobre todo la carencia de una política de estado para el fomento de la educación y cultura ambiental que se refleje en planes permanentes de disminución de los residuos sólidos [20:363].

Este primer ENERS concluye con la recomendación general de fortalecer las diferentes etapas de la gestión integral de residuos sólidos, mismas que van desde el diseño de productos, la minimización de residuos, la educación ambiental, los programas de separación de residuos, el aprovechamiento y reciclaje de los materiales recuperados, el manejo adecuado de la disposición final en rellenos sanitarios y la coordinación de los tres niveles de gobierno para atender la problemática de la basura. En el último ENERS celebrado en Puerto Vallarta en el 2022 se presentaron 30 trabajos en cinco mesas temáticas. Los temas han evolucionado y ahora incluyen:

El fortalecimiento de la investigación, formación de estudiantes y difusión de hallazgos fueron las principales pautas de desarrollo de los estudios de basura durante la década que va del 2001-2010.

A lo largo y ancho de la república mexicana la basura pasó de ser un tema de interés para algunos investigadores a una línea de investigación sólida y reconocida que abrió un abanico de temas de interés en los estudios de residuos sólidos urbanos desde más de una docena de campos disciplinarios científicos en más de 30 universidades, institutos y centros de investigación.

Se forja la sociedad profesional para el estudio de los residuos sólidos

La celebración de los ENERS de 2007 a 2013 fueron aglutinando un amplio grupo de investigadoras, investigadores y estudiantes asociados que se reunían de forma bianual para presentar avances y hallazgos en sus respectivos proyectos. En este contexto académico surgen dos fuerzas importantes que llevan a crear legalmente la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos. Desde la UABC, el papel de Sara Ojeda Benítez resulta crucial para canalizar las dos fuerzas que impulsan la creación de la SOMERS. Por una parte, varios de los grupos de investigación en residuos que trabajan en México empezaron a asistir y a formalizar su membresía en la Red Iberoamericana de Ingeniería Sanitaria (REDISA) que se organizaba desde la Universidad Jaime Primero en Castellón de la Plana, España y que gestionaba los Simposios Iberoamericanos de Ingeniería de Residuos a partir del 2003. Por otra parte, Sara Ojeda reafirma su liderazgo del grupo académico en México que participa en REDISA y se propone crear una asociación profesional de los investigadores dedicados a residuos. El siguiente paso a nivel nacional es constituir, mediante un acta protocolizada ante notario, una asociación civil que sirva como ente organizador de un número de actividades relativas a los estudios de basura y sus implicaciones para la sociedad en México.

El 27 de febrero empiezan las gestiones para organizarnos como asociación civil, mismas que culminan el 13 de junio de 2013 con la referida protocolización del acta de la primera asamblea del grupo y se define el Consejo Directivo quedando la doctora Sara Ojeda Benítez como Presidenta y apoderada legal de la asociación y acompañada de otros 11 colegas en los cargos de Vicepresidencia (Gerardo Bernache), Tesorería (Claudia Saldaña), Secretaria (Consuelo Hernández) y 8 Vocalías (Rosa María Espinosa, Samantha Cruz, Consuelo Mañón, Fabián Robles, Sylvie Turpin, Evelia Santillán, Alethia Vázquez y Liliana Márquez). Aquí se definen la misión y visión de la SOMERS, que se presentan a continuación:

Misión. Promover el desarrollo de la ciencia y tecnología aplicable a la gestión integral de los residuos sólidos.

Visión. Fungir como un espacio para compartir y socializar experiencias, así como agrupar a la comunidad interesada en la problemática de los residuos sólidos.

Desde abril de 2013 a octubre de 2022 se han celebrado 15 Encuentros Nacionales de Expertos en Residuos Sólidos. Un encuentro más tendrá lugar este octubre de 2023 para conmemorar el décimo aniversario de la SOMERS. Si bien el plan original de los ENERS era realizar encuentros bianuales, en la práctica se fueron organizando Mini-SOMERS con reuniones más puntuales enfocadas en temas específicos.

La SOMERS es una asociación nacional que está en sintonía y colaboración con la REDISA, ya que una veintena de colegas son miembros regulares de esa Red Iberoamericana de Saneamiento Ambiental. La participación de colegas de México es una de las más robustas en REDISA, tal como se muestra en la relación de resúmenes que fueron presentados a evaluación en la última reunión del

grupo. El Comité Organizador del X Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos celebrado en la Universidad Jaime Primero en España reportaba que:

Se han presentado 217 resúmenes de trabajos, de las siguientes procedencias: Argentina (12), Bolivia (4), Brasil (21), Chile (7), Colombia (7), Costa Rica (18), Ecuador (4), España (79), Guatemala (1), México (46), Panamá (7), Paraguay (9) y Venezuela (3) [23].

La participación de investigadoras e investigadores mexicanos es la segunda en importancia, sólo después de la participación de colegas del país anfitrión.

Las sesiones temáticas muestran la evolución de la línea de investigación sobre residuos sólidos y los intereses académicos de los colegas en la actualidad. Los temas fueron los siguientes: 1) educación en residuos, 2) eliminación de residuos, 3) estrategias de circularidad y política ambiental, 4) impacto y riesgo ambiental de los residuos, 5) prevención y caracterización de residuos, 6) sistemas de gestión de residuos, 7) tratamientos: recuperación, reciclaje, tratamientos mecánico biológicos y valorización energética, así como otros temas de residuos que versan sobre los sistemas de información geográfica, la modelización, los softwares y la simulación computarizada.

La sinergia entre REDISA y SOMERS es muy relevante para consolidar la investigación sobre residuos que ahora adquiere una madurez consolidada. En México la SOMERS y los ENERS van de la mano marcando el rumbo de la investigación y la formación de jóvenes en programas de posgrado. La pauta que marca la investigación realizada por miembros de SOMERS es una referencia obligada en el conocimiento actual y de frontera de residuos y materiales, tanto a nivel nacional, como en el ámbito Iberoamericano.

La celebración del décimo aniversario de la SOMERS

Con motivo de esta celebración de los diez años de creación de la SOMERS se ha convocado a un Mini-ENER por parte de la SOMERS, mismo que se celebrará a finales de octubre en la sede de la UAM-Azcapotzalco en Ciudad de México. Se han presentado siete textos relativos a la celebración del décimo aniversario, los cuales se abordan de forma breve a continuación.

Otoniel Buenrostro de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo presenta el artículo titulado *Impacto en los ámbitos ambiental, social y económico a diez años de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos*. En este texto, escrito con un estilo personal que retoma su experiencia en investigación con Sara Ojeda y Gabriela Lozano en la UABC, así como su trabajo colaborativo con colegas del Instituto Tecnológico de Toluca en proyectos realizados en el Estado de México y Michoacán. En particular reflexiona como amigo de Sara y Gaby quienes fueron sus anfitrionas durante su estancia académica en Mexicali durante 2007. Para Otoniel Buenrostro la SOMERS tiene una misión muy importante, la cual es: “transmitir el conocimiento generado y adquirido a la sociedad, especialmente a los gobiernos para capacitarlos en el manejo apropiado de los residuos sólidos urbanos y las alternativas para el reciclaje y disposición final”.

El artículo titulado *Impacto de la sinergia UABC-SOMERS en la evolución de proyectos de investigación sobre gestión de residuos* es de la autoría de un grupo de investigadoras e investigadores de la UABC en el que participan Samantha E. Cruz Sotelo, Sara Ojeda Benítez, Néstor Santillán Soto, Carlos Salazar Briones, y David Enrique Flores. Los autores abordan el papel protagónico de Sara Ojeda y su equipo de la UABC en la conformación de la SOMERS y en la organización de los ENERS. Hacen referencia a los lazos de colaboración que se formaron con la UMSNH, con el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la UAM-A, el ITT y la UPVT, entre otras.

Sin duda los 31 proyectos que se han realizado con la participación central de la UABC indican el grado de dedicación al trabajo de investigación que caracteriza a este grupo de académicas y académicos.

Por su parte Nadia Cruz y Ana Sánchez presentan el texto titulado *Equipo de Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, región Poza Rica – Tuxpan*. En este trabajo se resalta el papel de la Facultad de Ciencias Químicas y sus programas formativos de Ingeniería Ambiental, Maestría en Ciencias Ambientales y su Doctorado en Gestión Ambiental para el Desarrollo. En el contexto regional con gran presencia de la industria petrolera, las colegas han desarrollado 12 investigaciones en las que abordan residuos peligrosos, residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos. Su participación en la SOMERS es un punto importante para retroalimentar sus propuestas, resultados y hallazgos, en una lógica de colaboración y aprendizaje continuo.

Desde la UAM-A, en ciudad de México el equipo de investigación formado por Rosa María Espinosa Valdemar, Luis Antonio Barbosa Noegerat, Arely A. Cruz Salas, Itzel Rubí Jiménez Escamilla, Selene Morales Gallargo, Sylvie Turpin Marion, Alethia Vázquez Morillas, Juan Carlos Álvarez Zeferino, y Maribel Velasco Pérez presenta el texto *La Universidad Autónoma Metropolitana, casa abierta a la SOMERS*. El título de este texto hace referencia a dos cuestiones, la primera es una adaptación del lema de la propia universidad y la segunda es el papel importante que ha tomado la UAM-A dentro de la organización de la SOMERS, siendo sede de múltiples eventos entre ellos el 4º Simposio de REDISA, varios ENERS y Mini-SOMERS. Un grupo de colegas que combina experiencia, juventud e inteligencia para analizar y trabajar en temas tan relevantes como la separación y aprovechamiento de residuos en el campus UAM-A, el estudio de los pañales desechables, el inventario nacional de plásticos y los microplásticos en sistemas costeros, entre muchos otros. Sin duda la UAM-A ha sido una anfitriona cálida y muy bien organizada para responder a las necesidades de organización de eventos de la SOMERS.

En un interesante artículo sobre lo que es una red de conocimientos, la incorporación a la SOMERS y su relación con el trabajo académico en el campus Morelos de la UNAM, Nancy Merary Jiménez nos presenta el texto titulado *La SOMERS, una red de conocimientos*. Ahí nos refiere el importante papel que ha jugado en la Sociedad en cuanto a formación y capacitación de recursos humanos, la transferencia de competencias sobre la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, el desarrollo de la investigación científica y la publicación de resultados y hallazgos en reconocidas revistas científicas nacionales e internacionales. Nancy Jiménez concluye:

Soy una de las *basurólogas* que se integró a la SOMERS más recientemente; sin embargo, he atestiguado que su devenir se encuentra inmersa en el acaecer histórico de México; nada de lo que nuestro país experimenta le es ajeno a la SOMERS, sino que influye en sus trabajos, dinámicas y le da rumbo. Eso es un aspecto estimulante para quienes formamos parte de esta red y nos compromete a garantizar que siga siendo así.

Por su parte Beatriz Venegas, Gerardo Bernache y Sofía Chávez abordan el trabajo que miembros de la SOMERS han realizado en la ciudad de Guadalajara, su texto se titula *La colaboración en la investigación sobre residuos en Jalisco*. Este texto se refiere a los estudios iniciales realizados por este autor en ciudad de México y luego en Guadalajara a partir de 1995 siguiendo las directrices metodológicas establecidas por el *Gargabe Project* y el Centro de Ecodesarrollo con relación al estudio de la basura. Más recientemente el trabajo de Sofía Chávez (Casa CEM) y Gerardo Bernache (CIESAS) en temas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, de residuos de medicamentos y otros temas relevantes de gestión integral de residuos. Pero en particular se aprecia la propuesta de ir más allá de la investigación y buscar incidir en programas y en general en

políticas públicas. La investigación de Beatriz Venegas (Universidad de Guadalajara) ha sido importante y trae nuevos enfoques al estudio de los residuos a partir de su investigación doctoral que aborda el lugar del poder político sindical en el manejo de residuos en Zapopan y Tlaquepaque.

En el Instituto Tecnológico de Toluca se ha conformado un grupo de unos 15 investigadores que se dedican a desarrollar un trabajo interdisciplinario sobre la problemática ambiental y social de los residuos sólidos en la región Centro y en México. El texto que elaboran María del Consuelo Hernández Berriel, María del Consuelo Mañón Salas, Fredy Cuellar Robles, María del Carmen Carreño de León, Isaías de la Rosa Gómez, Nicolás Flores Álamo y Laura Verónica Díaz Archundia versa sobre la *Colaboración del Instituto Tecnológico de Toluca y la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos*. Con dos miembros fundadores de la SOMERS que han tenido un papel relevante en la estructura organizacional de la misma, María Hernández y Consuelo Mañón representan un ejemplo de la dedicación a los estudios de residuos. Desde el Cuerpo Académico “Ingeniería Ambiental” y en la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento denominada “Tratamiento de contaminantes y gestión ambiental” han formado un robusto equipo de investigación y docencia dedicado a los residuos sólidos. Resalta en la docencia la formación de 20 estudiantes de licenciatura, 19 de maestría y 8 de doctorado, más otros que se encuentran en proceso.

Palabras finales

Este volumen con siete artículos que versan sobre el papel que ha tenido la SOMERS en la vida académica y el trabajo profesional de grupos de investigación en una decena de universidades, institutos y centros de investigación. Este es un tributo a la sinergia creada por esta Sociedad de profesionales dedicada al estudio de los residuos sólidos urbanos, sin duda la SOMERS en una instancia que se ha forjado un papel central en torno al conocimiento del problema de la basura, de la gestión integral de los residuos sólidos de diversos tipos. La organización de los Encuentros Nacionales de Expertos en Residuos Sólidos es algo que mueve al grupo central de la SOMERS que se coordinan con los colegas de la institución sede, también les presenta una oportunidad para que las y los investigadores, en muchos casos acompañados de sus estudiantes, presenten sus avances y hallazgos de sus proyectos actuales. La formación de estudiantes de licenciatura y posgrado es una tarea que también propicia la colaboración al invitar a colegas a impartir cursos, a participar en Comités de Tesis y como sinodales. Finalmente, la SOMERS ha impulsado el Seminario Nacional de Residuos que, desde el inicio del año 2020, convoca de forma a sus miembros, a colegas y estudiantes, así como al público profesional interesado a una sesión mensual donde se presentan temas relevantes en el estudio de residuos y se propicia una discusión en torno a dichos temas.

Dr. Gerardo Bernache Pérez

Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social

Referencias bibliográficas

- [1] Restrepo, I. y Phillips, D. (1983) La basura. Consumo y desperdicio en el Distrito Federal. Instituto Nacional del Consumidor. México, D.F. (Re-impreso en 1985 por el Centro de Ecodesarrollo).

- [2] Restrepo, I., Bernache, G. y Rathje W. (1991) Los demonios del consumo. Basura y Contaminación. El Centro de Ecodesarrollo. México, D.F.
- [3] Castillo, H. (1983) *La sociedad de la basura: caciquismo en la ciudad de México*. Cuadernos de Investigación Social 9, Instituto de Investigaciones Sociales. UNAM, México, D.F. (la segunda edición de este libro fue publicada en 1990).
- [4] Castillo, H. (1984) El basurero. Antropología de la miseria. Editores Asociados Mexicanos (EDAMEX). México, D.F.
- [5] Gaxiola, E. (1995) *Basura doméstica y frontera norte. Diagnóstico de los patrones de consumo en Mexicali, B.C.*, Tesis de Maestría en Arquitectura, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C. México.
- [6] Ojeda, S., González I. y Silva, H. (1997) *La contaminación por basura y sus efectos en la ciudad de Mexicali*. Reporte Final de Investigación. Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, México.
- [7] Corral, V., Bernache, G., Encinas L. y Garibaldi L. (1995) “A comparison of two measures of reuse and recycling behavior: self-report and material culture”. En *Journal of Environmental Systems*, Vol. 23, 4, 313-327. Baywood Publishing. New York, EEUU.
- [8] Israde, I., Rodríguez, R., Silva, V., Carrillo, A. y García, A. (1999) “El tiradero de Morelia y sus lixiviados”. *Vinculación*, Número 6, de noviembre 1999, páginas 35-43. Publicada por la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia. Michoacán.
- [9] C.E.D.H.J. Comisión Estatal de Derechos Humanos Jalisco (1999) Derecho a la salud y a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Recomendación 2/99. Comisión Estatal de Derechos Humanos Jalisco. Guadalajara, México. Manuscrito no publicado
- [10] Guillermprieto, A. (1990) “Letter from Mexico City”. *The New Yorker*, Sept 17, páginas 93-104. New York, EEUU.
- [11] Severini, P. (1995) La gestión de la basura en las grandes ciudades. Publicado como Avances de Investigación del Centro de Investigaciones sobre América del Norte, UNAM. México, D.F.
- [12] Sánchez, J. Mata, M., Semadeni, I., Reyna, V., Rodríguez, M. (1998) Impacto ambiental en rellenos sanitarios. Publicado por la Asociación Mexicana para el Control de los Residuos Sólidos y Peligrosos, A.C. (AMCRESPEC), México, D.F.
- [13] Quadri, G. (1996) “Basurología”. *Perfiles Liberales / Edición 47*, páginas 79-81. México, D.F.
- [14] Rosiles, Gustavo 1999 “Manejo de los residuos sólidos en México”. En *Memorias del Seminario Internacional sobre Manejo Integral de Residuos Sólidos*, Páginas 93-100, Publicado por SUSTENTA y el Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP), México, D.F.
- [15] Cortinas Nava, C. (1999) “Manejo de residuos sólidos en México: visión de la SEMARNAP”. En *Memorias del Seminario Internacional sobre Manejo Integral de Residuos Sólidos*, Páginas 101-106. Publicado por SUSTENTA y el Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP), México, D.F.
- [16] Bernache, G., Bazdresch, M., Cuéllar, J. L. y Moreno, F. (1998) Basura y metrópoli. La gestión social y pública de los residuos sólidos municipales de la zona metropolitana de Guadalajara. Co-editado por Universidad de Guadalajara, El Colegio de Jalisco, ITESO y CIESAS. Guadalajara, México.
- [17] Bernache, G. (1999) Estudio de la basura doméstica y su impacto en el medio ambiente de la zona metropolitana de Guadalajara. Reporte final presentado al Sistema de Investigación José Ma. Morelos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Manuscrito no publicado. Guadalajara, México.

- [18] Ojeda, S. (1999) Niveles de conciencia ambiental en una comunidad: un instrumento para diseñar programas de educación ambiental. Tesis para obtener el grado de Doctora en Ciencias de la Educación. Universidad Iberoamericana, Sede Noroeste, Tijuana, B.C.
- [19] Buenrostro, O. (2001) Los Residuos Sólidos Municipales: Perspectivas desde la Investigación Multidisciplinaria. Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México. (Nota: su tesis doctoral fue sustentada en el 2000 y publicada en formato de libro un año después).
- [20] Ojeda, S. y Lozano, G. (editoras) (2007) Encuentro de Expertos en Residuos Sólidos en México. Publicado por la Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali.
- [21] Gallardo, A. (2023) Comunicación personal.

Contenido

Comité científico.....	iii
Editorial.....	iv
Contenido	xiii
Impacto ambiental, social y económico a diez años de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos	1
Impacto de la sinergia UABC-SOMERS en la evolución de proyectos de investigación sobre gestión de residuos	7
Equipo de Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, región Poza Rica - Tuxpan.....	17
La Universidad Autónoma Metropolitana, casa abierta a la SOMERS	23
Colaboración del Instituto Tecnológico de Toluca y la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos	30
La SOMERS, una red de conocimientos.....	38
La colaboración en la investigación sobre residuos en Jalisco.....	46

Impacto ambiental, social y económico a diez años de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos

Otoniel Buenrostro Delgado

Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edificio INICIT, Ciudad Universitaria. Morelia, Michoacán, México. CP. 58060. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a los Residuos Sólidos, A. C. (SOMERS). E-mail: otoniel.buenrostro@umich.mx

Resumen

La gestión de los residuos sólidos es uno de los principales desafíos a resolver por los gobiernos ya que el aumento de la población y el desarrollo tecnológico ha traído como consecuencia el incremento de su producción y la heterogeneidad de su composición y más productos no biodegradables y sustancias peligrosas. El enfrentar esta problemática se ha convertido en la actualidad en uno de los mayores problemas técnicos, económicos y ambientales que tiene la humanidad. En 2003, un grupo de investigadores de todas áreas, pero con el interés común de la gestión adecuada de los residuos sólidos, después de varios años de interacción a través de colaboraciones, decidieron conformar la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS). A diez años de su permanencia esta red ha brindado a la sociedad contribuciones para revertir este problema ambiental. Por otro lado, la conformación de la red se refleja en la organización de 11 congresos nacionales, en los cuales se han expuesto los principales productos de múltiples investigaciones multidisciplinarias y de colaboración en diversas áreas del conocimiento. Actualmente el número de colegas ha ido en constante incremento, así como las líneas de investigación, por lo que la SOMERS se ofrece como la red principal en México en la generación de conocimiento en gestión de residuos sólidos.

Palabras clave: circularidad, gestión, minimización, residuos, valorización.

1. Mi primer contacto con la SOMERS

A diez años de la conformación de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS) reflexiono sobre las bases que dieron origen a esta red, cuya principal impulsora es la Dra. Sara Ojeda Benítez, a quien además de ser su colega tengo el honor de poder considerarme su amigo. Recuerdo mi primer contacto con Sara en 2003, a través de un correo electrónico en el cual me invitaba a participar como instructor del curso “Gestión de residuos sólidos municipales”, en el primer coloquio del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, en Mexicali, B.C., México. Mi trayectoria como profesor investigador, adscrito al Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA) era de tres años, por lo cual al leer su correo sentí una gran emoción, pero a la vez un gran reto, pues era mi primera invitación a participar como instructor. Las palabras de Sara reflejan su personalidad, una líder natural. Sara me pedía que transmitiera mi conocimiento a estudiantes de maestría y doctorado y su referencia era por la lectura de los artículos derivados de mi investigación y tesis de doctorado. ¡Además, me informaba que participaría junto a investigadores como el Dr. Gerardo Bernache Pérez!; en ese momento yo desconocía si Sara sabía que él había conformado mi comité doctoral, y me preguntaba si el Dr. Bernache le había sugerido a Sara me incluyera; después supe que así fue. Pero participar

al lado de mi mentor, ahora como colega me producía orgullo mezclado con el temor. También participaría en este evento el Dr. Stewart M. Oakley, profesor de la Universidad Estatal de California en el campus de Chico, Estados Unidos.

Sara, con su clásica forma, directa y elegante que siempre conserva, me decía que se tenía contemplado el pago de viáticos si aceptaba participar y que me pedía de ser así aceptar una llamada telefónica. Cuando recibí su llamada, confieso ya tenía preparada una buena excusa para eludir mi participación, pero al momento de escucharla y a los dos minutos de detallarme que el objeto era mi asistencia como profesor visitante en el programa de posgrado de la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., México, me motivó. Con la empatía que sentí por el tono de su voz y su claridad mi excusa quedó fuera de lugar y sólo acepté su invitación. Ahora puedo decir que para mí ese correo fue una ventana que abrió colaboraciones que incidieron profundamente en mi desarrollo profesional y académico. Además, conocí a grandes colegas y amigos, que ahora forman parte de la SOMERS.

2. Mi colaboración académica con Sara

Después de mi participación con Sara regresé a Morelia entusiasmado ante la oportunidad de colaboraciones académicas y de intercambio de estudiantes, pero también de la comida típica de Mexicali ¡deliciosa y única de acuerdo con en el estilo de la comunidad mexicana-china!

Del 2003 al 2007 la colaboración con Sara y su grupo de trabajo fue incrementándose, pues sus gestiones con las autoridades del Instituto de Ingeniería, básicamente, en ese tiempo fungí como director del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA), en el que estaba adscrito. El instituto de Ingeniería aprobó las postulaciones mías y la de mi colega Liliana Márquez Benavides, como parte del núcleo académico básico, lo que nos permitió participar en varios comités tutoriales; al igual postulamos a Sara y miembros de su grupo a participar en los comités de nuestros programas de posgrado. Tres estudiantes bajo mi tutoría, dos de maestría y uno de doctorado cursaron sus programas en el Instituto de Ingeniería, lo anterior nos motivó a trabajar en un convenio de colaboración para que nuestros programas de posgrado fuesen interinstitucionales. Esta iniciativa fue el eje para incrementar el intercambio académico de estudiantes, profesores, infraestructura y equipos de laboratorio. Lamentablemente las autoridades de mi universidad en ese tiempo mostraron temor a la competencia, cuando hubiese sido lo contrario; el incremento de la competitividad de nuestros programas. Fue un descalabro que, aunque nos minó el entusiasmo, pero no repercutió en nuestra colaboración. Ahora en el 2023 cuando veo que la interinstitucionalidad de los programas de posgrado es requisito para lograr la internacionalización; indicadores que incluye el Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) para la permanencia de los programas de posgrado de excelencia. Lamento reconocer que la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) está pagando las consecuencias del desinterés y falta de visión académica de las autoridades y la excesiva politización de la administración universitaria.

De acuerdo con la evaluación realizada en el 2022, por el World University Rankings (CWUR), la UMSNH ocupó el quinto lugar a nivel nacional de universidades públicas estatales (UPES) [1]; no obstante, de acuerdo con la OEM-Infomex, la UMSNH se ubicó en el último lugar a nivel nacional, del *ranking* de mejores instituciones del QS World University 2023 [1].

Análogamente, la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) está en el *ranking* número uno de las universidades del noroeste de México, se posicionó en el lugar número 71 en Latinoamérica y a nivel nacional se ubicó en el lugar número seis de las universidades públicas [2] Otro reporte de las 100 mejores universidades de México realizado en el 2016, la UABC se ubicó

en el lugar 18; la UMSNH ni siquiera aparece [3]. Otro estudio de 2017 de Times Higher Education, la UABC ingresó por primera vez en el *ranking* mundial, posicionándose entre las 1,100 mejores universidades del mundo; ocupa el puesto número 71 de universidades de América Latina y el séptimo lugar entre las universidades públicas del estado en México [4].

3. Mi entrañable amiga Gabriela

De 2003 a 2007 la interrelación e intercambio académico, no sólo permitió el fortalecimiento de los dos grupos de trabajo. También me ofreció la oportunidad de conocer y tratar a un ser humano maravilloso. La vida es tan frágil que cuando me enteré de su partida física tan inesperada, simplemente no lo podía creer. Ahora que escribo estas líneas, siento la tristeza igualmente por la repentina muerte, el 11 de octubre de 2023, de un gran colega y amigo de la facultad de Biología de la UMSNH. Reflexiono en una pregunta que siempre me he hecho. ¿Por qué grandes seres humanos, parten tan pronto?, simplemente hoy no están físicamente. Gaby, fue un gran ser humano en todos los sentidos, desde que la conocí y tuve la oportunidad de hacer una estancia académica en el Instituto por seis meses en el 2007. Durante ese tiempo, los viajes de Michoacán a Mexicali y viceversa se acrecentaron por la participación en actividades derivadas de la colaboración de los miembros de ambos grupos, también me permitió percibir una de las variables más importantes que inciden en la producción de residuos sólidos; el consumo. Este, tema que en esos años abordamos en diversos estudios sobre generación de residuos sólidos urbanos (RSU). El consumo, comúnmente conocido como *shopping*; aunque no me agradaba su estudio, me encantaba cruzar la frontera a Calexico con mis colegas, pues, aunque intento ser un consumidor responsable, disfrutaba del *shopping* con Sara y mi entrañable Gaby, a quien recuerdo siempre con su sonrisa, actitud positiva y facilidad para transmitir su entusiasmo; en verdad no logro recordarla una vez con una cara de cansancio, ni mucho menos de estado de ánimo bajo; ni siquiera cuando la acompañé para participar en el muestreo que estaban realizando de residuos sólidos urbanos y que la temperatura rebasó los 40°C y bajo el rayo del sol (Figura 1).



Figura 1. Foto tomada del sitio de disposición final de Mexicali en 2007

Recuerdo que, en 2007, estuve de estancia un semestre en el Instituto de Ingeniería de la UABC. La estancia surgió como una invitación de Sara para retomar mis actividades académicas después de haber concluido mi gestión de casi cuatro años como director del IIAF. En la UABC Gaby tenía que pasar forzosamente por mi cubículo para ir al suyo y siempre, se detenía a saludarme, siempre aprovechaba para sutilmente pedirle que me resolviera alguna duda técnica con mi equipo de cómputo o con el uso de algún programa. Siempre he sido concreto en explicar, pero tardaba más en intentarlo y Gaby con su vaso de algún frappé, *smoothie* o refresco, simplemente se acercaba a mi máquina. Yo no alcancé nunca a coordinar su explicación con la rapidez de sus manos y en la mitad de tiempo que tardaron en leer este párrafo, Gaby me resolvía un tema que ya tenía días intentando resolver. Ahora pienso que Gaby era un genio (Figura 2), por su coeficiente intelectual y su sencillez de carácter. Veía sus manos, su cara y como la máquina me daba la impresión de que el artefacto disfrutaba que ella lo programara. Llevaba días intentando resolver un asunto de programación y a ella le tomó escasos cinco minutos hacerlo, y eso porque no dejaba su bebida; siempre helada, con las que Sara y Gaby llegaban al Instituto después de la hora de la comida.

Me encantaba como cotidianamente Gaby estaba al pendiente de los anuncios de las ventas de oportunidad para productos relacionados con el cómputo y cuando Sara estaba muy ocupada me invitaba. Para evitar las filas para cruzar la frontera, el calor y el tumulto, Gaby cruzaba a la una de la mañana. Algunas veces me pedía que convenciera a Sarita (así se refería hacía Sara cuando ella no estaba presente) que nos acompañara.



Figura 2. Mi entrañable amiga Gaby, mi mentor el Dr. Bernache y Sara, mi colega y amiga

4. La SOMERS: fruto de una relación de colegas empáticos con el mismo fin académico y científico

La conformación de la SOMERS ha fortalecido el desarrollo profesional y académico de cada uno de los miembros que la conformamos, pues SOMERS permitió la colaboración que se reflejó en participaciones en proyectos de investigación (Figura 3), titulaciones, publicaciones de artículos en revistas arbitradas, capítulos de libro, libros y lo más importante; se comenzó a gestar la red SOMERS, que culminó en su conformación el año de 2013. En diez años de vida se han organizado once encuentros nacionales cada dos años y siete anuales organizados por las colegas de la

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, de los cuales se publican las actas.



Figura 3. Muestreo de residuos sólidos urbanos en un proyecto conjunto con la Dra. Hernández Berriel y financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Desde la conformación de la SOMRS, entre las principales perspectivas del grupo es transmitir el conocimiento generado y adquirido a la sociedad, especialmente asesorar y capacitar a los gobiernos para implementar el manejo apropiado y alternativas para el reciclaje y disposición final de los residuos sólidos urbanos. Las líneas de investigación, aunque se mantienen en el tema de la gestión de los residuos sólidos han evolucionado con el fin de encontrar soluciones a los retos que la evolución de la economía y sociedad mundiales presentan, como la epidemia de COVID y cambios económicos que implican el incremento de la generación de residuos peligrosos en las viviendas, lo cual demanda encontrar nuevas formas de recolección y tratamiento de estos residuos, etc. Las líneas de investigación que más han evolucionado son:

- Economía circular.
- Rellenos sanitarios-vertederos.
- Caracterización de residuos.
- Tratamiento y valorización de residuos.
- Gestión y política ambiental.
- Recuperación de energía a partir de residuos.
- Impacto y riesgo ambiental.
- Tecnologías para el manejo de residuos sólidos.
- Educación ambiental.
- Microplásticos.
- Sociedad y gobierno.

Actualmente mi investigación continúa enfocándose en la gestión de los residuos sólidos urbanos, pero mi mayor entendimiento de que el universo es un sistema y que por lo tanto los aspectos económicos y ecológicos están interrelacionados, que las decisiones de los gobiernos para el manejo de los recursos naturales han impactado negativamente el equilibrio eco sistémico a nivel global, incidieron en que mi investigación, inicialmente enfocada en considerar a los residuos sólidos no

sólo como un contaminante, sino también como un recurso natural, actualmente he incorporado el enfoque sistémico. Son de mi particular interés, 1) variables socioeconómicas que determinan la generación y composición de los RSU; 2) el impacto del biogás y los lixiviados producidos por la degradación de los residuos sólidos confinados en los sitios de disposición final; 3) la degradación de la fracción orgánica de los residuos sólidos, y 4) el tratamiento y valorización de los residuos sólidos, en los que recientemente he centrado mi investigación en el contexto de la economía circular y las biorrefinerías como factores clave para la sustentabilidad y sostenibilidad de la gestión de residuos sólidos.

Durante mi desempeño académico y científico he participado en proyectos de investigación y asesorado tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Mi producción académica incluye alrededor de 50 artículos en revistas arbitradas y de divulgación, dos libros y varios capítulos arbitrados. Ponente en diversos congresos nacionales e internacionales y editor asociado de la Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Lo anterior, trabajo de toda una vida, no se hubiese logrado sin la colaboración de todos mis colegas. A quienes les digo que me siento orgulloso de considerarme su amigo. Mi reconocimiento a todos por estos diez años de trabajo y esfuerzo. Les abrazo con cariño.

Referencias bibliográficas

- [1] Coordinación de la investigación Científica (2022) UMSNH, de las 6 mejores universidades públicas estatales en México. <https://cic.umich.mx/>
- [2] Gaceta UABC (2017) Ingresa UABC a Ranking Mundial. <https://gaceta.uabc.mx/>
- [3] Mextudia (s.f.) 100 mejores universidades de México 2016 * Readers Digest. <https://mextudia.com/rankings/100-universidades-de-mexico-readers-digest/rd-2016/>
- [4] Coordinación General de Vinculación y Cooperación Académica (s.f.) Universidad Autónoma de Baja California, información general. https://www.ubu.es/sites/default/files/portal_page/files/ee.uu_uabc_universidad_autonoma_de_baja_california_fact_sheet_2020-2021.pdf

Impacto de la sinergia UABC-SOMERS en la evolución de proyectos de investigación sobre gestión de residuos

^{1,*}Samantha E. Cruz Sotelo, ²Sara Ojeda Benitez, ²Néstor Santillán Soto, ¹Carlos Salazar Briones, ²David Enrique Flores

¹Facultad de Ingeniería Mexicali, UABC, Edificio Luis López Moctezuma Torres, Campus Mexicali UABC Blvd. Benito Juárez S/N 21280 Mexicali, B.C. *correo electrónico: samantha.cruz@uabc.edu.mx

²Instituto de Ingeniería, UABC, Blvd. Benito Juárez y calle de la Normal S/N 21280 Mexicali, B.C

Resumen

Entre las responsabilidades que asumen las instituciones de educación superior está la de formar profesionales e investigadores de alto nivel, así como generar y aplicar conocimientos, es en este sentido, que la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) ha destacado, ubicándose como líder en diversas áreas del conocimiento, tales como la gestión de residuos sólidos en el noroeste del país. Siendo pionera de estudios de generación, desde sus inicios a finales de los 90's ha aportado datos reales de esta problemática que no es exclusiva de la región. Por ello, en el marco de la celebración del décimo aniversario de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS), el grupo de investigación de la UABC como miembro fundador presenta este artículo en el que se hace un breve recorrido desde su origen hasta la actualidad y se destaca como fue evolucionando y dando forma a un grupo ahora consolidado, haciendo sinergia con otros investigadores de diversas universidades e institutos, expertos en el área, hasta integrar una red que se conformó como una asociación civil sin fines de lucro cuyo objetivo es unir habilidades, capacidades, experiencias, conocimiento y esfuerzos para resolver problemas en el ámbito de los residuos y formar recursos humanos, en los distintos espacios y foros en los que participan sus miembros.

Palabras clave: gestión de residuos, línea base, metodología, red de investigación, sector informal.

1. Evolución de la investigación en gestión de residuos en UABC

El grupo de investigadores que ha cultivado la Línea de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) en el área de residuos inició a finales de los noventa, centrándose en ese momento en estudios orientados a dimensionar las problemáticas en el manejo de residuos del flujo urbano y de manejo especial en la región.

En esa primera etapa, los proyectos se desarrollaban únicamente con el personal académico y alumnado de la UABC, sin la participación de pares externos con experiencia y trayectoria en el área; es importante recalcar que desde el inicio se obtuvo financiamiento para el desarrollo de los proyectos, del hoy Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) en la convocatoria de Ciencia básica y otras fuentes que nos permitieron un desarrollo incipiente, pero sostenible, en un corto tiempo pudimos obtener los primeros resultados [1] - [3].

En los años siguientes, el desarrollo de la investigación incorporó actividades para la formación de estudiantes de licenciatura y posgrado, a través de programas de servicio social y desarrollo de tesis,

en un primer momento con estudiantes de los programas que ofertaba la UABC, para posteriormente involucrarnos en programas de posgrado de otras instituciones.

La visión del grupo estaba enfocada en extender el trabajo que habíamos realizado y establecer contacto con investigadores expertos en el área y reconocidos por su trabajo. Para ello, en esta segunda etapa, a principios del siglo XXI, se tuvieron los primeros acercamientos con los pares expertos con excelente trayectoria como el Dr. Gerardo Bernache, pionero de los estudios de basura en México [4] - [6]. También se estableció contacto con el Dr. Otoniel Buenrostro Delgado, quien ya había iniciado su trayectoria en esta área [7]. En esta etapa se hizo el primer contacto con otros investigadores que posteriormente serían parte de SOMERS.

Durante este periodo se continuó trabajando en la formación y capacitación del personal académico y estudiantado, así como en la gestión de recursos para el financiamiento de los proyectos de investigación que nos permitieran desarrollar nuevas LGAC.

Fue en 2007, que de manera incipiente e informal se estableció la colaboración con otros investigadores, resultado del 1er Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos (ENERS), celebrado en el marco de la celebración del cincuentenario de la UABC el cual se organizó con el propósito de fomentar el intercambio de experiencias y la cooperación con las instituciones relacionadas con la educación, el sector social, gubernamental y de la iniciativa privada. En este contexto, el encuentro fue una oportunidad para difundir estudios y experiencias realizadas en el campo de los residuos sólidos, siendo el primero de varios encuentros que se han realizado desde esa fecha y que darían nacimiento en 2013 a la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS), de la cual investigadores de la UABC forman parte como socios fundadores.

2. Investigación y grupo de trabajo en gestión de residuos

Desde su origen el grupo de trabajo que inició su actividad en la línea de investigación titulada Basura y pepenadores ha sido compacto y algunos de sus miembros han cambiado por distintas razones, sin embargo, su líder y fundadora permanece en él, evolucionando y madurando a través de los años, siendo también de las fundadoras de la SOMERS y su presidenta desde su creación.

Se formalizaron líneas de investigación tales como: Metodologías para la cuantificación y caracterización de residuos sólidos, Manejo de residuos institucionales, Herramientas de inteligencia artificial para la evaluación de sistemas de gestión de residuos (desde la perspectiva del consumidor, conocimiento, comportamiento), Análisis de ciclo de vida (aplicado a productos, residuos y diversos procesos en la valorización de residuos), en las que se desarrollaron proyectos con financiamiento.

Las primeras colaboraciones fueron con un grupo de expertos de México y con quienes se publicó un número especial en la revista Resources Conservation and Recycling [8], bajo el liderazgo de dos investigadores ingleses. Posteriormente se colaboró con investigadores de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMICH), resultado de ello se trabajó en la formación de estudiantes de posgrado y proyectos en conjunto con resultados que fueron publicados [9].

En la Tabla 1 se muestran los proyectos que han sido financiados por la UABC a través de convocatorias que la misma institución promueve al interior y pasan por un proceso de evaluación por pares externos. Este financiamiento nos permitió avanzar en esta línea de investigación e incorporar a investigadores que actualmente forman parte de SOMERS, enriqueciendo y fortaleciendo la visión del grupo de residuos de UABC.

Tabla 1. *Proyectos de investigación en gestión de residuos con financiamiento interno*

Título del proyecto	Financiamiento	Línea de generación y aplicación del conocimiento
Manejo de los residuos sólidos en la UABC y su relación con la formación de una conciencia ambiental en la comunidad universitaria	5ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Manejo de residuos institucionales
Diagnóstico de la generación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos hospitalarios en la ciudad de Mexicali B. C.	6ª convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Metodologías para la cuantificación y caracterización de residuos sólidos
Conductas pro-ambientales en el manejo de los residuos en los estudiantes de nivel medio básico: un estudio de caso	7ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Herramientas de inteligencia artificial para la evaluación de sistemas de gestión de residuos
Generación de residuos sólidos domésticos por estrato socioeconómico en la ciudad de Mexicali	8ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Metodologías para la cuantificación y caracterización de residuos sólidos
Banco de pruebas para el tratamiento de residuos orgánicos municipales y la obtención de biogás aprovechable como fuente de energía	11ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Valorización y tratamiento de residuos
Caracterización de los residuos generados en mercados de la ciudad de Ensenada: Bases para un Plan municipal de manejo de residuos	11ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Metodologías para la cuantificación y caracterización de residuos sólidos
Rellenos sanitarios en los márgenes del Río Colorado: impacto de los lixiviados sobre la calidad del agua y la restauración del ecosistema ripario	12ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Gestión de residuos e impacto ambiental
Participación del sector informal en la recuperación de residuos y el mercado del reciclaje en tres comunidades de Baja California	14ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Valorización y tratamiento de residuos
Análisis de procesos en la recuperación de residuos electrónicos en la cadena de valor: el caso de los consumidores	19ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de investigación	Análisis de ciclo de vida: Aplicado a productos, residuos y procesos en la valorización de residuos

En la Tabla 2 se presentan algunos de los proyectos en los que han trabajado los miembros del grupo y han sido financiados por organismos externos (nacionales e internacionales). Algunos de ellos han servido de línea base, para establecer acciones concretas en el tema de residuos sólidos en la región.

Es importante mencionar que el grupo ha ido evolucionando con la llegada de nuevos miembros con perfiles de distintas áreas del conocimiento, lo que ha permitido generar una dinámica con un enfoque inter y multidisciplinario que ha enriquecido las aportaciones del grupo y la conformación de redes con investigadores de otras instituciones. Una de estas redes es la SOMERS, el trabajo con los miembros de esta red ha dado visibilidad a la investigación que se realiza en la línea de gestión de residuos.

Tabla 2. *Proyectos de investigación en gestión de residuos financiados por entidades externas*

Título del proyecto	Financiamiento	Línea de generación y aplicación del conocimiento
Manejo adecuado de los residuos domiciliarios en una comunidad urbana	CONACYT-Ciencia básica	Cuantificación y caracterización de residuos sólidos
Caracterización de los tiraderos de llantas de desecho, incluyendo su localización, tamaño y estatus de operación	Universidad de Utah	Cuantificación y caracterización de residuos sólidos
Alternativas para la gestión de llantas de desecho: el caso de una comunidad urbana	CONACYT-Ciencia básica	Gestión de residuos sólidos
La gestión de residuos domiciliarios en la familia como unidad de análisis de una población	CONACYT-Ciencia básica	Gestión de residuos sólidos
Estudio para la prevención y mitigación de incendios en tiraderos de llantas en la frontera México	CAL-EPA-USA	Gestión de residuos e impacto ambiental
Dimensiones del comportamiento del consumidor y su relación con los residuos sólidos que genera: estrategias para su recuperación en una vivienda sustentable	CONACYT-Ciencia básica	Herramientas de Inteligencia Artificial para la evaluación de sistemas de gestión de residuos
Opportunities for energy production from solid waste	SCERP-USA	Valorización y tratamiento de residuos
Generación de energía eléctrica a través del aprovechamiento del gas metano provenientes de los rellenos sanitarios de Ensenada Baja California	FOMIX	Valorización y tratamiento de residuos
Desarrollo de un sistema de generación de energía eléctrica mediante el acoplamiento de un biodigestor anaeróbico y un motor Stirling para un conjunto habitacional	CONAVI	Valorización y tratamiento de residuos

Plan de manejo de residuos electrónicos a nivel municipal en Ensenada	INE	Gestión de residuos sólidos
Los pepenadores y su participación en la cadena del reciclaje de los residuos sólidos urbanos	Mundo sustentable A.C.	Valorización y tratamiento de residuos
Incorporación de la preparación para reutilización en el diseño de pequeño aparato eléctrico y electrónico para impulsar eficiencia en uso de recursos	Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España	Análisis de ciclo de vida: aplicado a productos, residuos y procesos en la valorización de residuos
Reingeniería para aumentar productividad en segregación de residuos en el centro de transferencia en Mexicali.	PASA	Análisis de ciclo de vida: Aplicado a productos, residuos y procesos en la valorización de residuos
Participación de los actores en la generación y recuperación de residuos electrónicos	COCEF-EPA	Gestión de residuos sólidos
Optimización de procesos en la valorización de residuos orgánicos en instituciones educativas	Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo Superior.	Valorización y tratamiento de residuos
Certificación de actores en la cadena de recuperación de residuos electrónicos	COCEF	Análisis de ciclo de vida: aplicado a productos, residuos y procesos en la valorización de residuos

En la Tabla 3, se presentan los proyectos de investigación en los que el grupo de trabajo de la UABC ha participado colaborando con otros miembros de SOMERS.

Tabla 3. Proyectos de investigación en red

Título del proyecto	Financiamiento	Sinergias
Conductas pro-ambientales en el manejo de los residuos en los estudiantes de nivel medio básico: un estudio de caso	7ª Convocatoria interna de apoyo a proyectos de Investigación	* UABC/UMICH
Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la generación de residuos domésticos electrónicos en el valle de Toluca	PRODEP	* UPVT/ITT/UABC
Ubicación de rellenos sanitarios intermunicipales en el Estado de México y estados aledaños	CONACYT	* ITT/ UMICH/ IPN/ UABC

Título del proyecto	Financiamiento	Sinergias
Determinación de una metodología para identificar microplásticos en procesos de desalinización	PRODEP	* UABC/UAM-AZC
Optimización de procesos en la valorización de residuos orgánicos en instituciones educativas	Programa para el Desarrollo Profesional Docente, para el tipo Superior.	* UABC/UAM-AZC
Gestión integral de residuos en ambientes marinos y costeros	CONACYT	* UAM-AZC /UABC /UV CICY/UNAM-CRIM/CIDETEQ

* Líder del proyecto

En la Tabla 4 se describe el objetivo y principales impactos (sociales, ambientales y económicos) asociados a los proyectos de investigación en los que el grupo de trabajo de la UABC ha participado en colaboración con otros grupos.

Tabla 4. Impactos asociados a los proyectos de investigación (S: impacto social, A: impacto ambiental, E: impacto económico)

Título del proyecto	Objetivo y alcance	Impactos		
		S	A	E
Reingeniería para aumentar productividad en segregación de residuos en el centro de transferencia en Mexicali (PASA)	Desarrollar una metodología para optimizar la recuperación de residuos valorizables en la unidad de transferencia de la ciudad de Mexicali. El alcance de este proyecto se centró en determinar la capacidad productiva de los procesos y la eficiencia del personal. Identificando tecnología factible a ser utilizada para la realización de los procesos propuestos. Así mismo se incorporó un análisis de costo-beneficio en la implementación de los métodos propuestos justificando así la factibilidad económica como negocio viable la práctica de la recuperación y reciclaje de plásticos	X	X	X
Los pepenadores y su participación en la cadena del reciclaje de los residuos sólidos urbanos	Analizar la participación de los pepenadores en la cadena del reciclaje de los residuos sólidos urbanos e identificar el perfil sociodemográfico del pepenador que segrega en el relleno sanitario de Mexicali. Se analizó el papel que juegan los actores involucrados en la cadena del reciclaje en el relleno sanitario. Se determinaron las redes sociales que se tejen alrededor de las familias de los pepenadores	X	X	X

Título del proyecto	Objetivo y alcance	Impactos		
		S	A	E
Participación de los actores en la generación y recuperación de residuos electrónicos	Establecer los mecanismos para organizar las actividades que realizan los actores de la cadena de valor de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Establecer la cadena de custodia con los flujos, responsabilidades de cada actor, así como los procesos que se deben realizar y las condiciones bajo las que debe trabajar cada actor. Se establecen áreas de oportunidad para comercializar y recuperar los componentes con valor principalmente para el sector informal	X	X	X
Gestión integral de residuos en ambientes marinos y costeros	Promover el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas marinos y costeros, a través de la gestión integral de los residuos sólidos, sustentada en la armonización de aspectos socioeconómicos y culturales	X	X	
Determinación de una metodología para identificar microplásticos en procesos de desalinización	Desarrollar una metodología para evaluar la contaminación plástica en el agua de mar, considerando la variabilidad; es decir, el cambio de la presencia de MP debido a las condiciones del viento, de las corrientes marítimas, eventos naturales como tormentas y ciclones, y del factor tiempo en el que se hace el muestreo		X	
Certificación de actores en la cadena de recuperación de residuos electrónicos	Proponer un modelo para establecer un proceso de certificación que involucre tanto a los actores formales como a los informales, con el propósito de mejorar las prácticas actuales de recuperación darle seguimiento al flujo de residuos electrónicos en el proceso de recuperación de materiales y componentes que tienen valor y evitar que se dispongan en el flujo de los residuos sólidos urbanos o sitios clandestinos	X	X	X
Estrategias de economía circular para el aprovechamiento de los residuos orgánicos	Generar una línea base sobre el manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos en Baja California, que proporcione información confiable a los tomadores de decisiones de diversos sectores para establecer una gestión correcta de residuos orgánicos en la región	X	X	X

Título del proyecto	Objetivo y alcance	Impactos		
		S	A	E
Desarrollo de un sistema de generación de energía eléctrica mediante el acoplamiento de un biodigestor anaeróbico y un motor Stirling para un conjunto habitacional	Proponer un sistema de generación de biogás, que permita la autosuficiencia y sustentabilidad energética de las viviendas, por medio de un proceso de digestión anaeróbica acoplado a un motor Stirling para la producción de energía eléctrica, su alcance fue para aplicarse a diferentes sectores de la sociedad, bajo un concepto modular eficiente como una alternativa de generación eléctrica y térmica distribuida sustentable, con un impacto ambiental mínimo y a un costo que le permita competir en el mercado	X	X	X

3. Resultados de proyectos de investigación en gestión de residuos

Definitivamente el grupo de UABC se ha visto fortalecido por el trabajo en red que estableció desde las etapas previas a la formalización de la SOMERS como una asociación civil que busca sumar conocimientos, capacidades, recursos y relaciones académicas para abordar la problemática del manejo de residuos sólidos en México.

Previo a la formalización de la SOMERS, el grupo de investigadores liderado por la UABC inició el trabajo en conjunto, como resultado del primer encuentro de expertos en residuos sólidos, publican el primer volumen especial en la revista *Waste Management*, con trabajos que se presentaron en este evento [10]. El segundo número especial fue publicado en *The Open Waste Management Journal*, liderado por la UMICH [11]. En 2012 se publicó el tercer número especial, bajo el liderazgo de la UABC, resultado del cuarto Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos, en la *Revista Internacional de Contaminación Ambiental (RICA)*, en el volumen 28, suplemento 1[12].

SOMERS se constituyó formalmente como una asociación civil en febrero de 2013, con el propósito de promover el desarrollo de la ciencia y tecnología aplicable a la gestión integral de los residuos sólidos y demás temas afines. Publicar, editar, crear, imprimir y distribuir libros, revistas, folletos, notas, artículos, reportajes, ensayos, investigaciones, videos y cualquier otro medio conocido o por conocer que sirva para promover acciones relacionadas con los temas afines a su objeto. Fungir como un espacio para compartir y socializar experiencias, así como agrupar a la comunidad interesada en la problemática de los residuos sólidos. Alentar la creación de obras, investigaciones y trabajos relacionados con sus objetivos y organizar toda clase de eventos académicos tales como conferencias, cursos, mesas redondas, talleres, seminarios, jornadas, congresos, simposios, exposiciones, etc., con la colaboración de instituciones especializadas públicas o privadas de México y/o el extranjero, entre otros. Desde su creación hasta la fecha, se han cumplido cabalmente estos propósitos.

Conformados como una asociación civil, el grupo de académicos que la constituyeron, continuaron trabajando en conjunto y publicando resultados de las colaboraciones en proyectos, congresos y formación de recursos humanos. El primer número especial que se publicó fue en 2013, en el suplemento 3 de RICA [13]. El trabajo en red se fortaleció, en 2016 se publicó otro número especial en la misma revista. Los trabajos que se presentaron aportaron información valiosa sobre los residuos sólidos en Iberoamérica, en varias áreas, estableciendo la interrelación académico-

científica entre miembros de redes que a su vez pertenecen a diversas universidades enriquece la visión y el contenido de los artículos que se presentaron [14].

La publicación más reciente del colectivo, se publicó en 2019, presenta resultados de algunos casos de estudio que se realizaron en ciudades mexicanas, en los que se analiza la gestión de los residuos sólidos, se evalúan sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos (RSU), se aborda el problema del manejo de medicamentos veterinarios caducos, se aplican los principios de ecología industrial para valorizar los residuos de la agroindustria, se presenta el uso de herramientas computacionales como los sistemas de información geográfica para la optimización del transporte de residuos y la identificación de sitios de disposición final, se propone un modelo para el biosecado de residuos orgánicos y se evalúan los efectos de la composición, la biodegradabilidad y las condiciones de confinamiento sobre la biodegradación de los RSU en un sitio de disposición final [15].

Además de estas publicaciones, los resultados del trabajo en red han impactado, en el fortalecimiento de las líneas de investigación, colaboración en la formación de estudiantes de maestría y doctorado, así como en las publicaciones en revistas de alto impacto y colaboración en libros escritos en conjunto.

Referencias bibliográficas

- [1] Ojeda Benítez, S., Muñoz Lujan, R. y González Navarro F. F. (1998) Análisis estadístico del comportamiento de los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana. *Frontera Norte*, 10 (19), 65-76. DOI: <https://doi.org/10.17428/rfn.v10i19.1435>
- [2] Fuentes-Valdez, R., Silva-Kurumiya, H., y Ojeda-Benitez, S. (2000) Proposal of an environmental conscience to reduce the generation of domiciliary solid waste at one urban community. En Raynal J.A, Nuckols J.R. Reyes R. y Ward M. *Environmental Engineering and Health Sciences*. Water Resources Publication. Englewood, Colorado pp 371-378.
- [3] Ojeda Benítez, S. González Navarro F. F. y Ramirez Barreto, M. E. (2000) Community behavior about solid waste in a residential zone in Mexico. En Raynal J.A, Nuckols J.R. Reyes R. y Ward M, *Environmental Engineering and Health Sciences* Water Resources Publication. Englewood, Colorado pp. 447-457.
- [4] Bernache G. (1993) Patrones de Consumo y Basura en la Ciudad de México I. *Revista Sonorense de Psicología*, Vol. 7, No. 2:52-67, Área de Psicología Ambiental, Universidad de Sonora, Hermosillo.
- [5] Bernache G. (1993) Patrones de Consumo y Basura en la Ciudad de México. II en *Revista Sonorense de Psicología*, Vol. 7 No.2:95-108. Área de Psicología Ambiental, Universidad de Sonora, Hermosillo
- [6] Corral, V., Bernache, G. Encinas L. y Garibaldi L. (1995) A Comparison of Two Measures of Reuse and Recycling Behavior: Self-Report and Material Culture. *Journal of Environmental Systems*, Vol. 23, No. 4 (313-327). DOI. 10.2190/EJP5-56TU-0G9U-FUJL
- [7] Buenrostro Delgado, O. (2001) Los residuos sólidos municipales: perspectivas desde la investigación multidisciplinaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- [8] Read A. Phillips P, Armijo de Vega C. (2003) Delivering More Sustainable Waste Management in Mexico. *Resource Conservation and Recycling* Vol 39, Issue 3, (187-296).
- [9] Buenrostro, O., Ojeda-Benitez S y Márquez-Benavides L. (2007) Comparative analysis of hazardous household waste in two Mexican regions. *Waste Management* 27 (2008) 792-801. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.03.022>
- [10] Estrella, G. (2008) A social and environmental overview of solid waste management in Mexico. *Waste Management*, 28, S1-S1. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.05.002>

- [11] Márquez-Benavides, L. Developing Countries: Waste Data Voids and Landfill Site Studies in México. *The Open Waste Management Journal*, 2010, Volume 3 139-183.
- [12] Ojeda-Benitez S. (2012) *Residuos sólidos* Vol. 28 (2012): Suplemento 1. Editorial
- [13] Cruz, S. y Ojeda, S. (2013) Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29 (3), 7-8.
- [14] Gallardo A., Cruz-Sotelo, S. E. y Ojeda-Benitez, S. (2016) Una visión del manejo de residuos sólidos en Iberoamérica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 32, 7-9.
- [15] Ojeda-Benítez S. y Saldaña-Durán C.E. (2019) Manejo de residuos sólidos en México *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 35 (2019): 7-9. DOI: 10.20937/RICA.2019.35.esp02.01

Equipo de Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, región Poza Rica - Tuxpan

*Nadia Angélica Cruz Vázquez, Ana Lizette Sánchez Meza

Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, Región Poza Rica – Tuxpan, Prolongación Av. Venustiano Carranza s/n Col. Revolución, C.P. 93390, Poza Rica de Hidalgo, Veracruz. Teléfono: 7821152908. *Correo electrónico: nadacruz@uv.mx

Resumen

En este documento se da a conocer a los integrantes del equipo de Gestión Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas región Poza Rica – Tuxpan de la universidad Veracruzana, su formación profesional, experiencia profesional, así como la interacción de sus integrantes. Además, se describen los proyectos que los integrantes han diseñado o en los que han participado, exponiendo sus objetivos y el impacto de cada uno de ellos en los diferentes sectores de la sociedad, contribuyendo con esto a la cultura del desarrollo sostenible. Así también, se plantea el impacto de pertenecer a la *Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos* (SOMERS) y la perspectiva para el futuro cercano.

Palabras clave: institución educativa, proyectos, residuos, residuos de manejo especial, Veracruz.

1. Grupo de trabajo

En la Facultad de Ciencias Químicas Región Poza Rica -Tuxpan, desde 2016 dos académicas con formación de Ingeniería Ambiental han colaborado entre sí, con el objetivo de aterrizar a la práctica profesional los saberes teóricos que se les imparten a los estudiantes, además, crean proyectos, vinculaciones con la sociedad, la industria, gobierno y la academia; siendo con esto gestoras de cambio, generado en los estudiantes el interés y consciencia de su pertinencia profesional.

Por un lado, se cuenta con la participación de la Dra. Nadia Angélica Cruz Vázquez, Ingeniera Ambiental de formación, egresada de la facultad antes mencionada, siendo parte de la cuarta generación de dicho programa educativo, cuenta con una Maestría en Ciencias Ambientales y es Titulada en el Doctorado en Gestión Ambiental para el desarrollo. La Dra. Cruz es especialista en Gestión y Diagnóstico Ambiental con más de 20 años de experiencia profesional en el ámbito ambiental y de seguridad industrial, desarrollándose en actividades de campo en la supervisión al cumplimiento de términos y condicionantes de resolutivos de impacto ambiental de la industria petrolera. Asimismo, ha participado en elaboración de manifestaciones de impacto ambiental de diversos giros, análisis de riesgo ambiental, planes de manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, cédulas de operación anual, supervisión en campo y documental del cumplimiento a la legislación ambiental y de seguridad e higiene de diversas compañías de numerosos giros del ramo petrolero, así como de otros rubros industriales. Desde 2019 forma parte de la *Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos* (SOMERS).

La Dra. Nadia también ha realizado atención especializada a visitas de las autoridades ambientales a sitios de perforación petrolera; es experta en el manejo integral de residuos e impacto ambiental. Asimismo, ha impartido desde el 2011 cursos y talleres en los temas mencionados para la industria petrolera, directamente con Petróleos Mexicanos y sus compañías contratistas. Del 2010 al 2016 se

desarrolló profesionalmente en la coordinación de la seguridad, salud, protección ambiental y calidad de una empresa dedicada al transporte de materiales y residuos peligrosos, obteniendo excelentes resultados con sus clientes al garantizarles ser líderes en la gestión ambiental, así como en la administración, control y prevención de riesgos laborales, además de ser asesora externa en materia de seguridad, salud y protección ambiental (incluyendo la gestión integral residuos) de diversas compañías que le prestan servicios a la industria petrolera.

Del mismo modo, a nivel profesional impartió clases de educación ambiental para la industria petrolera dentro de las disciplinas y estudios de H₂S, Seguridad, salud y protección ambiental (SSPA), Análisis de incidentes y accidentes, Manejo de materiales peligrosos, Introducción al SSPA, Disciplina operativa, Protección ambiental, Curso verificador de gas, Sistema de administración de la salud en el trabajo, Integridad mecánica, Brigadas de búsqueda y rescate, Procedimientos críticos, Señalización de seguridad y Formación de pisos de perforación; siendo las prácticas de campo, desde un "camper" improvisado como salón de clases hasta un equipo de perforación con mástil elevado, los lugares comunes de los espacios para revivir el conocimiento.

En 2012, refrenda su deber frente a la educación dentro de la Universidad Veracruzana, con la convicción por enseñar más allá aquello que en 20 años ha podido ejercer, siendo ferviente impulsora de acciones académicas sin distinción de aula; ejemplo de ello son la impartición y estudio de las experiencias académicas del área de iniciación a la disciplina de la Ingeniería Ambiental, área de formación disciplinar como Manejo integral de residuos, Impacto ambiental, Diagnóstico de la calidad del aire, entre otras, y del área de formación terminal ha impartido Gestión de residuos peligrosos y Auditoría ambiental. También, ha impartido cátedra en la Especialización en Gestión Ambiental, la Maestría en Ciencias del Ambiente y en la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, en experiencias educativas relacionadas con la Gestión ambiental, incluyendo manejo integral de residuos, así como de seguridad.

Fue responsable del Laboratorio A de la Facultad de Ciencias Químicas de la región Poza Rica – Tuxpan, así como del manejo de residuos peligrosos de esa entidad académica y a partir de febrero de 2019 hasta abril 2013 ostentó el cargo de Coordinadora Regional de Sustentabilidad de esta misma región y de junio 2020 a marzo 2023 tuvo el cargo de Directora de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana de la Ciudad de Poza Rica. Desde su ingreso como académica ha dirigido y/o asesorado más de 25 trabajos recepcionales a nivel licenciatura y cerca de 10 trabajos de intervención en Maestría; teniendo como sello característico la implementación práctica de la gestión ambiental y manejo de residuos en la industria, el gobierno y los distintos sectores económicos, logrando con esto un impacto e influencia directa en la sociedad.

También, se cuenta con la participación de la M.C.A. Ana Lizette Sánchez Meza, Ingeniera Ambiental de formación, egresada de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana región Poza Rica-Tuxpan. También cuenta con una Maestría en Ciencias Ambientales y una Especialización en Gestión y Diagnóstico Ambiental a través de la Universidad Veracruzana, así como pasante de la licenciatura en derecho y es candidata a Doctorado en Gestión Ambiental para el Desarrollo, ambos por parte de la Universidad Popular Autónoma de Veracruz.

Su experiencia laboral se ha enfocado en el sector energético (hidrocarburos y eléctrico), en lo relacionado con la exploración, perforación y transporte de hidrocarburos. Como ingeniera ambiental las actividades que ha desarrollado han sido dirigidas al cumplimiento normativo y contractual relacionado, analizar sus riesgos, establecer las medidas de prevención y mitigación de los peligros inherentes, así como el desarrollo y selección de proveedores de soporte. En la industria eléctrica su desempeño está en función del desarrollo, integración e implementación de normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO). En ambas industrias ha atendido los

requerimientos normativos legales aplicables nacionales, internacionales, internos y externos, buscando el cumplimiento integral de las organizaciones.

Adicional a las actividades industriales, participa como docente a nivel licenciatura y especialización en la Universidad Veracruzana dentro de la Facultad de Ciencias Químicas, así como la capacitación en temas de seguridad, calidad, higiene, salud y estandarización a industrias como la manufacturera y de logística, a diferentes administraciones municipales, a personal de instituciones educativas de nivel medio y superior, así como a profesionistas de ramas como el turismo, la minería, la automotriz, entre otros. Comprometida con el desarrollo social ha sido por dos ocasiones consecutivas Secretaria Técnica del Observatorio Ciudadano Metropolitano de Poza Rica, formado por los municipios de Poza Rica, Coatzintla, Papantla, Cazonas y Tihuatlán, así como Vicepresidenta de Sector Verde y Energías Renovables de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación Delegación Poza Rica desde el año 2020 a la fecha.

Ambas profesionistas han trabajado en conjunto desde hace más de 10 años, realizando interacciones interesantes entre sus áreas de experiencia, logrando impactar significativamente en los tres ejes del desarrollo sostenible (sociedad, economía y ambiente) en su área de influencia.

2. Proyectos

Considerando que la fortaleza del equipo de trabajo es la experiencia profesional de sus integrantes y la relación que se tiene con los diferentes sectores económicos y sociales, los proyectos que han desarrollado tienen como objetivo la intervención directa entre dichos sectores y el ámbito educativo. En la Tabla 1 se muestran algunos de ellos.

Tabla 1. Proyectos ejecutados por el equipo de Gestión Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, región Poza Rica - Tuxpan

Proyecto	Objetivo	Resultados
Transformación del Manejo de los residuos peligrosos (RP) generados en la Facultad de Ciencias Químicas Región Poza Rica – Tuxpan de la Universidad Veracruzana (FCQ)	Cumplir con lo especificado en materia de manejo RP en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su reglamento (R-LGPGIR), en lo que a los RP de esta facultad se refiere	Alineación del manejo de RP generados en la Facultad de Ciencias Región Poza Rica – Tuxpan de la Universidad Veracruzana, a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuo y su reglamento
Diseño del almacén temporal de residuos peligrosos de la Facultad de Ciencias Químicas Región Poza Rica – Tuxpan de la Universidad Veracruzana	Diseñar y reubicar el almacén de residuos peligrosos de dicha facultad, considerando que sea económicamente viable, técnicamente factible, así como que cumpla con la legislación	Se logró tener un almacén temporal de RP que cumpla con lo establecido en la LGPGIR

Proyecto	Objetivo	Resultados
Elaboración y seguimiento al Plan de manejo de residuos peligrosos de la Facultad de Ciencias Químicas región Poza Rica – Tuxpan de la Universidad Veracruzana	Dar cumplimiento a las obligaciones como generador de residuos peligrosos	La FCQ, cuenta y opera desde hace 6 años con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, con el cual se da garantía de una correcta disposición de estos, asimismo se evita la contaminación al ambiente
Elaboración del Plan de manejo de residuos sólidos urbanos generados en el mercado 27 de septiembre en la Ciudad de Poza Rica	Diseñar Plan de manejo de residuos sólidos urbanos generados en el mercado 27 de septiembre en la Ciudad de Poza Rica, que coadyuve en la valorización de los residuos generados, así como en la disminución de la generación de los mismos	El Plan de manejo fue entregado al ayuntamiento de la Cd. de Poza Rica, para su aplicación. Además, dentro del desarrollo de éste, se obtuvo el diagnóstico de generación y manejo de residuos y se capacitó a los locatarios en materia de residuos
Colaboración con empresas acopiadoras de residuos de manejo especial (RME) en el diseño y ejecución de reciclados de RME	Concientizar a la sociedad civil en la valorización de los RME	Se logró el acopio de más de 7 toneladas de RME para su posterior reciclado; con lo cual se evitó que se realizara una incorrecta disposición final de ellos
Colaboración con empresas de manejo de residuos para impartir educación ambiental en materia de residuos en escuelas primarias de los municipios de Poza Rica, Tihuatlán, entre otros	Impartir educación ambiental en escuelas primarias de los municipios de Poza Rica, Tihuatlán, entre otros	Se logró impactar en más de 300 niños, incentivándolos en la separación de los residuos y su valorización
Vinculación con municipios de Veracruz, tales como, como Chontla, Tihuatlán, Tuxpan, Álamo, entre otros, y empresas de manejo de RME para la valorización de estos, así como para impartición de educación ambiental	Incentivar a los municipios en la valorización de los RME generados e impartir educación ambiental a sus ciudadanos	Se logró que algunos municipios como Chontla, Álamo y Tuxpan mejoren su gestión de RME, realizando su separación, los cuales están siendo enviados a un centro de reciclaje autorizado

Proyecto	Objetivo	Resultados
Desarrollo del Manual de cumplimiento legal para rellenos sanitarios en México, caso de estudio: Poza Rica de Hidalgo, Veracruz	Diseñar una herramienta de fácil manejo para que a las autoridades les ayude en la toma de decisiones al momento de elegir un sitio para la instalación de relleno sanitario	El manual fue entregado al regidor comisionado en Limpia pública y agenda 2030 del municipio de Poza Rica, con la finalidad de ser considerado para su implantación
Caracterización de residuos sólidos sobre el arroyo Mollejón de la ciudad de Poza Rica, Veracruz	Determinar la composición de los diferentes tipos de residuos sólidos depositados en el arroyo el Mollejón con la finalidad de proponer la tecnología más adecuada para su recolección y separación	El diagnóstico de caracterización fue entregado al regidor comisionado en Limpia pública y agenda 2030 del municipio de Poza Rica, con la finalidad de ser considerado para su implantación
Elaboración de una guía legal para la instalación de un centro de acopio de residuos de manejo especial en Coatzintla, Veracruz	Analizar el marco normativo, los planes de desarrollo del estado de Veracruz y el municipio de Coatzintla y la cartera de proyectos de la zona metropolitana de Poza Rica para demostrar la factibilidad y viabilidad de la construcción y operación de un centro de acopio de RME en el municipio, para dar servicio a los 6 municipios colindantes	La guía fue entregada al regidor de Obras Públicas del municipio de Coatzintla, con la finalidad de ser considerado para su implantación
Rehabilitación y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), Tlalixcoyan, Veracruz	Rediseño de la PTAR municipal con un funcionamiento inicial a base de lodos activados a una reactivación con un tratamiento físico químico	Se obtuvo la reactivación de la PTAR Municipal, se gestionaron los permisos de tratamiento y descarga correspondiente en cumplimiento con las leyes y reglamentos correspondientes, así como la norma oficial mexicana aplicable

Proyecto	Objetivo	Resultados
Diseño de la planta de acopio, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos de manejo especial en el municipio de Coatzintla Veracruz para Grupo Veracruz Servicios Rental S.A. de C.V.	Diseñar una planta de tratamiento de residuos de manejo especial (recortes de perforación base agua) para atender las necesidades del sector petrolero en la zona geográfica	Se diseñó, construyó y se iniciaron las operaciones de dicha infraestructura, con la cual se está cubriendo una necesidad del sector hidrocarburo del área

3. Impacto de la SOMERS en el grupo de trabajo

La SOMERS ha tenido gran impacto en nuestras actividades docentes y de vinculación, debido a que nos ha permitido estar en contacto con expertos en el tema de residuos y todas las actividades que esto involucra, favoreciendo nuestra actualización continua a través del seminario de residuos, así como exponer nuestro trabajo a aquellos que comparten los mismos intereses, en congresos, seminarios y foros. Lo anterior ha contribuido a que se desarrollen opciones eficaces y efectivas, que cuiden el desarrollo y estabilidad económica de las organizaciones, así como el entorno ambiental.

4. Perspectivas del grupo de trabajo

Se espera que en el futuro cercano se afiance la relación con la SOMERS, a fin de poder incluir a los expertos que la conforman, en los proyectos en materia de residuos que a nivel local se desarrollen, así como ser parte del equipo organizador del *Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos* (ENERS) y de los revisores de los trabajos que en él se presentan.

También, existe interés en continuar participando en el seminario de residuos, incrementando los conocimientos en la materia, así como realizar vinculaciones con las distintas instituciones que son representadas.

La Universidad Autónoma Metropolitana, casa abierta a la SOMERS

Rosa María Espinosa Valdemar, Luis Antonio Barbosa Noegerat, Arely A. Cruz Salas, Itzel Rubí Jiménez Escamilla, Selene Morales Gallargo, Sylvie Turpin Marion, Alethia Vázquez Morillas, Juan Carlos Alvarez Zeferino, y *Maribel Velasco Pérez

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Av San Pablo Xalpa 180, San Martín Xochinahuac, Azcapotzalco, 02128 Ciudad de México, México. *Correo electrónico:.mvp@azc.uam.mx

Resumen

La celebración de los diez años de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos es una oportunidad para reflexionar sobre su contribución en la mejora de la gestión de residuos en el país. El colectivo de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (UAM-A) es activo y diverso, incluye personal académico, administrativo y estudiantes de licenciatura y posgrado. Coordina diversos proyectos relacionados con la gestión de residuos sólidos urbanos, residuos plásticos y microplásticos. Estos proyectos han generado información para los sectores público y privado, que ha servido de base para la toma de decisiones que contribuyen a mejorar la gestión de residuos en nuestro país. Algunos de los productos obtenidos son el programa de gestión de residuos de la UAM-A denominado “*Separación ® por un mejor UAMambiente*” que ha operado por 20 años, el *Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica* para SEMARNAT y PNUMA, inventarios de contaminación por residuos sólidos urbanos y microplásticos en playas mexicanas, un libro para el público general sobre el composteo en México y una patente del tratamiento biológico de residuos de pañales usados, entre otros. El colectivo de la UAM-A ha organizado 7 de los 16 *Encuentros Nacionales de Expertos en Residuos Sólidos* y ha presentado 80 trabajos de investigación en éstos. La UAM-A se ha beneficiado de la SOMERS, a través del intercambio de ideas con sus miembros y de la vinculación con otras instituciones de educación superior que ha generado proyectos fructíferos. Seguiremos trabajando para fortalecer la generación de conocimiento que beneficia a la sociedad.

Palabras clave: difusión de conocimiento, microplásticos, planta de composta, plásticos, universidades.

1. Grupo de trabajo

La participación de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A) en la *Sociedad de Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos* (SOMERS) comenzó en el primer *Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos* (ENERS), que se llevó a cabo en 2007 para conmemorar el Cincuentenario de la Universidad Autónoma de Baja California. En este evento participaron las doctoras Rosa María Espinosa Valdemar y Sylvie J. Turpin Marion, para presentar entre otros trabajos, un diagnóstico del programa de separación de residuos de la UAM-A. En 2010 el 3er ENERS fue organizado por primera vez por la UAM-A, en este encuentro iniciaron las gestiones para constituir legalmente a la SOMERS.

La UAM ha colaborado con la SOMERS de manera abundante y diversa. En el colectivo de la UAM hay fundadoras, miembros regulares y estudiantes. La UAM ha participado en la

organización de prácticamente todos los ENERS, ya sea como institución sede, coordinación o conformación de comité científico, brindando apoyo en las funciones de logística y por supuesto con la difusión de los resultados de su investigación en los encuentros. El colectivo de la UAM se ha beneficiado de la SOMERS al desarrollar de forma conjunta proyectos de investigación con otros miembros de la sociedad. También, ha enriquecido su conocimiento en la gestión de residuos a través de discusiones formales e informales con otros miembros.

Son fundadoras de la sociedad las profesoras Rosa María Espinosa Valdemar, Sylvie J. Turpin Marion y Alethia Vázquez Morillas. La doctora Maribel Velasco Pérez se incorporó en el 2013 y la maestra Arely A. Cruz Salas en 2022. También ha participado en las actividades de la SOMERS el alumnado de licenciatura y posgrado, así como el equipo de *Separación*®, el programa de gestión de residuos de la UAM. Los integrantes de *Separación*® han cambiado en los diez años de trayectoria de las SOMERS, pero algunos son el Dr. Juan Carlos Alvarez Zeferino, Ing. Griselda Polanco Segovia, Mtro. Alfonso de la Torre Vega, Ing. Roberto Carlos Vázquez Solís, Mtro. Luis Antonio Barbosa Noegerat, Lic. Selene Morales Gallargo, Ing. Itzel Rubí Jiménez Escamilla, Lic. Mayra Lizbeth Rivera García e Ing. René Damián García†, entre muchos otros.

2. Líneas de investigación

El profesorado de la UAM que participa como miembros en la SOMERS pertenece en su mayoría al *Área de Tecnologías Sustentables*, del Departamento de Energía en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería. La línea de investigación de esta área es el *Desarrollo de metodologías, procesos y tecnologías para enfrentar retos ambientales en el contexto de la sustentabilidad*, ésta se cultiva a través de proyectos de investigación, los que se presentan en la Tabla 1 están relacionados con la gestión de residuos sólidos.

Tabla 1. *Proyectos de investigación relacionados con el estudio de residuos sólidos del Área de Tecnologías Sustentables*

Proyecto de investigación	Estudio de la presencia y efectos de los microplásticos
Objetivos	Participantes
<ul style="list-style-type: none"> Analizar la presencia y el efecto de los microplásticos presentes en el ambiente Cuantificar y caracterizar microplásticos presentes en el ambiente Evaluar el efecto de los microplásticos en los ecosistemas costeros 	Alethia Vázquez Morillas (coordinadora) Margarita Beltrán Villavicencio Mauricio Cano Blanco Adriana De La Luz Cisneros Ramos Rosa María Espinosa Valdemar Alejandro León Galicia Maribel Velasco Pérez
Proyecto de investigación	Gestión integral de residuos sólidos
<ul style="list-style-type: none"> Realizar estudios de amplio espectro en torno a la problemática de los residuos sólidos urbanos en el país, para proponer alternativas de soluciones factibles que consideren tecnologías sustentables en el manejo de los residuos urbanos con base en la legislación mexicana vigente en la materia 	Rosa María Espinosa Valdemar (coordinadora) Sylvie J. Turpin Marion Alethia Vázquez Morillas Maribel Velasco Pérez Griselda González Cardoso

Proyecto de investigación	Estudio de la degradación y efectos ambientales de los plásticos en sistemas de gestión de residuos	
	Objetivos	Participantes
	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la presencia y el comportamiento de los residuos plásticos en sistemas de gestión de residuos • Cuantificar y clasificar la presencia de diferentes corrientes de residuos plásticos en los residuos sólidos urbanos • Evaluar la degradación de residuos plásticos convencionales y degradables en escenarios de fin de vida de residuos sólidos urbanos, tales como el composteo, la disposición en rellenos sanitarios y en tiraderos a cielo abierto 	<p style="text-align: center;">Alethia Vázquez Morillas (coordinadora) Margarita Beltrán Villavicencio Mauricio Cano Blanco Adriana de la Luz Cisneros Ramos Rosa María Espinosa Valdemar Alejandro León Galicia Maribel Velasco Pérez</p>
	Proyecto de investigación	Acondicionamiento de agua y aguas residuales para uso en diferentes sectores
	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar métodos de control en la síntesis y dosificación de coagulantes naturales en el tratamiento fisicoquímico avanzado 	<p style="text-align: center;">Margarita Beltrán Villavicencio (coordinadora) Israel Labastida Núñez Maribel Velasco Pérez</p>

Del proyecto de investigación Estudio de la presencia y efectos de los microplásticos (MP) se desprende el subproyecto Microplásticos en Ambientes Marinos, del que los doctores Alethia Vázquez Morillas y Juan Carlos Álvarez Zeferino y la maestra Arely A. Cruz Salas son fundadores. El objetivo de este proyecto es evaluar los niveles de concentración y características de los plásticos y MP en diferentes matrices marinas nacionales, por ejemplo, agua de mar, sedimentos de playa, fauna marina y sedimentos del lecho marino.

3. Resultados de los proyectos de investigación

Los proyectos de investigación han generado publicaciones de artículos en revistas indexadas, libros, capítulos de libro, extensos en memorias de congresos nacionales e internacionales, pero más allá de la academia también se ha producido información sobre la gestión de los residuos para los sectores público y privado. Ésta ha influenciado positivamente la toma de decisiones en estos sectores. También, se han difundido los resultados de la investigación al público general y en algunas ocasiones se ha motivado su participación en la investigación a través de proyectos de ciencia ciudadana. Finalmente, uno de los principales impactos del colectivo de trabajo de la UAM-A es en la formación de recursos humanos, ésta se da a través de la docencia, asesoría de tesis de licenciatura y posgrado, servicios sociales, participación en proyectos de vinculación con los sectores público y privado, entre otros. A continuación, se presentan algunos de los resultados de los proyectos de investigación.

- “*Separación: por un mejor UAMbiente* ®” es el programa de manejo de residuos de la UAM-A, ha sido coordinado por las doctoras Rosa María Espinosa Valdemar y Sylvie J. Turpin Marion desde su fundación en 2003. En la UAM-A los residuos sólidos urbanos valorizables (envases multicapas, vasos de cartón, envases de yogurt y leche y botellas de PET, aluminio y vidrio) se separan en áreas comunes y oficinas administrativas. Los residuos de manejo especial como los de aparatos eléctricos y electrónicos, cartuchos de tóner, lámparas fluorescentes, pilas, entre otros también se recolectan de forma diferenciada. En el periodo 2005 – 2023 se han enviado a valorización 12.2 toneladas (t) de PET, 17.5 t de envases multicapas, 0.95 t de aluminio, 0.45 t de polietileno de alta densidad, 17.2 t de vidrio, 0.09 t de unisel, 3.6 t de metales ferrosos, 0.56 t de pilas, 11.81 t de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, 5,528 cartuchos de tóner, 13,665 lámparas fluorescentes y 1,660 L de aceite de cocina. Además de los beneficios ambientales derivados del ahorro de recursos naturales y emisiones de contaminantes en sitios de disposición final, *Separación* ® contribuye a la educación ambiental de la comunidad universitaria y es un referente para diseñar programas de manejo de residuos en otras instituciones académicas.
- El *Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica* se desarrolló durante 2022 bajo la coordinación de la Dra. Alethia Vázquez Morillas y la participación de Carolina Martínez Salvador, Arely Areanely Cruz Salas, Jocelyn Tapia Fuentes, Maribel Velasco Pérez, Jéssica Paola Hermoso López Araiza, Juan Carlos Alvarez Zeferino, Rosa María Espinosa Valdemar y Margarita Beltrán Villavicencio [1]. Su objetivo era identificar orígenes, mecanismos y puntos críticos relacionados con la contaminación plástica, fue financiado por el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (PNUMA) y Coordinado por la *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales* (SEMARNAT). Este producto servirá como base para la elaboración del *Plan Nacional de Acción para Residuos Marinos y Contaminación Plástica* (Plan REMAR) coordinado por la Dra. Izarely Rosillo Pantoja.
- El grupo de Microplásticos en ambientes marinos ha realizado cerca de 80 muestreos de residuos sólidos y 200 muestreos de microplásticos en playas mexicanas de arena. Entre abril y junio del 2018 y julio del 2019 los residuos que más predominaron en las playas muestreadas fueron los cigarros y las colillas de cigarros, tapas de botellas y tapas y anillas de aluminio [2]. En 2018 se obtuvo que la concentración de MP en 33 playas varió entre 31.7 y 545.8 MP/m² y que la región marina con más presencia de MP fue el Golfo de California con una media de alrededor de 180 MP/m² [3]. Esta información, además de lo obtenido en otros estudios de MP realizados en peces y mariscos, agua superficial de masedimentos de lecho marino, alimentó a una de las secciones del *Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica*, antes mencionado. Este proyecto ha colaborado con instituciones como SEMARNAT, PNUMA, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y gobiernos municipales, por mencionar algunas.
- La puesta en marcha y operación de la Planta de Composta de la UAM-A fue coordinada por el Dr. Juan Carlos Alvarez Zeferino. Su operación inició, en octubre de 2022, en el marco de la materia de Taller de residuos sólidos urbanos y suelos de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Actualmente tiene capacidad para tratar 40 m³ de residuos de jardinería y poda. El proceso es en pilas de dimensiones aproximadas de 7 m × 3 m × 1.5 m con aireación manual. Participan en la elaboración de la composta 8 alumnos y alumnas de

servicio social o tesis de licenciatura. En este año se donaron 1.6 t de composta a la comunidad universitaria y se utilizó 1 t para las áreas verdes de la UAM-A.

- En enero del 2023 el Comité Editorial de la división de CBI de la UAM Azcapotzalco aceptó la publicación del libro *Plantas de composteo en México: marco regulatorio e inventario*. Este libro de la autoría de Regina González Zendejas, Gerardo García Zendejas, Rosa María Espinosa Valdemar, Alethia Vázquez Morillas y Maribel Velasco Pérez, presenta un panorama del composteo en México, así como un inventario que incluye 137 plantas en el país. El inventario requerirá un ejercicio constante de actualización, pero identifica claramente al composteo como una alternativa viable para el tratamiento de residuos orgánicos en el país que es realizado no solamente por el sector gubernamental, sino en el privado.
- En 2023 se otorgó la *Patente del Método para el composteo de pañales desechables usados* a Rosa María Espinosa Valdemar, Perla Xóchitl Sotelo Navarro, Xóchitl Quecholac Piña y Alethia Vázquez Morillas por el desarrollo de un método para el tratamiento biológico de pañales desechables.
- Los proyectos de gestión de residuos se han vinculado con otros, por ejemplo, uno de los objetivos del proyecto de Acondicionamiento de agua y aguas residuales para uso en diferentes sectores, es obtener coagulantes a partir de flujos de residuos para su aplicación en la remoción de materia orgánica del agua residual. Se han evaluado el quitosano de exoesqueletos de camarón y un coagulante extraído de la cáscara de naranja. A mediano plazo uno de los beneficios ambientales de este proyecto es la sustitución parcial o completa del sulfato de aluminio, que comúnmente se utiliza en la coagulación. El aluminio en agua está asociado a la enfermedad de Alzheimer. La aplicación exitosa de un coagulante a partir de un residuo puede contribuir a la disminución de impactos ambientales generando un beneficio para la sociedad.

4. Impacto de la SOMERS en el grupo de trabajo

La investigación, docencia y difusión de la cultura del colectivo de la UAM sin duda se ha enriquecido por sus interacciones con la SOMERS. La diversidad en la formación académica, región geográfica y ejercicio profesional de los integrantes de la SOMERS fomenta el intercambio de ideas con diferentes perspectivas, que fortalecen la elaboración de soluciones para mejorar la gestión de residuos en nuestro país.

La UAM ha participado en coasesorías de tesis de licenciatura y posgrado con la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Tecnológico de Toluca (ITT) y la Universidad Veracruzana (UV). También ha colaborado en la publicación de artículos de investigación con la UABC, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social Occidente, ITT y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La UAM-A colaboró con el CIESAS y con la Casa CEM Centro de Cultura y Educación Ambiental en proyectos de vinculación y participó en la Red Temática de Colaboración Bioprocesos ambientales del Programa de Mejoramiento del Profesorado con la UV y la Universidad de Guanajuato. Recientemente, ha participado con la Dra. Nancy M. Jiménez Martínez con la impartición de conferencias en el *Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (PRONAI)* denominado *Estrategia transdisciplinaria de investigación y resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos*, aplicada en seis ciudades mexicanas.

5. Impacto del grupo de trabajo en la SOMERS

El colectivo de la UAM ha participado profusamente tanto en la organización de los ENERS, así como en la difusión de sus trabajos de investigación. La UAM ha organizado 7 de los 16 ENERS y ha sido sede de 5 (Tabla 2), haciendo honor al título de este trabajo “*La UAM, casa abierta a la SOMERS*”.

Tabla 2. Participación de la UAM en la organización del Encuentro Nacional de Expertos en Residuos Sólidos

Año	ENERS	Tema central del encuentro	Sede
2010	3	Problemas sanitarios, ambientales y técnicos asociados a la generación, manejo y disposición final de los residuos sólidos	UAM- Azcapotzalco
2011	4	Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de materia prima y energía	Rectoría General, UAM
2015	8	Encuentro académico sobre manejo de residuos en universidades	UAM- Azcapotzalco
2016	9	Los residuos sólidos como fuente de materiales y energía	Universidad Autónoma de Querétaro
2019	12	Encuentro académico sobre residuos plásticos y microplásticos	UAM- Azcapotzalco
2021	14	Residuos sólidos en el México actual	Virtual
2023	16	10 años de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos en la gestión de residuos sólidos	UAM- Azcapotzalco

En total la UAM ha presentado 80 trabajos de investigación en los ENERS, siendo el 2018 y 2022 los años con mayor número de artículos aceptados (Figura 1).

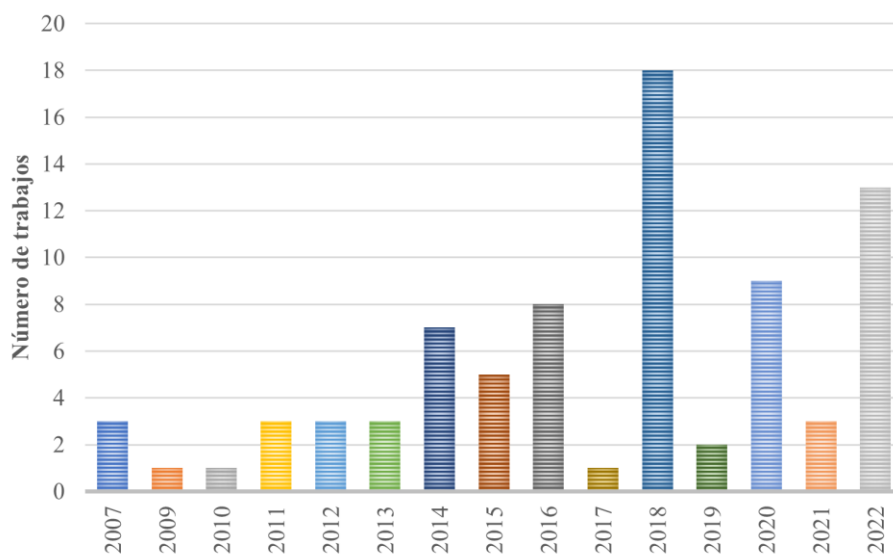


Figura 1. Número de artículos presentados por el colectivo de la Universidad Autónoma Metropolitana en los Encuentros Nacionales de Expertos en Residuos Sólidos por año

6. Perspectivas del grupo de trabajo

El colectivo de la UAM seguirá colaborando en la organización de los ENERS, también fortaleceremos nuestra participación en el Consejo Directivo de la SOMERS y los vínculos con otros colectivos de investigación de la sociedad. Continuaremos nuestra cooperación con los sectores público y privado para generar información o contribuir al diseño de estrategias para mejorar la gestión de residuos en nuestro país, fomentando la participación de estudiantes de licenciatura y posgrado en los proyectos.

Referencias bibliográficas

- [1] Vázquez-Morillas, A., Martínez Salvador, C., Cruz Salas, A. A., Tapia Fuentes, J., Velasco Pérez, M., Hermoso López Araiza, J. P., Alvarez Zeferino, J. C., Espinosa Valdemar, R. M., y Beltrán Villavicencio, M. (2023) Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica. https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2023/NFCP_2023.pdf,
- [2] Cruz-Razgado, B. E., (2021) Análisis de los factores que inciden en la presencia de residuos sólidos en playas mexicanas, Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco.
- [3] Alvarez-Zeferino, J. C., Ojeda-Benítez, S., Cruz-Salas, A. A., Martínez-Salvador, C., y Vázquez-Morillas, A. (2020) Microplastics in Mexican beaches., *Resour. Conserv. Recycl.*, 155, p. 104633.

Colaboración del Instituto Tecnológico de Toluca y la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos

^{1,*}María del Consuelo Hernández-Berriel, ²María del Consuelo Mañón-Salas, ³Fredy Cuellar Robles, ¹María del Carmen Carreño de León, ¹Isaías de la Rosa Gómez, ³Nicolás Flores Álamo, ³Laura Verónica Díaz Archundia

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Toluca, Av. Tecnológico s/n. Colonia Agrícola Bellavista Metepec, Edo. de México, México C.P. 52149. Tel. (52) 722 087 00 ext. 3630. *Correo electrónico: mhermandezb@toluca.tecnm.mx

²Departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Toluca

³Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Toluca

Resumen

Este escrito presenta los antecedentes del grupo de trabajo de gestión de residuos sólidos del Instituto Tecnológico de Toluca, su incorporación a la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS) y el impacto que ha tenido su quehacer en los ámbitos social, económico y ambiental. Este grupo de trabajo tiene su origen en 2001, cuando profesores de la carrera de Ingeniería Química preocupados por el manejo de los residuos sólidos, conforman el Sistema Institucional de Gestión Ambiental, el cual en 2010 se transforma en el Programa Ambiental Institucional. En 2009 se forma el Cuerpo Académico “Ingeniería Ambiental” Clave ITTOL-CA3, que es renombrado en 2016 como “Tratamiento de contaminantes y aprovechamiento de residuos” y también se constituye la línea de investigación "Tratamiento de Contaminantes y Gestión Ambiental". Dos de las integrantes de este grupo son socias fundadoras de la SOMERS. Desde 2007 se ha participado en los *Encuentros Nacionales de Expertos en Residuos Sólidos* con 35 trabajos interdisciplinarios, además se han presentado 30 trabajos en los Simposios Iberoamericanos en Ingeniería en Residuos, publicado 16 artículos en revistas indexadas, elaborado cinco capítulos de libros, 35 informes técnicos, 21 trabajos profesionales de licenciatura, 20 tesis de maestría y 11 de doctorado. Trabajar dentro y desde la SOMERS ha fortalecido los proyectos de investigación desarrollados, ha propiciado el crecimiento personal y profesional al colaborar con 11 grupos de investigación nacionales y tres internacionales; permitiendo impactar a este grupo, más allá de la región de influencia del Instituto Tecnológico de Toluca.

Palabras clave: *análisis de ciclo de vida, biorreactores, colaboración, instituciones educativas, residuos sólidos urbanos.*

1. Grupo de trabajo

El grupo de trabajo sobre gestión de residuos sólidos del Instituto Tecnológico de Toluca (ITTOL), tiene su origen en 2001, cuando profesores de la carrera de Ingeniería Química (Teresa Soriano¹, Leticia Colón Izquierdo¹, Gloria Irene Carmona Chit, Fredy Cuellar Robles, Isaías de la Rosa Gómez, Beatriz Barrientos Becerra, Rosa Elvira Zabala Arce, Beatriz García Gaitán y María del Consuelo Hernández-Berriel) conforman el Sistema Institucional de Gestión Ambiental (SIGA), el cual entre otras actividades instrumentó un programa para el manejo de los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME) de dicha institución, logrando reducir para 2005 en 50% los RSU y RME que se entregaban al Municipio de Metepec, Estado de México. En julio de 2010, el

SIGA se transformó en el Programa Ambiental Institucional (PAI), que actualmente maneja alrededor de 2.2 t/día, de las cuales se aprovechan el 90% de los residuos inorgánicos para reúso interno y entrega a empresas para su reciclado.

En 2009 se forma el Cuerpo Académico “Ingeniería Ambiental” Clave ITTOL-CA3, posteriormente en 2016 se renombra “Tratamiento de contaminantes y aprovechamiento de residuos”. Hoy en día este Cuerpo Académico cuenta con vigencia de consolidado del 16 de diciembre de 2020 al 15 de diciembre de 2025, por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP). En el ITTOL-CA3 participan los profesores investigadores María del Carmen Carreño de León, Fredy Cuellar Robles, María del Consuelo Hernández-Berriel, Isaías de la Rosa Gómez y Nicolás Flores Álamo [1].

2. Líneas de investigación

Teniendo los antecedentes ya descritos, también en 2009 se crea la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) "Tratamiento de Contaminantes y Gestión Ambiental", la cual actualmente tiene la clave TOL-LGAC-01-15 para el Doctorado en Ciencias Ambientales y la clave TOL-LGAC-02-15 para la Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental del ITTOL. Los integrantes vigentes son las doctoras María del Carmen Carreño de León y María del Consuelo Hernández Berriel y los doctores Fredy Cuellar Robles, Isaías de la Rosa Gómez y Nicolás Flores Álamo. Es importante mencionar que las doctoras María del Consuelo Mañón Salas y Laura Verónica Díaz Archundia forma parte del grupo de trabajo del ITTOL, aunque por estar adscritas a otras áreas no figuran dentro de la LGAC ni del ITTOL-CA3.

El objetivo de la LGAC "Tratamiento de Contaminantes y Gestión Ambiental", consiste en la reorientación en la jerarquía de los contaminantes considerando las oportunidades de su prevención, tratamiento y la reingeniería de los procesos, además de la revalorización de los residuos como parte de su gestión integral, con el fin de proponer soluciones sustentables [1], [2].

Cabe mencionar que, como colaboradores cercanos, pertenecientes a la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS) se ha contado con las doctoras Alethia Vázquez Morilla, Sara Ojeda Benítez, Sylvie Turpin Marion, Gloria Inés López González, Rosa María Espinosa Valdemar, Samanta Eugenia Cruz Sotelo, Claudia Saldaña Durán y el doctor Otoniel Buenrostro Delgado. También se ha contado con la colaboración de la Dra. Elena Regla Rosa Domínguez de la Universidad "Marta Abreu" las Villas Santa Clara Cuba (UMAVSC); la Dra. Amaya Lobo García de Cortázar, la Dra. Ana López Martínez y el Dr. Miguel Cuartas Hernández de la Universidad de Cantabria España (UC); los doctores Francisco José Colomer Mendoza y Antonio Gallardo Izquierdo de la Universidad Jaime I España (UJI); y la M.C. Diana Gabriela Castro Frontana del Instituto Politécnico Nacional (IPN) [3].

3. Proyectos

Entre los proyectos más relevantes del grupo de trabajo en materia de residuos sólidos, se listan los siguientes:

- *Ubicación de rellenos sanitarios intermunicipales futuros en el Estado de México y estados aledaños*, con clave 263315, financiado por el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental CONACYT-SEMARNAT 2015, del 16 de junio 2016 al 12 de agosto 2021. Su objetivo general fue “elaborar un modelo cartográfico para ubicar rellenos sanitarios (RESA) intermunicipales futuros en el Estado de México y con los municipios de los estados aledaños, basado en un sistema de información geográfica (SIG) y bajo el enfoque de la

sustentabilidad en cuanto al diseño, construcción, operación y clausura, el cual coadyuve a la eliminación del uso de tiraderos a cielo abierto”. Comprendió cinco etapas, donde participaron 12 mujeres y siete hombres como investigadores, de tres instituciones internacionales (UC, UJI y UMAVSC) y cinco nacionales (Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Universidad Veracruzana (UV) e IPN), liderados por el ITTOL.

Asimismo, participaron 35 estudiantes: seis de doctorado, seis de maestría y 23 de licenciatura; así como 33 estudiantes de varias instituciones del Valle de Toluca, quienes realizaron residencias o estadias profesionales, estadias técnicas o servicio social. Además de contribuir a la formación de estudiantes, entre los productos destacan el diseño, desarrollo e implementación del SIG para el manejo integral de residuos sólidos urbanos (SIGMIRSU), alojado actualmente en un servidor en el centro de cómputo del ITTOL y que opera en línea, el cual fue presentado en una reunión virtual el 13 de octubre 2021, organizada por la Dirección General de Manejo Integral de Residuos de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. Se elaboraron los manuales técnicos y de usuario del SIGMIRSU, además de una metodología ágil para clausurar o regularizar sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y el manual para ubicación, diseño, construcción, explotación y clausura de rellenos sanitarios intermunicipales sustentables futuros. Se elaboraron y entregaron 63 informes de indicadores y estudios de caracterización de RSU, lixiviados y biogás de 18 sitios de disposición final (SDF); además de estudios de rutas y la aplicación de encuestas en casas habitación, así como informes técnicos de evaluación de impacto ambiental (ITEIA) de los SDF en cuatro municipios. También se impartió el curso taller “Perspectivas del manejo integral de residuos” a los responsables de 16 municipios (2017) y el curso taller plan de manejo “Hacia cero basura” a los responsables de 20 municipios (2019); y se participó en diversos congresos nacionales e internacionales.

- *Producción de biohidrógeno a partir de residuos agrícolas y la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos*, financiado por el ahora Tecnológico Nacional de México, a través de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica, con clave 5648.15-P y realizado del 01 de julio de 2015 al 30 de junio de 2016. Su objetivo general fue producir biohidrógeno utilizando residuos de haba, maíz y la fracción orgánica de los RSU (FORSU). Participaron además de los miembros del grupo de investigación, la Dra. Suilma Marisela Fernández Valverde y el M. en C. David Alcántara Díaz del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y la Dra. María del Consuelo Mañón Salas de la SOMERS. Entre los resultados se concretaron la tesis de un estudiante de maestría, una estudiante de ingeniería y un estudiante de nivel técnico, así como los trabajos de tres estudiantes de residencia profesional; se determinaron las condiciones para la hidrólisis química de los compuestos lignocelulósicos de los residuos sólidos mencionados, se diseñó y construyó un biorreactor semipiloto en acero inoxidable, se generó biohidrógeno con los hidrolizados y un consorcio de bacterias mesófilas a escalas laboratorio y semipiloto; y se evaluó técnica y económicamente el proceso desarrollado.
- *Proceso integral de residuos sólidos urbanos y biosólidos*, financiado por el ahora Tecnológico Nacional de México, a través de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica con clave 5443.14-P y realizado del 01 de agosto de 2014 al 31 de julio de 2016. Su objetivo general fue obtener un mejorador de suelo a partir del tratamiento aeróbico de biosólidos de una planta tratadora de aguas residuales (PTARS), FORSU y lixiviados de RSU con concentraciones de metales dentro de normatividad. Además de los

miembros de grupo de investigación participaron la Dra. María Guadalupe Macedo Miranda y la M.E. Leticia Esperanza Colón Izquierdo¹, catedráticas del ITTOL. Entre los resultados se desarrollaron las tesis de dos estudiantes de maestría y una estudiante de ingeniería, así como también se coadyuvó a la formación de dos estudiantes de servicio social; además se desarrolló el método para producir composta en menos de un mes con los residuos sólidos mencionados, arcilla y lama; se cuantificó la generación dióxido de carbono y de amoniaco, donde el interés de este último fue su recuperación para posterior uso. Es importante mencionar que la composta producida fue posteriormente aplicada en un campo de cultivo de maíz y evaluada con respecto a dos fertilizantes, con resultados prometedores.

En la Tabla 1 se concentran los trabajos de tesis y residencias profesionales desarrollados de 2013 a la fecha para titulación y obtención de grado, productos de la colaboración interdisciplinaria con los grupos de investigación de la UABC, la UMSNH, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) unidad Azcapotzalco, entre otros [1], [2].

Tabla 1. Trabajos profesionales desarrollados de 2013 a 2023

Licenciatura	Maestría	Doctorado
2023. Aprovechamiento de RSU en un municipio del Estado de México	En proceso. Propuesta de mejora para el manejo integral de residuos sólidos urbanos de un municipio del Estado de México	En proceso. Proyecto para la conversión de un relleno sanitario a un centro integral de residuos en el Estado de México
2023. Aprovechamiento de excreciones felinas domésticas para la elaboración de abono para plantas ornamentales	2023. Evaluación para clausura o rehabilitación de dos sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos en el Estado de México	En proceso. Análisis de ciclo de vida de sitios de disposición final en el Estado de México
2020. Selección de eco-indicadores base para municipios pequeños y medianos entre el Estado de México y estados aledaños	2022. Propuesta para minimizar la afectación a mantos acuíferos por la inadecuada disposición de residuos sólidos urbanos	En proceso. Propuesta metodológica para determinar la clausura o la rehabilitación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos
2019. Selección de indicadores ambientales base para municipios pequeños y medianos entre el Estado de México y estados aledaños	2021. Evaluación de sinergias entre municipalidades y empresas para el aprovechamiento de residuos sólidos urbanos al sur del Estado de México	2023. Propuestas sustentables para la reducción del impacto en cuerpos de agua por la inadecuada disposición de residuos sólidos
2019. Actualización y diagnóstico de la información sobre el manejo integral de RSU en municipios aledaños del sureste y noreste del Estado de México	2021. Evaluación de los aspectos socioeconómicos para la ubicación de un centro integral de residuos regional en el Estado de México	2022. Evaluación socioeconómica y ambiental de la gestión integral de residuos sólidos urbanos en municipios del Valle de Toluca

Licenciatura	Maestría	Doctorado
<p>2018. Actualización y diagnóstico de la información sobre el MIRSU en municipios aledaños del sureste y noreste del Estado de México</p> <p>2018. Evaluación de la disposición final de los RSU en los municipios del oriente de Michoacán</p> <p>2018. Propuesta para la gestión integral de residuos sólidos urbanos del municipio de Xalatlaco, Estado de México</p> <p>2018. Evaluación del manejo integral de residuos sólidos urbanos de los municipios colindantes del norte del Estado de México y estados aledaños</p> <p>2018. Propuesta para la gestión integral de residuos sólidos urbanos del municipio de Xalatlaco, Estado de México</p> <p>2017. Evaluación del manejo integral de residuos sólidos urbanos de los municipios colindantes del sur del Edomex y estados aledaños</p> <p>2017. Evaluación del impacto ambiental de tiraderos a cielo abierto de municipios vecinos del Estado de México, Morelos y Guerrero</p> <p>2016. Efecto de la escala en la percolación de líquidos en residuos sólidos urbanos</p> <p>2015. Estudio de parámetros fisicoquímicos de lixiviados recirculados a dos tasas y dos frecuencias</p>	<p>2020. Propuesta de ubicación y prediseño de un relleno sanitario sustentable intermunicipal, entre Morelos y el Estado de México 2019.</p> <p>Propuesta de ecodiseño de un relleno sanitario intermunicipal entre Michoacán y el Estado de México</p> <p>2018. Evaluación de diferentes tasas de aireación y agentes de carga en el proceso de degradación de biosólidos y residuos sólidos orgánicos</p> <p>2018. Purificación de biohidrógeno obtenido a partir de residuos de césped hidrolizado usando zirconato de litio</p> <p>2017. Diseño de un relleno sanitario intermunicipal sustentable</p> <p>2017. Producción de biometano a partir de sedimentos dragados en el curso alto del Río Lerma, Estado de México</p> <p>2016. Elaboración de un mejorador de suelos a partir de residuos orgánicos, lixiviados y biosólidos</p> <p>2016. Reingeniería del relleno sanitario de Zinacantepec con la revalorización de residuos sólidos urbanos</p> <p>2016. Gestión integral de residuos peligrosos en laboratorios del Instituto Tecnológico de Toluca</p>	<p>2021. Ecodiseño del manejo integral de residuos sólidos urbanos entre municipios del sur del Estado de México y estados aledaños</p> <p>2020. Guía práctica para el manejo integral de residuos sólidos urbanos en municipios del Estado de México y estados aledaños del norte y sur</p> <p>2020. Modelación de la degradación de los residuos plásticos en rellenos sanitarios</p> <p>2018. Dispositivo para la evaluación in situ de CH₄, CO₂, O₂, NH₃, H₂S, pH y temperatura en sedimentos</p> <p>2018. Respuesta morfológica y metabólica de los aminoácidos triptófano, lisina, metionina y prolina en los granos de <i>Zea mays L.</i> a diferentes dosis de composta elaborada con biosólidos</p> <p>2016. Diagnóstico de la generación de biogás en tres sitios de disposición de residuos sólidos urbanos en el Edomex</p>

Licenciatura	Maestría
<p>2015. Efecto del suelo sobre la degradación aeróbica y anaeróbica con recirculación de lixiviados en RSU</p> <p>2015. Efecto de la escala en la percolación de líquidos en residuos sólidos urbanos</p> <p>2015. Compostaje de biosólidos utilizando arcilla como sustrato obteniendo una composta con una calidad que permita utilizarla como abono orgánico con una relación C/N entre 4 y 8</p> <p>2014. Obtención de biohidrógeno y de biometano a partir de residuos orgánicos y comparación de sus rendimientos</p> <p>2014. Construcción y puesta en marcha de biorreactores a escala piloto para estudios de degradación acelerada</p> <p>2013. Estudio comparativo entre los métodos número más probable y filtración por membrana para la cuantificación de microorganismos anaerobios en lixiviados</p>	<p>2016. Obtención de biohidrógeno a partir de residuos agrícolas pre hidrolizados</p> <p>2015. Caracterización de bacterias anaeróbicas durante la degradación acelerada de RSU mediante recirculación de lixiviados</p> <p>2015. Evaluación del escalamiento a campo de la biodegradación acelerada de residuos sólidos urbanos</p> <p>2014. Biodegradación de residuos sólidos urbanos con recirculación de lixiviados a dos tasas y dos frecuencias</p> <p>2013. Estudio de parámetros fisicoquímicos en lixiviados recirculados en residuos sólidos urbanos</p> <p>2014. Obtención de composta a partir de biosólidos y residuos sólidos orgánicos con una relación carbono nitrógeno entre 4 y 8, y en tiempo menor a 3 meses</p>

4. Impacto de la SOMERS en el grupo de trabajo

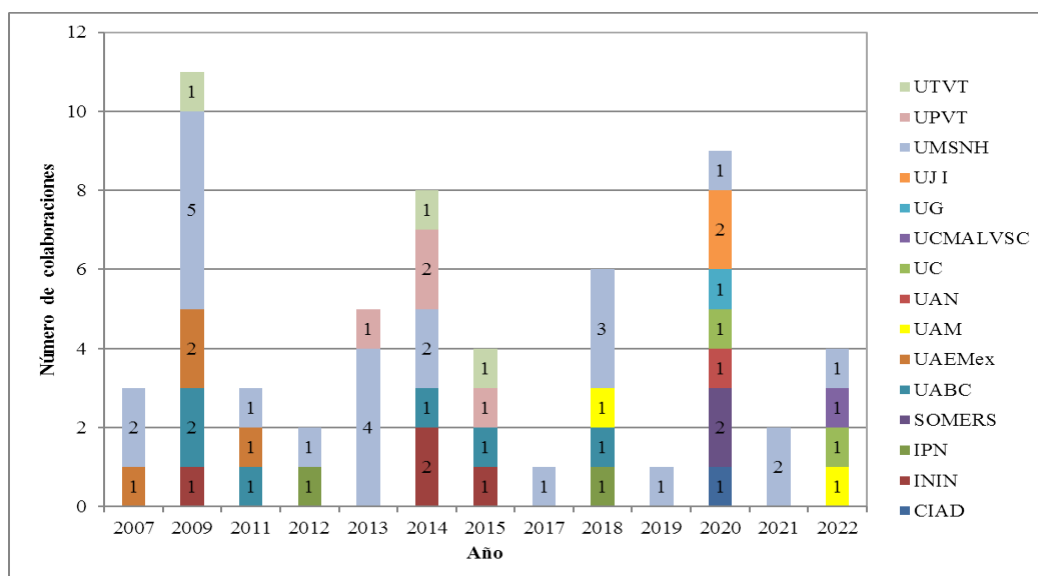
La SOMERS ha propiciado la cohesión de más de 15 investigadores comprometidos en desarrollar trabajo interdisciplinario, sobre la problemática ambiental y social de los residuos sólidos que aqueja tanto a su región, como a México y al mundo; donde cada uno de los integrantes ha estado dispuesto a colaborar para alcanzar un fin común, aportando su conocimiento y tiempo en el desarrollo de investigaciones, que han dado respuesta a las necesidades sobre la gestión de los residuos sólidos desde el paradigma de la sostenibilidad, es decir, considerando no solo el pilar ambiental, sino también el social y el económico.

Aunado a lo anterior, el trabajar dentro y desde la SOMERS ha enriquecido los temas propuestos por el grupo de trabajo del ITTOL en los ámbitos locales, estatales y nacionales; permitiendo además con el acercamiento y colaboración entre los diferentes grupos de investigación, la generación de oportunidades de crecimiento personal y profesional, tanto a estudiantes como a profesores. En la Figura 1 se muestran las colaboraciones de los trabajos presentados por año en los diferentes *Encuentros de Expertos en Residuos Sólidos (ENERS)*, realizados desde el 2007, aunque SOMERS se conformó legalmente en 2013.

Los años con mayor número de colaboraciones interdisciplinarias han sido 2009, 2012 y 2020. Las instituciones con las que el grupo del ITTOL ha colaborado con mayor frecuencia son la UMSNH, la UABC, la UAM unidad Azcapotzalco, el ININ y la UPVT [1] – [3].

Además de los trabajos presentados en los ENERS de SOMERS, del 2013 a la fecha se han presentado 30 trabajos interdisciplinarios en los Simposios Iberoamericanos en Ingeniería en

Residuos de la Red Iberoamericana en Saneamiento Ambiental (REDISA), 16 artículos en revistas indexadas, cinco capítulos de libros y 35 informes técnicos [4].



CIAD, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo; ININ, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; IPN, Instituto Politécnico Nacional; SOMERS, Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, A.C; UABC, Universidad Autónoma de Baja California; UAEMex, Universidad Autónoma del Estado de México; UAM, Universidad Autónoma de Metropolitana; UAN, Universidad Autónoma de Nayarit; UC, Universidad de Cantabria, España; UCMALVSC, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas Santa Clara, Cuba; UG, Universidad de Guadalajara; UJ I, Universitat Jaume I, España; UMSNH, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; UPVT, Universidad Politécnica del Valle de Toluca; UTVT, Universidad Tecnológica del Valle de Toluca.

Figura 1. Colaboraciones interinstitucionales de trabajos presentados en los ENERS

5. Impacto del grupo en la SOMERS

Dos de las integrantes del grupo de trabajo del ITTOL son fundadoras de la SOMERS y han participado activamente en el Consejo Directivo de la misma. La doctora María del Consuelo Hernández Berriel ocupó la Secretaría de 2013 a 2022 y en la última reunión de asamblea fue elegida Tesorera, puesto que hasta el momento no ha podido desempeñar, debido a que el acta de asamblea aún se encuentra en proceso de protocolización, de manera que la doctora Claudia Saldaña (Tesorera inicial) continúa hasta la entrega de su cargo de manera oficial.

La doctora María del Consuelo Mañón Salas, inicialmente ocupó el puesto de Vocal D y Representante Legal, actualmente sólo desempeña el último cargo. Dentro de las actividades que ha desarrollado y que son de suma importancia para el cumplimiento de los objetivos de la SOMERS, fue el registro ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR) del ISSN (International Standard Serial Number – Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas), con el cual la SOMERS identifica una publicación digital de frecuencia anual “*Encuentro de Expertos en Residuos*” desde el 2014 [5]. También registró ante esta misma instancia el ISBN (en inglés International Standard Book Number), con el que la SOMERS edita publicaciones como los libros y memorias de los congresos de forma exclusiva. Otra de las actividades desarrolladas fue el registro del logo de la SOMERS ante el Instituto Mexicano de Propiedad Intelectual (IMPI), con

una duración de 10 años [6]. Además de ser la administradora del dominio y sitio WEB de la SOMERS, donde se publican y difunden de manera gratuita las revistas anuales que la SOMERS edita desde el 2007. El Dr. Isaías de la Rosa Gómez, miembro del grupo de trabajo del ITTOL se incorporó a la SOMERS en el 2014 y participa hasta la fecha.

6. Perspectivas del grupo de trabajo

Actualmente se cuenta con el proyecto de investigación “*Propuesta para la operación de un relleno sanitario desde la perspectiva de la sostenibilidad*”, financiado por el Tecnológico Nacional de México con clave 18196.23-P, para realizarse del 01 de enero al 31 de diciembre 2023. Participan en este proyecto dos estudiantes de doctorado, una de maestría y tres de licenciatura. Además del grupo de investigación colaboran la Dra. Sylvie Turpin Marion de la UAM unidad Azcapotzalco y la Dra. Elena Regla Rosa-Domínguez de la UCMAVSC, expertas en análisis de ciclo de vida (ACV); el Dr. Otoniel Buenrostro Delgado de la UMSNH, la Dra. Amaya Lobo García de Cortázar de la UC y las doctoras María del Consuelo Mañón Salas y Laura Verónica Díaz Archundia del ITTOL, expertos en biogás, simulación de SDF y SIG; y el Dr. Francisco Javier Illescas Martínez del ITTOL, experto en polímeros.

Con base en este proyecto se pretende trabajar en colaboración con el Grupo de Investigación de la UAM unidad Azcapotzalco, que pertenecen a SOMERS, sobre el impacto de microplásticos en campos de cultivo y el aprovechamiento de plásticos que no son comercialmente interesantes para reciclarse. Se continuará trabajando con el ACV de SDF y se incursionará en su impacto en la salud con el apoyo del Dr. Marcel Szanto Narea, de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV) de Chile, observando los principios de la economía circular con el fin de coadyuvar con los compromisos de la Agenda 2030.

Referencias bibliográficas

- [1] ITTOL. (2022). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Toluca (ITTOL), Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental. En línea <https://www.tolucatecnm.mx/programa/4/maestría-en-ciencias-en-ingeniería-ambiental> Recuperado el 15/09/2023.
- [2] ITTOL (2022). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Toluca (ITTOL). Doctorado en Ciencias Ambientales (2022). En línea <https://www.tolucatecnm.mx/programa/5/doctorado-en-ciencias-ambientales> Recuperado el 16/09/2023.
- [3] SOMERS. (2023). Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos SOMERS A. C. (2023). En línea <http://www.somers-ac.org/> Recuperado el 14/09/2023.
- [4] REDISA (2023). Red Iberoamericana en Saneamiento Ambiental (REDISA). En línea. <https://www.fue.uji.es/xsimposioeredisa> Recuperado el 20/09/2023.
- [5] INDAutor. (2022). Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAutor). En línea <https://www.indautor.gob.mx/> Recuperado el 20/09/2023.
- [6] IMPI. (2022). Instituto Mexicanos de la propiedad Industrial (IMPI). En línea <https://www.gob.mx/impi> Recuperado el 20/09/2023.

La SOMERS, una red de conocimientos

Nancy Merary Jiménez-Martínez

Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Av. Universidad s/n, Circuito 2, CP 62210, Col. Chamilpa, Ciudad Universitaria de la UAEM, Cuernavaca, Morelos. njimenez@crim.unam.mx

Resumen

En este documento se exponen algunos de los aspectos más significativos de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos, entendida como una red de conocimientos. Se presentan aspectos de su génesis, morfología, dinámica interna, contenido y atributos de sus actores, esta presentación enfatiza algunos elementos experimentados en primera persona, como integrante de esta red desde 2017, la cual me abrió una ventana para mirar los residuos desde la experiencia más completa que una persona interesada en ser *basuróloga* puede tener.

Palabras clave: gestión integral de residuos, redes de conocimientos, sustentabilidad universitaria.

1. Introducción

La formación de redes de conocimiento es uno de los fenómenos contemporáneos más interesantes para el análisis social. La invitación planteada por las colegas de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco (UAM-A) para celebrar el décimo sexto Encuentro Nacional de Expertos en Residuos (ENERS) bajo el lema “10 años de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos en la gestión de residuos sólidos” anima a reflexionar sobre las dinámicas sociales presentes en la construcción de la misma, entendida como una red de conocimientos que representa “*las relaciones de distintos actores sociales que participan en el proceso de creación e intercambio de conocimientos*” [1]. Desde esta perspectiva es útil identificar el contexto en el que surgió, la modalidad que adopta y su dinámica interna, los atributos de los actores que la conforman y su contenido. Este ejercicio se expone a continuación.

2. Génesis de la SOMERS: el contexto institucional de la Red

Se ubica el inicio de la SOMERS en 2007, gracias a una serie de condiciones institucionales tales como: el cincuentenario de la creación de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), las políticas y programas vigentes como el proyecto CONACYT 46815-H “*Dimensiones del comportamiento del consumidor y su relación con los residuos sólidos que genera: Estrategias para su recuperación en una vivienda sustentable*”, así como la base de conocimientos acumulados en los sectores público, por ejemplo, con la doctora Sara Ojeda, en UABC, el doctor Gerardo Bernache en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), el doctor Otoniel Buenrostro en la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y privado, con el doctor Luis Díaz de la empresa Cal Recovery Incorporated, todos los cuales que fueron factores relevantes para su nacimiento.

La formación de este espacio de conocimientos, donde las instituciones señaladas tuvieron un peso importante, ha favorecido las interacciones sociales, además de que dotaron a la red de conocimientos de un marco de referencia específico, del que se desprenden sus capacidades y recursos, a partir de ello se interpreta que el primer ENERS haya tenido como propósito “*fomentar*

el intercambio de información y la cooperación con las instituciones relacionadas con la educación, el sector social, gubernamental y de la iniciativa privada” [2].

Desde entonces, la SOMERS se ha dado a la tarea de promover el desarrollo de la ciencia y tecnología aplicada a la gestión integral de los residuos sólidos y busca fungir como un espacio para compartir y socializar experiencias, así como agrupar a la comunidad interesada en la problemática de los residuos sólidos [3].

3. Morfología y dinámica de trabajo

Aunque ya se habían desarrollado con anterioridad algunos trabajos, la SOMERS se constituyó formalmente como una asociación civil en junio de 2013, es decir, hasta entonces adquirió una personalidad jurídica moral reconocida legalmente para promover actividades educativas y científicas, sin un carácter comercial o económico. Para cumplir con los aspectos formales legales, tiene un consejo directivo conformado por una presidencia, una secretaría, una tesorería y varias vocales. Además, se elige dentro de los miembros a una persona como apoderada legal. Las personas asociadas somos convocadas anualmente a una Asamblea General Ordinaria donde se informa del estatus actual de los asociados, se presenta el informe financiero y eventualmente se hace el nombramiento y ratificación del consejo directivo.

Sin embargo, como lo venía haciendo con anterioridad para cumplir con su razón de ser, esta red de conocimientos tiene como actividad central la organización y celebración de los ENERS, que son foros de intercambio que involucran flujos de información desde todos los nodos que la integran pero organizados en áreas temáticas, de ahí su carácter multidisciplinario, además de operar en un intercambio interactivo donde los participantes tienen oportunidad de escuchar, preguntar, aclarar sus dudas e incluso disentir con la aproximación teórica o metodológica expuesta. Este mecanismo de intercambio contribuye al aprendizaje, aspecto medular de la red.

La dinámica de trabajo para la organización de los ENERS es la siguiente: la sede se rota entre las instituciones participantes, en las quince ediciones celebradas se observa que han sido anfitrionas la UABC, la UMSNH, la UAM, la Universidad Veracruzana (UV), la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), el Instituto Tecnológico de Toluca (ITT), la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el CIESAS. Cada una de estas instituciones funge como un nodo estratégico en la red que, por una parte, concentra a los actores y por otra, disemina y expande el trabajo científico en términos geográficos. Actualmente la SOMERS tiene un alcance geográfico nacional y cuenta con veintisiete asociados, veinticinco profesionales y dos estudiantes.

Por el dinamismo del sector de los residuos, se busca que cada ENERS tenga un lema que organice las discusiones técnico-científicas, aunque también se mantienen una agenda abierta sobre la temática en general. El grupo organizador convoca a la formación del Comité científico, que es el órgano encargado de evaluar las propuestas de resúmenes y proporcionar los dictámenes científicos de los trabajos en extenso que serán presentados y publicados en las Memorias del Encuentro.

La evaluación se hace en el sistema de revisión por pares a doble ciego por los propios miembros de la red, quienes garantizan la calidad científica de los trabajos y el aval de la editorial. Las evaluaciones privilegian los criterios de contribución al área de conocimiento, la claridad técnica y científica, la calidad de presentación, imágenes y tablas y la actualización de las referencias.

Otra de las actividades que dinamizan la vida de la red de conocimientos es el *Seminario permanente de residuos*, que se ofrece en ciclos anuales en torno a un lema que articula sus sesiones y enfatiza algún aspecto determinado de la gestión de los residuos. Este espacio es un ámbito privilegiado de la SOMERS, pues está basado precisamente en el intercambio de conocimiento

científico, técnico, normativo y legal, en la difusión de habilidades técnicas y metodológicas en voz de expertos y expertas nacionales e internacionales. Las sesiones se programan a inicios de año y se ofrecen mensualmente tanto a los miembros de la red como a un público en general.

Finalmente, más allá del cumplimiento de las funciones formales, las tareas estratégicas de esta red de conocimientos se han desempeñado con mecanismos de coordinación y procesos de comunicación informal, formal, horizontal y vertical, que se cimientan en la confianza que prima entre los miembros de la red.

4. Atributos de los actores

Una manera de entender los atributos de los actores en esta red de conocimientos es identificar desde dónde parten, cuáles son sus puntos de apoyo y las capacidades de las que disponen para consolidar y fortalecer esta red de conocimientos, su dinámica y contenido. Para hacerlo, la propuesta planteada por las anfitrionas del 16 ENERS enfatiza en los atributos de los actores. A manera de ejemplo, presento el mío.

4.1 Grupo de trabajo

El Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es mi espacio académico. Se trata de una institución dedicada a *“la investigación multidisciplinaria en las áreas de ciencias sociales y humanidades y otras disciplinas, enfocada primordialmente a problemas específicos de la realidad en los contextos local, regional, nacional e internacional, así como a sus vínculos con los procesos de globalización”* [4].

El trabajo en el CRIM *“está organizado por programas de investigación en torno a ejes temáticos, bajo los cuales se definen las líneas y los proyectos de investigación. Este tipo de organización contribuye a fortalecer el trabajo multidisciplinario”* [4]. Los programas de investigación vigentes son los siguientes: Cambio mundial, Globalización y Desarrollo; Cultura, Política y Diversidad; Estudios de lo imaginario; Estudios de población; Estudios sobre desigualdades; Estudios sobre educación y formación; Estudios sobre equidad y género; Estudios socioambientales; Estudios regionales; Gobierno y políticas públicas; y Violencia(s), Derechos y Salud.

Yo formo parte del *Programa de Gobierno y Políticas Públicas* que *“es un espacio de estudio de gobierno, gobernanza, rupturas de gobernabilidad y convivencia, y procesos electorales en sus tres órdenes de gobierno, federal, estatal y municipal: las relaciones Estado-sociedad a nivel nacional, regional, estatal y municipal; realiza diagnósticos de rendición de cuentas, corrupción y captura del Estado, inseguridad, violencia delictiva y procuración de justicia, de desarrollo sustentable humano y ambiental, así como la construcción, implementación y evaluación de políticas públicas en estos mismos temas de estudio; construye diseños institucionales regionales y locales de Gestión, Gobierno, Gobernanza, Rendición de Cuentas y Anticorrupción, Seguridad Humana y Ciudadana; asimismo, genera herramientas de seguimiento de gobierno y políticas públicas en cada uno de estos problemas de estudio para constituirnos en un referente nacional en la investigación y formación multidisciplinaria sobre estos temas”* [5].

Como parte de la evolución del *Programa de Gobierno y Políticas Públicas*, en 2018 se abrió el *Laboratorio de estudios sobre el gobierno de una universidad sustentable*, como un espacio académico para estudiar al gobierno universitario en su compromiso con la sustentabilidad. Este es el ámbito desde el cual ejerzo mi actividad académica.

Como el caso presentado, en la Tabla 1 se enlistan otros grupos de trabajo de algunos miembros de la red de conocimientos.

Tabla 1. Nombres de los grupos de investigación de algunos integrantes de la SOMERS

Integrante	Grupo de investigación
Gloria Hernández, UV	CAC-UVER-159 Gestión y Control de la Contaminación Ambiental
Irma Robles, CIDETEQ	Coordinación “Agua y ambiente”
Claudia Saldaña, UAN	CA-257 Sustentabilidad Energética
Beatriz Venegas, UdG	Departamento de Estudios Regionales – INESER
Yolanda Ordaz, CIEMAD - IPN	Departamento Académico de Biociencias e Ingeniería
Sara Ojeda y Samantha Cruz, UABC	UABC-CA-77 Medio Ambiente (consolidado)
Fabián Robles y Belem Piña, IPN	Laboratorio de Tecnología Ambiental
Consuelo Hernández, ITT	ITTOL-CA-3 Tratamiento de Contaminantes y Aprovechamiento de Residuos (en consolidación)
Gerardo Bernache, CIESAS Occidente	Línea de Reestructuración Económica y Medio Ambiente
Rosa María Espinosa Valdemar, Maribel Velasco Pérez, Sylvie Jeanne Turpin Marion, Alethia Vázquez Morillas, UAM Azcapotzalco	UAM-A-CA-107 Tecnologías Sustentables

4.2 Línea de investigación

Hay dos líneas de investigación que desarrollo en el *Laboratorio de estudios sobre el gobierno de una universidad sustentable*. La primera es la sustentabilidad universitaria, que tiene por objetivo analizar la respuesta de las universidades públicas al llamado de la sustentabilidad, identificar de qué forma este compromiso se hace transversal en estas organizaciones y en cuáles de sus actividades sustantivas se registran los principales avances y desafíos. La ventana para estudiarla ha sido la gestión que se otorga a los residuos sólidos universitarios.

La segunda línea de investigación es la gestión de integral de residuos, cuyo objetivo es analizar este modelo de gestión y política pública en sus distintas dimensiones, políticas, sociales, económicas y técnicas, e identificar las dificultades que su implantación enfrenta en distintos contextos y escalas.

4.3 Proyectos de investigación

Los proyectos de investigación emprendidos desde este *Laboratorio de estudios sobre el gobierno de una universidad sustentable (LEGUS)* han sido los siguientes.

De la línea de sustentabilidad universitaria:

“*La sustentabilidad en la universidad. Un estudio a partir del gobierno universitario. 1991-2018*” (concluido), que tuvo como objetivo identificar qué elementos del gobierno universitario son determinantes para el éxito de la implantación de una política hacia la sustentabilidad en residuos, los relacionados con la capacidad para decidir o los relacionados con la capacidad para ejecutar, así

como ubicar bajo qué circunstancias y de qué manera la autoridad ejecutiva contribuye a implantar la acción del gobierno universitario.

Los resultados de este proyecto de investigación-acción participativa (IAP) se orientaron a fortalecer y consolidar el programa de manejo integral de residuos sólidos con enfoque Basura Cero en el campus Morelos de la UNAM, que ha sido una estrategia de gestión con resultados notables.

Entre los beneficios ambientales, cabe señalar que gracias este sistema de gestión ha sido posible el compostaje del 100% de los residuos orgánicos y enviar más de 30 toneladas de RSU valorizables a cadenas de reciclaje, lo que representa la captura de más de 95 toneladas cortas de dióxido de carbono equivalente [6].

Los beneficios sociales de este programa son la dignificación del trabajo desempeñado por las y los compañeros de intendencia del campus, quienes dejaron de manipular basura y ahora sus actividades laborales son más limpias y seguras; la articulación virtuosa de un campus universitario con una asociación civil para la transferencia adecuada de los residuos reciclables a los acopiadores y recicladores pertinentes, que ha derivado en lo que la literatura científica identifica como *grassroots innovations* [7]; y la amplia capacitación y formación en residuos que ha recibido la mayor parte de la comunidad universitaria y que se ha extendido a distintos grupos fuera de ésta.

Y actualmente el proyecto “*Retos y buenas prácticas de las políticas de sustentabilidad en Instituciones de Educación Superior*” (vigente) que, desde la teoría de los sistemas sociales, estudia las decisiones que toma el gobierno universitario para hacer de la UNAM una universidad sustentable e identifica qué criterios organizacionales hacen posible la toma de decisiones universitarias hacia la sustentabilidad.

De la línea sobre gestión integral de residuos

El proyecto “*Manejo de los residuos sólidos urbanos durante la contingencia por SARS-CoV-2*” (concluido). Cuyo beneficio social más importante fue la colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT) en la elaboración de la “*Cartilla de mejores prácticas para la prevención del COVID-19 en el manejo de los residuos sólidos urbanos*” [8], un instrumento de política pública para orientar a los funcionarios locales sobre el manejo de los residuos durante la pandemia por COVID-19.

Y el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (pronaii) “*Estrategia transdisciplinaria de investigación y resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos, aplicada en seis ciudades mexicanas*” (vigente). Del cual destaco como uno de los principales beneficios sociales que 24 organizaciones públicas y privadas, consideradas nodos estratégicos por la influencia que tienen en las localidades donde se ubican, replican el modelo de gestión integral de residuos Basura Cero, creado originalmente en el campus Morelos de la UNAM.

5. Contenido de la red

Una vez identificados los atributos de un actor de en la red de conocimientos. Con esta categoría se hace referencia a ubicar qué clase de recursos se intercambian en la red, así como cuáles son los resultados obtenidos.

5.1 Impacto de la SOMERS en el LEGUS

Me incorporé a la SOMERS en 2017. Desde mi primera participación en el décimo primer ENERS, entonces como becaria posdoctoral en el CRIM, encontré un espacio académico respetuoso, plural y

abierto para difundir frente a otros pares, el trabajo derivado de las dos líneas de investigación de mi interés.

Fue tan rica la experiencia vivida en ese ENERS celebrado en el ITESO, tan amplia en temas, actores, aproximaciones teóricas y metodológicas, que quise hacer de esta Sociedad, la red de apoyo primaria para desarrollar mi carrera académica. Desde entonces sólo he faltado a uno de los cuatro ENERS que se han celebrado desde aquél en 2017.

La SOMERS me abrió una ventana para mirar los residuos desde la experiencia más completa que una persona interesada en ser *basuróloga* puede tener: desde aspectos de caracterización físico-química de residuos y estudios de generación a distintas escalas y enfocados en diferentes residuos, hasta casos, análisis, diagnósticos y comparaciones de la gestión, manejo, estrategias y percepciones en residuos en distintos municipios, instituciones y sectores de México e Iberoamérica, pasando por aspectos más técnicos concernientes a su valorización, tratamiento, indicadores de impacto ambiental, utilización de sistemas de información geográfica para la localización de infraestructura de manejo y disposición final, hasta la elaboración y evaluación de planes de manejo y análisis de legislación y políticas públicas. Esta pluralidad de temas, enfoques, perspectivas y metodologías ha tenido una gran contribución en mi formación profesional y en mi formación como docente.

Además, la SOMERS ha tenido una contribución invaluable en el establecimiento de vinculación y redes, por ejemplo, fue el vehículo comunicante para conocer y afiliarme a la Red de docencia e investigación “Ingeniería en Saneamiento Ambiental” y participar de dos de sus Simposios. Lo ha sido también para desarrollar y publicar algunos productos de investigación científica, compartir una codirección de tesis, tener a mano colegas solidarias, colegas generosos que me han acompañado y apoyado en múltiples actividades de divulgación como seminarios, charlas o conferencias magistrales, me ha permitido participar en el seminario permanente de residuos, pero sobre todo estrechar lazos de sororidad con personas de un inestimable valor humano.

5.2 Impacto del LEGUS en la SOMERS

Desde el LEGUS las contribuciones a la SOMERS son puntuales. Por una parte, desde el 2019 formo parte del Comité técnico científico de los ENERS.

Otra de mis actividades recae en las tareas de divulgación pues administro, junto con la Dra. Irma Robles, la página de Facebook de la SOMERS, que es una de las plataformas que utilizamos para acercar nuestro quehacer técnico y científico a un público más amplio, sobre todo las sesiones mensuales del “Seminario permanente de residuos”, que quedan grabadas y publicadas en dicha red social.

Finalmente, considero que también he contribuido en vincular a mis colegas de la SOMERS con las actividades del pronaii en el que participo, bien a partir de invitarles a dictar charlas y conferencias, bien a partir de animar su participación en el 1er Congreso Nacional de Residuos Sólidos Urbanos y el “*Premio Nacional a Proyectos Exitosos de Prevención y Gestión Integral de Residuos 2023*”.

5.3 Perspectivas a futuro

Los resultados alcanzados con esta red de conocimientos han sido prominentes, en los quince ENERS celebrados hasta 2022 se han presentado 674 ponencias en extenso, escritos por 1,519 autoras y 1,064 autores. Se han desarrollado dos ciclos anuales completos del Seminario permanente de residuos y el tercer ciclo está en curso, en esta actividad se presentaron siete

conferencias magistrales abiertas al público en 2021, siete en 2022 y en lo que va del 2023 se cinco conferencias.

Teniendo como base dichos resultados, para los próximos cinco años me gustaría , derivado de las dos líneas de investigación del LEGUS, afianzar al interior de la SOMERS una sobre “*Residuos en universidades*”, para dar cabida a estudios sobre la presencia de determinados subproductos en estos espacios universitarios, para hacer un mapeo de las principales estrategias de manejo en los campus e identificar cuáles son las más propicias a determinadas escalas, pero principalmente para contribuir a que las universidades prediquen con el ejemplo en el tema de la sustentabilidad en residuos.

Por otro lado, las capacidades de este colectivo científico y técnico son muy valiosas y diversas, sería muy promisorio construir una línea de formación en residuos a partir de cursos modulares con orientación a un grupo especializado de técnicos, o bien animarnos a elaborar un programa de posgrado con oferta interinstitucional en residuos.

6. Conclusiones

La transmisión y el intercambio de conocimientos, tanto en términos de flujos como de insumos, es el recurso más importante que se permuta en esta red de conocimientos y es el recurso que tiene mayores efectos en los procesos productivos de sus actores, en este caso correspondientes a las actividades sustantivas universitarias: docencia, investigación y difusión de la cultura.

Esta revisión arroja que los actores y sus instituciones han sido cruciales para maximizar la transmisión y el intercambio de conocimientos de la red. Sería muy interesante mapear la distribución precisa de este recurso en los nodos estratégicos distribuidos en todo el país y distinguir entre los insumos endógenos al nodo y los exógenos al nodo, pero endógenos a la red.

Hasta lo ahora revisado y experimentado en primera persona como parte de esta red de conocimientos, identifiqué que entre los resultados más importantes de la SOMERS se encuentra la capacitación y formación de recursos humanos, la transferencia de habilidades y destrezas, la publicación de artículos científicos y el desarrollo de la investigación científica.

Soy una de las *basurólogas* que se integró a la SOMERS más recientemente; sin embargo, he atestiguado que su devenir se encuentra inmersa en el acontecer histórico de México; nada de lo que nuestro país experimenta le es ajeno a la SOMERS, sino que influye en sus trabajos, dinámicas y le da rumbo. Eso es un aspecto estimulante para quienes formamos parte de esta red y nos comprometemos a garantizar que siga siendo así.

Referencias bibliográficas

- [1] Casas, R. (2002) Enfoque para el análisis de redes y flujos de conocimiento en Luna M. (Coord.) Itinerarios del conocimiento: formas dinámicas y contenido. Un enfoque de redes. Anthropos e Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM. México. pp. 19-50.
- [2] Ojeda-Benitez, S. (2007) Presentación en Ojeda-Benitez, S. y Lozano Olvera, G. *Encuentro de expertos en residuos sólidos en México*. UABC. pp.4-5.
- [3] Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a los Residuos Sólidos. (2023) Misión En línea <http://www.somers-ac.org/paginas/mision.php> Recuperado el 16 de septiembre de 2023.
- [4] Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. (2021) ¿Quiénes somos? En línea <https://www.crim.unam.mx/quienes-somos/> Recuperado el 9 de septiembre de 2023.

- [5] Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. (2021) Gobierno y Políticas Públicas. En línea <https://www.crim.unam.mx/programas-de-investigacion/gobierno-y-politicas-publicas/> Recuperado el 9 de septiembre de 2023.
- [6] UNAM Campus Morelos. (2022) Programa Basura Cero: Concurso International Green Gown Awards. [Video]. YouTube. En línea https://youtu.be/mfdf_sOWgVg?feature=shared Recuperado el 10 de septiembre de 2023.
- [7] Jiménez-Martínez, N.M. y García-Barrios, R. (2020) The Zero Waste University Program in Mexico: A Model for Grassroots Innovations in Sustainability. *Sustainability*. 12(22):9444. <https://doi.org/10.3390/su12229444>
- [8] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020) Cartilla para Mejores Prácticas para la Prevención del COVID-19. México. En línea <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/cartilla-para-mejores-practicas-para-la-prevencion-del-covid-19-en-el-manejo-de-residuos-solidos-urbanos?state=published> Recuperado el 10 de septiembre de 2023.

La colaboración en la investigación sobre residuos en Jalisco

^{1,*}Beatriz Adriana Venegas Sahagún, ²Gerardo Bernache Pérez, ³Sofía Chávez Arce

¹Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Periférico Norte N° 799, Núcleo Universitario Los Belenes, C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México, (33) 3770 3300 ext. 25733, beatriz.adriana@cucea.udg.mx

²Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social – Occidente

³Vías Verdes A.C.

Resumen

En este documento se presenta, cómo investigadores del Área Metropolitana de Guadalajara han estudiado los residuos generados en el estado de Jalisco. Se mencionan las redes de colaboración entre sus diversas instituciones, y cómo ha funcionado su trabajo a través de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS). Aunado a esto, se hace referencia a los proyectos pasados y actuales, además de las publicaciones más recientes, de dichos investigadores que entrelazan sus hallazgos al hacer vinculaciones. Cabe mencionar que la SOMERS se vuelve una red de suma importancia para encuadrar los trabajos de investigación individuales.

Palabras clave: Área Metropolitana de Guadalajara, colaboración, residuos, vinculación.

1. El estudio de los residuos en el Área Metropolitana de Guadalajara

El estudio de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GIRSU), peligrosos, electrónicos y de manejo especial tiene las vertientes políticas, de gestión y social, las cuales han sido y son estudiadas por las y los investigadores de Jalisco, en especial del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG). En este caso, instituciones como el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social – Occidente (CIESAS-Occidente), la Universidad de Guadalajara (UDG) y Vías Verdes A.C. son las que han albergado a estos investigadores.

El origen del estudio de los residuos en el AMG desde la perspectiva social fue iniciado por el Dr. Gerardo Bernache Pérez de CIESAS- Occidente, quien en el periodo de 1986-1989 inicia su formación como asistente de investigación en el proyecto liderado por Dr. William Rathje y el Dr. Iván Restrepo (CECODES) y fue en 1995 cuando comienza con el Proyecto “*Estudio de la Basura Doméstica y su Impacto en el Medio Ambiente de la Zona Metropolitana de Guadalajara*”, el cual se vuelve un parteaguas en el área de estudio por la forma de abordaje. El Dr. Bernache continúa con los estudios de residuos los cuales se extienden a la región occidente el país, teniendo claras sus líneas de investigación, la cuales se enmarcan en Ambiente, Sociedad, Antropología y Estudios Políticos. Desde su área laboral como Profesor-Investigador se dedicó a la formación de jóvenes a nivel licenciatura, maestría y doctorado interesados e interesadas en el tema de residuos desde una visión social.

Entre sus publicaciones más importantes destacan estudios de riesgo por contaminación debido a la disposición final de residuos en la región centro occidente del país [1], así como el estudio de la

GIRSU y por ende el desafío que tienen los municipios para poder llevarla a cabo, y poder alcanzar así el desarrollo sustentable [1].

Entre las principales reflexiones del trabajo del Dr. Bernache se tiene que los sitios de disposición final en la región occidente son un foco de infección y contaminación para los ecosistemas y la población, así mismo, la cantidad de residuos que se genera en esta región sigue en incremento y la falta de capacidades institucionales se ha vuelto un impedimento para mejorar la GIRSU [2] - [4].

El trabajo del Dr. Bernache no queda sólo en la academia, si no que ha hecho nexos para apoyar a diferentes asociaciones civiles y Organizaciones no Gubernamentales (ONG's), entre las que destacan Un Salto de Vida A.C. y Vías Verdes A.C. Esta última fue fundada por la Mtra. Sofía Chávez Arce en el año 2007 y surge como un centro de acopio en la colonia Seattle del municipio de Guadalajara, Jalisco. Tanto el Dr. Bernache como la Mtra. Sofía son miembros de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aplicada a Residuos Sólidos (SOMERS), y han trabajado proyectos en conjunto sobre el tema de Residuos Electrónicos, tal como lo han presentado en los Encuentros de Expertos en Residuos Sólidos (ENERS), entre estas ponencias destacan las siguientes:

- La campaña intermunicipal de acopio y tratamiento de los residuos eléctricos y electrónicos en Jalisco 2013.
- El manejo de los residuos electrónicos en Jalisco 2010-2013.
- La Campaña de electroacopio 2014 en Jalisco.
- El Manejo y disposición de los residuos de medicamentos en Guadalajara.

Por otro lado, desde la Universidad de Guadalajara, la Dra. Beatriz Adriana Venegas Sahagún en el 2010 inicia con su trabajo de maestría enfocado a la GIRSU, enfocándose en las intermunicipalidades de Jalisco, teniendo como líneas de investigación sustentabilidad y gestión ambiental local enfocada a los residuos sólidos urbanos. Fue en 2014 cuando el Dr. Bernache y la Dra. Venegas coinciden, ya que ella ingresa al Doctorado en Ciencias Sociales en donde el Dr. Bernache fungió como su director de tesis. El proyecto que se desarrolló en la tesis doctoral fue "*Poder y gestión integral de los residuos sólidos urbanos en dos municipios mexicanos*", el cual se llevó a cabo en los municipios de Zapopan y San Pedro Tlaquepaque los cuales son parte del AMG, cuestión que abona a los esfuerzos del Dr. Bernache en el estudio de los residuos con perspectiva social. Cabe mencionar que fue el Dr. Bernache quien invita a la Dra. Venegas a ser miembro de SOMERS por parte de la UDG.

Entre las publicaciones más recientes de la Dra. Venegas se encuentran aquellas que estudian las injusticias ambientales en relación con la deficiente GIRSU [5], así como estudios sobre percepción de riesgo [6] y aquellos en materia de gestión y política relacionada con los residuos sólidos urbanos [7], [8].

Los tres miembros de SOMERS mencionados anteriormente cuentan con grupos de investigación en sus centros de trabajo, pero llegan a hacer colaboración en lo que respecta a los temas de residuos en Jalisco desde la visión social, ya sea como lectores y/o sinodales de tesis de pregrado y posgrado, invitaciones a eventos, seminarios, entre otros.

2. Proyectos

Actualmente el Dr. Bernache colabora en el Programa Nacional Estratégico (PRONACE) "*Río Santiago*" a cargo del Dr. Omar Arellano (Facultad de Ciencias de la UNAM), este proyecto se titula "*Incidencia para la regeneración ec hidrológica y la reapropiación comunitaria de la Cuenca Alta del Río Santiago*" y colaboran equipos de la Universidad Nacional Autónoma de

México (UNAM), UDG, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), Un Salto de Vida, A.C. y otras instancias. Las metas de incidencia de dicho proyecto son las siguientes:

- Conocer los sistemas de tratamiento de agua instalados, sitios de disposición de residuos, actividades agropecuarias y fuentes fijas de contaminación.
- Diagnóstico del modelo de la gestión institucional del territorio, incluyen el agua superficial y subterránea y residuos sólidos urbanos.
- Proponer mejoras en la gestión de Residuos Sólidos Urbanos y el fortalecimiento de capacidades.

Teniendo como meta general de investigación identificar los sitios en operación y clausurados de disposición de RSU y analizar el modelo institucional actual y la eficacia de los actos de autoridad para el control de los usos y vertidos del agua en la Cuenca Alta del Río Santiago.

Como metas específicas se plantea lo siguiente:

- Diagnóstico de la generación de residuos sólidos urbanos y sitios de disposición final (vertederos).
- Métodos de inclusión e integración transectorial de saberes y prácticas, fortalecimiento de capacidades para impulsar la gestión integral de residuos en la región.
- La participación de las comunidades en el proyecto a diferentes niveles es crucial para lograr la reapropiación del territorio y mejorar la gestión de residuos.

Entre las principales conclusiones del PRONACE Río Santiago, las cuales también fueron presentadas en el X Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos destacan las siguientes: Los sitios de disposición final que existen en el estado de Jalisco, son sitios no controlados debido a que no cumplen con los criterios mínimos de construcción que establece la NOM-083-SEMARNAT-2003, en específico los sitios de Poncitlán, Atotonilco el Alto y Tototlán los cuales están contaminando la Cuenca Alta del Río Santiago con los lixiviados que se generan, aunado a esto, en los análisis de lixiviado se encontraron los siguientes elementos fuera de los límites establecidos cromo, zinc, níquel, cadmio y mercurio [9].

Por su parte, la Dra. Venegas se ha enfocado en el proceso de gestión de los residuos a nivel municipal, abarcando temas sobre capacidades, gobernanza, eficiencia, análisis de actores, financiamiento y percepciones de la población. Estos temas se vuelven el objeto de estudio debido al impacto que tienen en las etapas de la GIRSU, y por otro lado, a los impactos ambientales y los daños a la salud generados por la mala gestión de los residuos. Los resultados de estas investigaciones se ven reflejados en las publicaciones mencionadas anteriormente, en donde se destaca la falta de capacidades institucionales en los municipios, lo cual limita que exista una buena gestión en los residuos sólidos urbanos, así mismo, dentro de estas capacidades, el financiamiento con que cuentan los municipios es deficiente para poder llevar a cabo todas las actividades necesarias en el ámbito. En cuanto al tema de actores, se visibiliza el uso del poder que se ejerce en cada etapa y lo que impide el avance en la mejora de la GIRSU. Por su parte, en cuanto al análisis de percepción, se hace visible que las personas que habitan en las inmediaciones de un relleno sanitario *“aún perciben el riesgo desde una noción del espacio limitada, lo cual impide reaccionar frente a la amenaza; ésta tiene un portafolio de riesgos, en donde el habitar en las inmediaciones del relleno no es visibilizado como una amenaza importante a su bienestar físico”* [6].

Entre los impactos que se han tenido tanto en la población como en los municipios es la inclusión e invitación del Dr. Bernache y la Dra. Venegas a mesas de diálogo con los ayuntamientos de los municipios de la región, la participación en los diagnósticos y elaboración de diversos programas

sobre el manejo de residuos. El Dr. Bernache, en específico, ha sido un actor clave en las demandas de justicia ambiental por la mala disposición de los residuos sólidos urbanos, y ha colaborado activamente con la población.

Por su parte, la Mtra. Sofía Chávez de Vías Verdes A.C. como líder de su equipo ha realizado proyectos de intervención social y de investigación, así mismo, ha apoyado al sector gubernamental en la elaboración de Programas de Gestión del Manejo de Residuos, entre otros. Los proyectos que destacan son los siguientes:

- Diagnóstico exploratorio sobre el uso, almacenamiento y disposición final de medicamentos de la Zona Metropolitana de Guadalajara.
- Diagnóstico de conocimientos, educación y manejo de los residuos eléctricos y electrónicos de los ciudadanos de Jalisco. Y diagnóstico de la cantidad y características de los residuos eléctricos y electrónicos que se generan en el Estado.

Aunado a los proyectos de investigación, Vías Verdes A.C. se vuelve un nicho de colaboración importante en el AMG para la cultura y la Educación Ambiental.

3. Las redes de colaboración bajo el marco de la SOMERS

La creación de una red de colaboración como la SOMERS ha permitido la cooperación entre los investigadores mencionados y sus instituciones. En este sentido, el Dr. Bernache es parte de los miembros fundadores de la SOMERS, por lo que su liderazgo y reconocimiento en la región se ven reflejados al formar investigadores jóvenes interesados en el tema. Entre las colaboraciones más importantes que se tienen fue la organización del ENERS en 2018, el cual se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), en este encuentro se presentaron 68 ponencias teniendo mucha afluencia. Las ponencias presentadas se dividieron como se observa en la Figura 1.

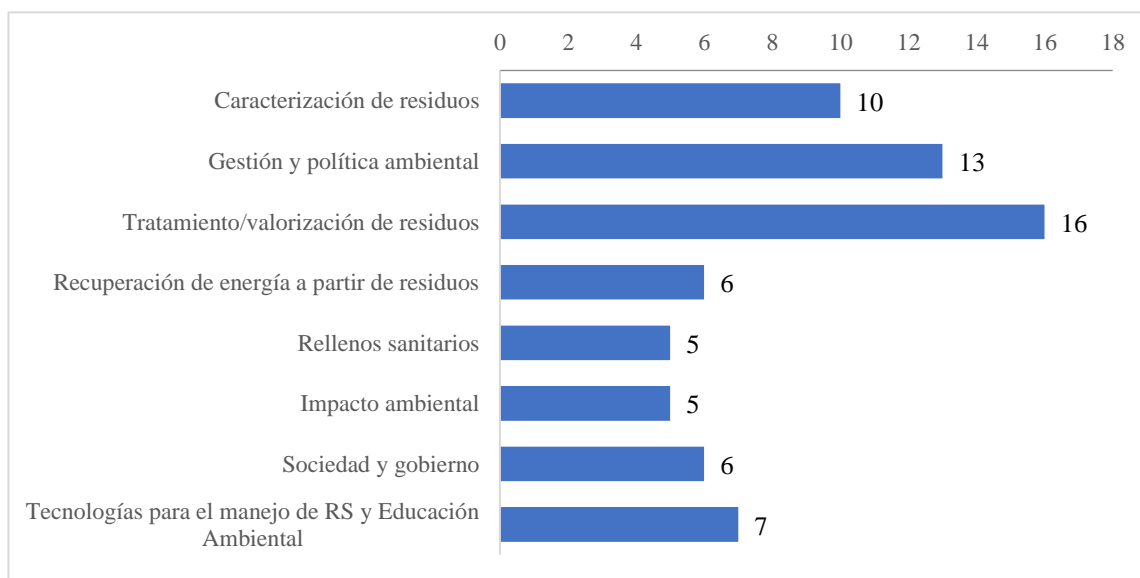


Figura 1. Número de ponencias por categorías en el ENERS 2018

La SOMERS ha permitido que los miembros del AMG se integren a proyectos con investigadores miembros de otras universidades y centros de investigación, lo que se puede observar en las

publicaciones mencionadas y futuras colaboraciones. Cabe destacar que esta red permite el intercambio de experiencias y conocimientos entre sus miembros, así como la participación e invitación de estos en eventos académicos como ponencias, webinars, sinodales y revisores de tesis.

Entre las colaboraciones que se deben resaltar se encuentran, la participación de los alumnos y alumnas de la Licenciatura en Gestión y Economía Ambiental de la Universidad de Guadalajara, carrera que Coordina la Dra. Venegas, en el servicio social y prácticas profesionales en Vías Verdes, A. C., así como la participación en proyectos de investigación de los alumnos y alumnas de la misma licenciatura en CIESAS – Occidente los cuales culminan con la elaboración de una tesis de investigación.

Una pregunta recurrente de los miembros de SOMERS es ¿qué sigue? Un punto fundamental en el que se coincide es en ser activos y activas representando a la sociedad, participar en mesas de trabajo y aportar los conocimientos adquiridos en la mejora de la GIRSU, ya sea apoyando a municipios, organizaciones o a la población en general. En el año 2024 se llevará a cabo el próximo ENERS en la Universidad de Guadalajara, y la colaboración con CIESAS-Occidente y Vías Verdes A.C. será fundamental para el desarrollo del evento. Aunado a esto, tanto el Dr. Bernache como la Dra. Venegas son miembros de la Red de Ingeniería en Saneamiento Ambiental (REDISA), lo que hace que la colaboración continúe.

Referencias bibliográficas

- [1] Bernache, G. (2012). Riesgo de contaminación por disposición final de residuos. Un estudio de la región centro occidente de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28(1), 97-105.
- [2] Bernache, G. (2000). Los ayuntamientos y el desarrollo sustentable: el desafío de la gestión de residuos sólidos. En Guillermo de la Peña y Jorge Aceves (compiladores), páginas 481-500. *Colección CIESAS Occidente XXV Años*, México, D.F.
- [3] Bernache, G. (2011). *Cuando la basura nos alcance. El impacto de la degradación ambiental*. México: Editorial Casa Chata, CIESAS.
- [4] Bernache, G. (2010). El desarrollo sustentable y la gestión de residuos sólidos en los municipios urbanos de la Región Centro Occidente. *Boletín ObserVa*, (12).
- [5] Venegas-Sahagún, B. A., & Gran-Castro, J. A. (2023). Injusticia ambiental y violaciones de los derechos humanos en Jalisco, México. *Íconos-Revista de Ciencias Sociales*, (77), 197-216.
- [6] Mancha Gálvez, E. E., & Venegas Sahagún, B. A. (2023). Percepción del riesgo de habitar en las inmediaciones de un sitio de disposición final de residuos sólidos, El Salto, México. *Revista de Ciencias Ambientales*, 57(2).
- [7] Turcott Cervantes, D. E., Venegas Sahagun, B. A., & Lobo Garcia de Cortazar, A. (2022). Towards flexible evaluation schemes in areas with lacking information: a case of waste governance in Mexico. *International Review of Administrative Sciences*, 88(4), 1228-1249.
- [8] García Bátiz, M.L. y Venegas Sahagún, B.A.) (2022) Disposición a pagar por el servicio de manejo de los residuos sólidos urbanos en los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara. En J.S. Sánchez Martínez (Coord.) Las finanzas públicas en los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara (65-90). El Colegio de Jalisco.
- [9] Bernache-Pérez, G.; Pérez-Rojas, G.; Cruz-Barbosa, J.; Rico-Sotelo, G., y Ventura, E. (2023). La disposición final de residuos en Jalisco, México. En M.D. Bovea Edo, M. Braulio Gonzálo, M. C. Alberola, F.J. Colomer Mendoza, A. Gallardo Izquierdo, V. Ibáñez Forés y G. Monrás Tomás (Eds) Actas del X Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Universitat Jaume I. Pp. 1018-1025.



SOMERS
Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología
Aplicada a Residuos Sólidos A.C.

Encuentro de
Expertos en
Residuos Sólidos