

# Materia, Energía y Desarrollo Sostenible MEDS



**GIATME**

Grupo de Investigación de Aprovechamiento  
Tecnológico de Materiales y Energía



**GIDMYM**

Grupo de Investigación en Diseño  
Mecánico y Materiales

1 versión



*Materia, Energía y Desarrollo Sostenible MEDS*

ISSN 2805-9344

<http://dx.doi.org/10.18180/memorias.ISSN28059344>

Edición 1

Editorial Universidad ECCI

Editor Luz Adriana Suárez Suárez

<https://www.ecci.edu.co/memorias-evento/>

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio  
sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales

Bogotá Colombia

octubre

2021

## Línea Insitucional MEDS

Materia, Energía y Desarrollo Sostenible: MEDS es una línea institucional que busca propiciar las condiciones para la apropiación, aplicación y generación de conocimiento alrededor de: la creación, procesamiento y aplicación de nuevos materiales, energía (renovables, su uso racional y eficiente) con el fin de garantizar la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

### Grupo de Investigación en Materiales y Energía

GIATME es un grupo abierto a trabajar interdisciplinariamente, de acuerdo a la Convocatoria 833 de 2018 de Miniciencias, está en categoría B, contando con 4 investigadores asociados y 5 investigadores junior.

El grupo ha sido fundamental para sustentar la apertura de programas de posgrado como las Maestría en Ingeniería y la Maestría de Materiales y Procesos, así como también en el pregrado de Ingeniería Química, y la renovación de registro calificado en los programas de la dirección de Ingeniería Mecánica. GIATME fue pionero en la organización de eventos científicos en la ECCI cuando junto a la Universidad Santo Tomas, la Universidad Libre y la ONG Akuaippa celebraron el “Primer Congreso de Energía Sostenible 2012”. Además se participa en la red Prideras, la red Enersos y la de Bioenergía.

### Grupo de Investigación en Diseño Mecánico y Materiales

Se ha caracterizado por una interacción con el entorno empresarial afin a las carreras de Ingeniería Mecánica, lo cual le ha permitido influir por medio de proyectos de grado en el desarrollo de máquinas, mecanismos o dispositivos que suplen una necesidad específica. En relación de proyectos de investigación y desarrollo resaltan la relación universidad- empresa, como lo ha sido TNK, con la cual se desarrolló la ingeniería para el diseño de engranes en cajas de dirección. La relación del diseño mecánico con otras líneas de investigación es importante sobre todo la línea de Materiales y Procesos, el cual es un complemento ideal en la realización de proyectos como el anterior, en el cual la empresa busca llegar hasta la etapa de comercialización del producto.

### Fecha y hora

Del 25 al 29 de octubre de 2021.

## Panelistas

### Hernando Curtidor

Químico y Doctor en Biociencias. Tiene experiencia en investigación relacionada con el desarrollo de vacunas sintéticas, estudio de interacciones hospedero-patógeno, identificación de receptores y estudios con péptidos antimicrobianos y, en el uso de técnicas de inmunquímica, biología molecular y síntesis de péptidos. Además, su campo de acción docente incluye Química general, Bioquímica, e Inmunología.

### Claudia Natalia Lara

Magister en Ingeniería Mecánica de la Universidade de São Paulo (2007), Doctora en Ingeniería Mecánica de la Universidade de São Paulo (2012). Tiene experiencia en Ingeniería Biomédica, enfocándose en Bioingeniería, actuando en los siguientes temas: tomografía de impedancia eléctrica, problemas inversos, posición de electrodos, programación lineal secuencial y gauss-newton.

### Manuel Alejandro Mayorga Betancourt

Ingeniero Químico y Magíster en Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, con énfasis en bioprocesos, en la modalidad de investigación. Categorizado por Minciencias como Investigador Asociado desde diciembre de 2017. Candidato a Doctor, Ph.D. (c) en Ingeniería – Ingeniería Química en la Universidad Nacional de Colombia. Coinvestigador del proyecto con la FAC titulado: “*Uso de Bioqueroseno como Combustible en Aeronaves de La Fuerza Aérea Colombiana*”. Ha profundizado en las áreas de ingeniería de alimentos, seguridad industrial, procesos y bioprocesos. Con aptitudes para el diseño, modelamiento, optimización y control de los procesos químicos de la industria. Docente de la Universidad ECCI por 15 años y de universidades como la Universidad América, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá y la Universidad de Cundinamarca.

### Luisa Fernando Infante

Magister en Diseño, Gestión y Direccionamiento de Proyectos. Docente y tutora de la Dirección de Virtualidad en asignaturas Teorías Organizativas, Emprendimiento, Plan de Negocios, Fundamentos de Administración y Economía, y Cátedra ECCI. Auditora Interna de Calidad. Aptitudes para el diseño y optimización de procesos industriales. Experiencia en el manejo de herramientas tecnológicas. Con conocimientos en Docencia Digital. Cuenta con capacidad de liderazgo, manejo de grupos, trabajo en equipo, planeación estratégica y fácil adaptabilidad. Con visión en procesos de investigación y desarrollo. Con sentido de justicia

y servicio, honesta, que ama hacer su trabajo de manera excelente, con alta sensibilidad por las necesidades del otro, que busca el progreso y la mejora continua, por último muy atenta a la crítica.

#### [Manuel Amézquita Pulido](#)

Ingeniería Mecánica con Maestría en Materiales y Procesos de Manufactura, Doctor en Ingeniería - Ciencia y Tecnología de Materiales.

#### [Martin Schmal](#)

Graduated in Chemical Engineering at the Engineering Faculty of the Catholic University of S. Paulo (1964), he received a Master's degree in 1966 from the Federal University of Rio de Janeiro/COPPE, Brazil, and obtained his doctorate degree (Dr. Ing.) from the Technische Universität Berlin, Germany (1970). He became an associate professor at the Chemical Engineering Department of the Federal University of Rio de Janeiro in 1970, became Full Professor in 1985 and has been Emeritus since 2008. He specialized at the Institut du Recherche sur la Catalyse, Lyon, France (1981) and at the University of Karlsruhe, Germany (1983). He has been teaching Kinetics and Reactors to undergraduate students at the Chemical Engineering School, Catalysis to graduate students at COPPE and a Postgraduate course in Engineering for over 40 years, since 1973. The main research topics at Nucleous of Catalysis are catalysis, the catalytic process and nanoscience.

#### [Edgar Mauricio Vargas Solano](#)

Ingeniero Químico con Maestría en Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander y candidato a Doctor en Ingeniería Química de la Universidad de Aveiro en Portugal. Su actividad académica gira en torno a la docencia en áreas como la mecánica de fluidos, el diseño de procesos y el diseño de reactores; en investigación, su trabajo está orientado en áreas de biocombustibles y catálisis heterogéneas. Ha trabajado en diferentes entidades públicas y privadas como Colciencias, Universidad Industrial de Santander, ECOPETROL-ICP, Universidad de los Andes y Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

#### [Sandra Milena Arroyave Piedrahita](#)

Candidata a Doctorado en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Magister de la University of Warmia and Mazury con el proyecto "*Identification and analysis of suitable materials as a Phase Change Material for use in latent heat storage within high temperature energy processes*", Magister de la Hochschule Offenburg - University of Applied Sciences con el proyecto "*Identification and analysis of suitable materials as a Phase Change Material for use in latent heat storage within high temperature energy processes*", Pregrado en Ingeniería Química, con el proyecto "*optimización del proceso de conchado en la Compañía Nacional de Chocolates*".

#### [Manuel Arturo González Ramírezs](#)

Candidato a magister en ingeniería con énfasis en mecánica, Ingeniero mecánico con experiencia en el sector de diseño y fabricación de máquinas y productos; experiencia en iderazgo de equipos de trabajo, administración de recursos económicos y talento humano,

instalación y puesta en marcha de equipos. Amplio conocimiento en procesos de manufactura y transformación de materiales.

#### [José Alirio Mendoza Mes](#)

Trabaja en el Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia. Investiga en Cinética Química, Catálisis y Química Analítica.

#### [Alejandra Maria Fernandez Solarte](#)

Ingeniera Física con Doctorado en Física. Se desempeña en el campo de la docencia e investigación. Tiene conocimiento y experiencia en el área de los materiales cerámicos y minerales arcillosos tipo Montmorillonita con fines tecnológicos y ambientales. Habilidades para diseñar, evaluar, transformar, caracterizar y desarrollar materiales funcionales e igualmente capaz de relacionar la estructura del material en desarrollo con sus propiedades físicas, reológicas y químicas, así como de determinar dichas propiedades.

#### [Holman Jiovanny Mesa Mesa](#)

Doctorado Universidad de Rio de Janeiro con el proyecto catalizadores de platina soportados sobre zeólitas HZSM5 con estructura hierárquica de poro: síntese, caracterização e desempenho na reação de hidroconversão de n-hexadecano, Magister en la Universidad Nacional de Colombia en Ciencias Químicas. Licenciatura en Física de la Universidad Distrital y pregrado en Química de la Universidad Nacional.

#### [Héctor Dario Díaz Ortiz](#)

Magister en Ingeniería química e Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia, experiencia en Aprovechamiento de materiales, docente de la dirección de ingeniería química de la Universidad ECCI.

#### [Ivan Dario Gil Chaves](#)

Es profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. Recibió un B.S. y Maestría en Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Obtuvo su doctorado en Ingeniería Química en la Universidad de Lorraine y la Universidad Nacional de Colombia (bajo supervisión conjunta). Gil ha participado en algunos proyectos industriales en el área de diseño, optimización y control de procesos; principalmente ha colaborado con representantes de Aspen Technology en Colombia en aplicaciones avanzadas de control de procesos. Su investigación se centra en los biocombustibles, con énfasis en el etanol combustible y el uso de destilación extractiva para deshidratar mezclas de etanol-agua. También trabaja en modelado, simulación y control de operaciones de reacción y separación. El Dr. Gil es coautor de varias publicaciones en revistas especializadas sobre diseño y control de procesos. Actualmente, el Dr. Gil está asesorando algunos proyectos en la industria del Cannabis relacionados con la extracción, separación y purificación de cannabinoides.

#### [Luis Ignacio Rodriguez Varela](#)

Ingeniero Químico Universidad Nacional, Profesor Asistente Departamento Ingeniería

Química y Ambiental-U.N. Experiencia en producción de café descafeinado con  $CO_2$  supercrítico. Montaje de plantas de alimentos. Montaje de cuartos fríos industriales. Diseño de reactores para alta presión. Extracción de productos naturales con  $CO_2$  supercrítico. Extracción de aceite de cannabis con  $CO_2$  supercrítico.

#### Camilo Sánchez Tobón

Ingeniero químico y de procesos con experiencia en la optimización y resolución de problemas de unidades de operación de plantas. Líder de equipo y experto técnico en la planta de procesos con iniciativa, trabajo en equipo, orientación a resultados y excelentes habilidades interpersonales.

#### Astrid Nausa Galeano

Magister en Ingeniería con el proyecto *“Initial scale-up of the process production of a monoclonal antibody employing chinese hamster ovary cells”*. Ingeniera Química de la Universidad Nacional de Colombia con el proyecto *“análisis causal de merma en la cerveza de Tocancipa, propiedad de Bavaria S.A”*.

#### William Rodríguez Delgado

Administrador ambiental de la Universidad Distrital, magister en Eficiencia energética, Energías Renovables, experiencia en : Gestión Ambiental, Administración Ambiental, Ingeniería Ambiental, Huella de Carbono, Huella Ecológica, Análisis de Ciclo de Vida.

#### Santiago Torres Salamanca

Ingeniero químico y magister en ingeniería química.

#### Janett Barbosa Urbano

Docente investigadora con más de 15 años de experiencia en docencia universitaria e investigación en diversos campos como la enseñanza de la física, la física moderna, energías renovables y temas sobre filosofía de la ciencia.

Pregrado: Licenciada en Física, Universidad Pedagógica Nacional.

Postgrado: Especialista en Matemática Aplicada con énfasis en Sistemas Dinámicos.

Maestría: Docencia e Investigación Universitaria, énfasis en Ingeniería.

#### Oscar Javier Quintero Salazar

Ingeniero Industrial, Consultor Especializado en VENTA DE SOLUCIONES BLOCKCHAIN y TECNOLOGÍAS 4.0 enfocadas a casos de uso en Economía Circular. Certificado como Consultor de Negocios en TECNOLOGÍAS BLOCKCHAIN. Certificado como Desarrollador CORDA - R3. Consultor Funcional SAP MARKETING CLOUD. Experiencia aplicada a herramientas de Automatización de Marketing, desarrollo de proyectos utilizando plataformas y soluciones tecnológicas para el sector Salud e Industrial en Colombia, con habilidad para evaluar Modelos de Negocios y Oportunidades de crecimiento en las empresas. Gerencia de proyectos digitales, habilidades para la Venta Consultiva aplicando metodologías Inbound Sales y Solution Selling. Coach de negocios basados en Lean Startup, Business Model Canvas y modelos Ágiles. Product Owner y Scrum Master Certificado por

Certiprof.

[Felipe Correa Mahecha](#)

Docente de la Universidad de América en el Departamento de Ingeniería Química.

[Diana Patricia Orduz Camacho](#)

Ingeniera electricista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, especialista en distribución de energía de la Universidad nacional de Colombia y Magister en enseñanza de las ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales.

[William Hernán Coral Cuellar](#)

Doctor en Automática y Robótica.

Maestría/Magister Université de Technologie de Belfort-Montbéliard Genie Electrique et Systemes de Commande Robótica Bio-Inspirado usando Actuadores tipo SMA (Shape Memory Alloy)

Pregrado/Universitario Université de Technologie de Belfort-Montbéliard Ingenieria Electrica y Sistemas de Control Robótica Bio-Inspirado usando Actuadores tipo SMA

Pregrado/Universitario ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO Ingeniería Electrónica.



## Comité Organizador

*Hernando Curtidor Castellanos* , **Vicerrector de investigación**  
*Claudia Natalia Lara*, **Directora del Grupo de Investigación en Diseño Mecánico y Materiales**  
*Manuel Alejandro Mayorga Betancour*, **Director grupo del Grupo en Aprovechamiento en materiales y energía GIATME**  
*Wilson Hernandez Muñoz*, **Docente ECCI**  
*Luis Carlos Ardila Tellez*, **Docente ECCI**  
*Francisco Marin Quiroga*, **Docente ECCI**  
*Melisa Martínez Soto*, **Docente ECCI**  
*Alberth Renne Gonzalez Caranton*, **Docente ECCI**  
*Janett Barbosa urbano*, **Docente ECCI**  
*Daniel Eduerdo Villalobos Correa*, **Docente ECCI**  
*Giovany Orozco Muñoz*, **Docente ECCI**  
*Sandra Milena Chingate*, **Docente ECCI**  
*Hector Dario Días Ortiz*, **Docente ECCI**  
*Astrid Nausa Galeano*, **Docente ECCI**  
*Tatiana Camila Puentes Escobar*, **Docente ECCI**  
*Luis Fernando Villamarin*, **Docente ECCI**  
*Maria Camila Orjuela* , **Comunicadora Universidad ECCI**  
*Cesar Rua*, **Diseñador Gráfico**  
*Luz Adriana Suárez Suárez* , **Editorial**

## Índice

Aprovechamiento de cascarilla de arroz para la producción de agentes adsorbentes <i>Hector Dario Diaz Ortiz</i>	1
Aplicaciones con Microondas <i>Santiago Torres Salamanca, Hugo Martín Galindo, Sebastian Noguera, Luz Adriana Suárez</i>	2
Biocombustibles a Partir de Residuos en el Marco de la Economía Circular <i>Edgar Mauricio Vargas Solano</i>	5
Alternativa en la economía circular: Uso de pulverizado de llantas para la fabricación de concreto <i>Sergio David Montaña Canizales</i>	9
Aproveitamento energético de combustíveis <i>Martin Schmal, Vinicius Mordolo Santos, Camila Emília Kozonoe</i>	11
Simulación computacional del proceso de bruñido <i>Manuel Arturo González Ramírez, Daniel Villalobos</i>	16
Diseño y construcción de un prototipo modificado de una caldera pirotubular horizontal de 5 BHP sin cono refractario y refrigerada por agua <i>Miguel Alejandro León, Wilson Muñoz, Daniel Villalobos</i>	18
Aplicaciones Avanzadas de Almidones Nativos de Cultivos Colombianos <i>Sandra Milena Arroyave Piedrahita</i>	21
La Industria del Cannabis un reto para la ingeniería Colombiana <i>Iván Darío Gil Chaves</i>	23
De la refinería a la bioingeniería <i>Jose Alirio Mendoza Mesa</i>	24
Principales directrices para la toma de muestras de aguas superficiales y su análisis microbiológico en el laboratorio <i>Alba Rangel</i>	25
Estudio de la influencia de la geometría de los canales de alimentación y compuertas en la calidad de las piezas producidas por inyección de plásticos. <i>Manuel Amézquita Pulido</i>	26
¿Cuánto tiempo nos queda? cambio climático y ODS (objetivos de desarrollo sostenible). <i>Luisa Infante, Oscar Quintero, Janett Barbosa</i>	27

Promoción de habilidades en resolución de problemas en física del electromagnetismo aplicando estrategias STEM. <i>Diana Orduz, Wilman Ricardo Henao Giraldo</i>	28
Bioconversión de Residuos Empleando Larvas de Mosca Soldado Negro <i>Felipe Correa Mahecha</i>	31

# Aprovechamiento de cascarilla de arroz para la producción de agentes adsorbentes

Hector Diaz  
Universidad ECCI  
hdiaz@ecc.edu.co  
Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

Las zeolitas son materiales de gran importancia industrial, derivados de su capacidad de tamizado molecular e intercambio iónico y sus propiedades catalíticas. Estos materiales han atraído un gran interés porque se pueden producir con diferentes estructuras cristalinas, con tamaños de poros y canales uniformes, alta área superficial, alta estabilidad térmica y una excelente capacidad de adsorción. En las últimas décadas se ha investigado la síntesis de zeolita, tratando de explotar materias primas más respetuosas con el medio ambiente en condiciones de procesamiento moderadas. Específicamente, algunos materiales de base biológica se han considerado como materia prima alternativa para la síntesis de zeolitas, en particular los residuos de los procesos de combustión de biomasa.

Debido al alto contenido de sílice en las cenizas de cáscara de arroz (casi un 90 % de sílice amorfa), este material es adecuado como materia prima para la producción de zeolita. Este residuo se obtiene de los hornos de secado y sancochado de arroz, y comúnmente se desecha en hornos de cemento o se mezcla directamente con los hormigones como reemplazo parcial del cemento. Sin embargo, la producción de materiales de zeolita sería una alternativa de mejor valor agregado, adecuada para la explotación en América Latina y Asia, donde el arroz es un producto agrícola importante.

Entre las diferentes posibles estructuras de zeolita que se pueden producir con las cenizas de cáscara de arroz, la zeolita X es de especial interés dada su capacidad de tamizado molecular y la alta selectividad adsorptiva en la separación de mezclas de parafina-olefina. En este sentido, este trabajo se centró en el uso de cenizas de cascarilla de arroz (RHA) obtenidas de una planta de molienda colombiana (producto de desecho del proceso de sancochado), como materia prima para la síntesis de zeolita X. Inicialmente, las cenizas crudas con un Se calcinó un contenido de  $SiO_2$  del 80 para eliminar el material carbonoso no quemado, alcanzando un contenido de  $SiO_2$  del 91 %. Luego, los sólidos calcinados se procesaron en condiciones alcalinas para obtener silicato de sodio. La mezcla resultante se filtró y se caracterizó mediante espectroscopía de absorción atómica para determinar el contenido de sodio y silicio. Para obtener un alto contenido de silicio en solución, se evaluó el efecto de la temperatura de reacción y la relación  $NaOH / SiO_2$ . Una vez obtenido el silicato de sodio, se evaluaron diferentes formulaciones para la síntesis de zeolita para optimizar el rendimiento y el grado de cristalinidad (determinado con difracción de rayos X). En las condiciones optimizadas, se obtuvo un material de zeolita x con un área superficial de  $870 \pm 4,6 \text{ m}^2 / \text{g}$ .

# Nanopartículas sintetizadas con microondas para la adsorción de metales pesados

Santiago Torres Salamanca, Hugo Martín Galindo, Sebastián Noguera, Luz Adriana Suárez

Universidad Nacional de Colombia

satorressa@unal.edu.co

suarez.luz@ecci.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

Las nanopartículas son materiales en investigación dadas sus propiedades específicas y diferentes a las sustancias a escala normal[1][2]. En los últimos años, han despertado el interés puesto que tienen aplicaciones en la medicina, bioingeniería, procesos químicos y ambientales, cosmética e ingeniería de alimentos[3]. Entre los muchos métodos de síntesis de nanopartículas se encuentra el método de síntesis por microondas el cual ha demostrado ser más eficiente en términos de tiempo, energía y costos que los métodos tradicionales[4][5]. Por otra parte, se ha demostrado que el calentamiento por microondas, basado en la interacción dipolo-dipolo, es más homogéneo lo que favorece la uniformidad en las nanopartículas producidas[6][7]. En el caso de este proyecto, se ha trabajado con óxidos de hierro, los cuales tienen múltiples aplicaciones, en particular, la adsorción de contaminantes como lo es el arsénico. Para la síntesis de los óxidos, se compararon el método tradicional con el método de microondas[8]. El principal cambio que se observó en el método fue el tiempo de reacción el cual pasó de ser 24 horas en el método tradicional a 1 hora en el método asistido por microondas. Por su parte, las estructuras obtenidas demuestran la homogeneidad en el calentamiento y la adición de NaOH destruye las estructuras nanoparticuladas. Se concluye que los métodos asistidos por microondas son más rentables y se logran partículas mejor estructuradas.

**Palabras clave:** *microquímica, compuesto inorgánico, economía de la energía*

## 2. Materiales y métodos

Para este trabajo se usaron como reactivos soluciones 3.5 M de NaOH y KOH, Nitrato de Hierro Nonahidratado, nitrato de Potasio y Oxono (Monopersulfato de Potasio). Todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico y no se realizó ningún tratamiento térmico. Para la síntesis tradicional se usaron reactores de teflón con una coraza metálica de acero inoxidable que cierra a presión fueron ingresados en un horno eléctrico durante el tiempo especificado en el método.

El equipo de microondas utilizado fue el MARS 6 de la marca CEM. En este equipo se configuraron los diferentes métodos utilizados para la síntesis de los óxidos de hierro.

Para la síntesis tradicional se utilizaron entre 808-1016 mg de nitrato de hierro nonahidratado, 200 mg de nitrato de potasio y un 1 g de oxono. Para una mejor precipitación se agregaron 0, 5, 7 o 10 mL de NaOH o KOH. se siguió el siguiente procedimiento:

El tiempo de reacción se caracterizó por ser 16, 24 o 48 horas en la síntesis tradicional y 1 o 2 horas en el horno microondas. Para la síntesis con microondas es importante resaltar que se realizó en un método de 5 pasos para el calentamiento, para mejorar el control que se tiene sobre la temperatura. Primero, se llevaron los reactores hasta 50 °C en 10 min. Luego, se calentaron hasta 70 °C en otros 10 min. Luego se llevaron a 100 °C en 5 min y finalmente, se alcanzó la temperatura de 120 °C en 10 min y se mantuvo hasta que se completó el tiempo correspondiente. La potencia se ajustó en cada etapa, empezando en 60 y llegando a un máximo de 300 W para el mantenimiento de la temperatura por el tiempo requerido.

Por otra parte, la preparación de los reactivos fue realizada de la misma forma para ambos métodos. Primero se pesaron y se diluyeron los reactivos en 60 mL de agua. Se añadió el hidróxido (NaOH o KOH) correspondiente a la mezcla y se maduró por 40 min en un equipo de mezclado. Después se llevó al calentamiento ya sea microondas o calentamiento tradicional. Luego, se hizo un centrifugado para separar los sólidos producidos y se lavaron con agua. Finalmente, se secaron a 90 °C por 24 horas.

Los sólidos fueron caracterizados por medio de microscopía de barrido (SEM).

### 3. Resultados

Los resultados mostraron que los métodos asistidos con microondas presentan formas más uniformes y estructuradas comparadas con el calentamiento tradicional. Por otro lado, si se pueden observar los aglomerados típicos de los óxidos de hierro, así como el efecto que tiene el tiempo en la evolución de las nanopartículas. Se puede identificar que a medida que se aumenta el tiempo de reacción, las estructuras que conforman los aglomerados parecen ser más pequeñas [9][10]. Esto se debe a que las partículas reciben más energía y tiempo para acomodarse en posiciones más organizadas. No obstante, la reducción es mínima y no parece justificar el gasto de energía.

Resalta las distintas capas de óxidos aglomerados que aparecen en los sólidos con 5 mL de NaOH y que se van perdiendo a medida que se aumenta la cantidad de NaOH presente. El NaOH ayuda en la precipitación del sólido cuando reacciona, por lo que, a mayor cantidad de este compuesto, más rápido precipita y no se alcanzan a formar las nanoestructuras que se buscan. En cuanto al tiempo en el microondas, no parece haber diferencias significativas entre 1 hora y dos horas, lo cual indica que no es necesario ese gasto de energía o de tiempo. Lo que sí se identifica es la diferencia entre usar NaOH o KOH, ya que las estructuras que se forman son diferentes, El KOH al ser menos agresivo, les da tiempo a los átomos para organizarse y mostrar una estructura más cristalina que la del sólido realizado con NaOH.

Finalmente, se puede observar que el método tradicional tiene estructuras mucho más amorfas que las de los sólidos realizados con microondas. Si se tiene en cuenta el tiempo y la energía necesarias para hacer el método tradicional, es claro que el método asistido con microondas es más rentable, rápido y con mejores resultados.

## Referencias

- [1] E Aivazoglou, E Metaxa, and E Hristoforou. Microwave-assisted synthesis of iron oxide nanoparticles in biocompatible organic environment. *AIP Advances*, 8(4):048201, 2017.
- [2] Changlun Chen and Xiangke Wang. Adsorption of ni (ii) from aqueous solution using oxidized multiwall carbon nanotubes. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 45(26):9144–9149, 2006.
- [3] Ebrahim Alipanahpour Dil, Mehrorang Ghaedi, and Arash Asfaram. The performance of nanorods material as adsorbent for removal of azo dyes and heavy metal ions: application of ultrasound wave, optimization and modeling. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34:792–802, 2017.
- [4] Kai He, Cheng-Yan Xu, Liang Zhen, and Wen-Zhu Shao. Hydrothermal synthesis and characterization of single-crystalline fe<sub>3</sub>o<sub>4</sub> nanowires with high aspect ratio and uniformity. *Materials Letters*, 61(14-15):3159–3162, 2007.
- [5] Nicholas E Leadbeater. Review of aqueous microwave assisted chemistry: Synthesis and catalysis, 2011.
- [6] *Journal of the American Chemical Society*, xiv +228(6):169.
- [7] Siyu Wu, Yuzi Liu, Yang Ren, Qilin Wei, and Yugang Sun. Microwave synthesis of single-phase nanoparticles made of multi-principal element alloys. *Nano Research*, pages 1–7, 2021.
- [8] Irene Fernández-Barahona, Maria Muñoz-Hernando, and Fernando Herranz. Microwave-driven synthesis of iron-oxide nanoparticles for molecular imaging. *Molecules*, 24(7):1224, 2019.
- [9] Yogesh C Sharma, Varsha Srivastava, VK Singh, SN Kaul, and CH Weng. Nano-adsorbents for the removal of metallic pollutants from water and wastewater. *Environmental technology*, 30(6):583–609, 2009.
- [10] Sarika Singh, KC Barick, and D Bahadur. Functional oxide nanomaterials and nanocomposites for the removal of heavy metals and dyes. *Nanomaterials and Nanotechnology*, 3(Godište 2013):3–20, 2013.

# Biocombustibles a Partir de Residuos en el Marco de la Economía Circular

Edgar Mauricio Vargas Solano

Universidad Jorge Tadeo Lozano

edgar.vargas@utadeo.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

En el mundo la mayor cantidad de energía consumida proviene de materias primas fósiles como petróleo, gas y carbón, generando en su explotación y consumo importantes daños ambientales (suelos, agua y aire)[1]. Una alternativa viable para mitigar dichos problemas son los biocombustibles de origen vegetal como es el biodiésel; el cual puede ser reemplazado de forma total o parcial en diésel fósil [2]. Es importante mencionar que Colombia mezcla para sus vehículos que funcionan con diésel un 10% de biodiésel y un 90% de diésel, lo que ayuda a reducir la emisión de gases efecto invernadero (GEI) y cumplir con sus compromisos internacionales en materia ambiental y posicionándolo como líder en la región en porcentaje de mezcla.

Este proyecto de la maestría en ingeniería de la Universidad ECCI tiene como objetivo diseñar, simular y construir un prototipo funcional de una caldera pirotubular de 5 BHP que cuente con zona refrigerada por agua que absorba el calor generado por la combustión en remplazo de la zona refractaria, eliminando así la totalidad de los problemas mencionados.

El proyecto consta de tres etapas: primera, diseño térmico y mecánico sobre la base del código ASME (secciones I y VIII) del cuerpo de presión, selección de espesor en tubería de fuego, espesor y diámetro cuerpo de presión, espesor de placas tubulares. Segunda, simulación por medio de ANSYS, determinando ciertas relaciones y similitudes en los resultados de temperaturas de gases a la salida de la chimenea (180 °C), velocidades de gases, radiación térmica en el tubo de combustión y presiones del sistema que validen el diseño mecánico y térmico establecido es apropiado. Tercera, construcción de un prototipo para validar tanto los cálculos teóricos como las simulaciones, parte de los recursos son proporcionados a través de la convocatoria 006 de 2021.

En Colombia todo el biodiésel es producido con aceite de palma refinado – RBD mediante la reacción química de transesterificación; dicha materia prima oleosa es costosa y llega hacer el 80% de los costos de producción del biocombustible; además este proceso utiliza químicos como catalizador homogéneo (NaOH o KOH) extremadamente tóxicos, no reutilizables y nocivos para el medio ambiente (contaminación de agua y aumento de la huella hídrica).



Por tanto, el uso de residuos como reemplazo a estas materias primas podría solucionar en parte los daños ambientales y contribuir con las políticas de estado en economía circular y desarrollo sostenible; además de disminuir los costos de producción. Los aceites usados de cocina - AUC como material oleoso y los residuos sólidos de diferentes industrias como rocas dolomíticas, cáscaras de huevo, cáscaras de cacao, cenizas volantes de combustión y PET como material catalítico; puede ser usados para la producción de biodiésel [3]. En este trabajo se caracterizaron la materias primas por diferentes técnicas analíticas e instrumentales (BET, DRX, XPS, FTIR, SEM, EDX) se usó la metodología de superficie de respuesta para la optimización de la variables estudiadas y obtuvieron rendimientos a biodiésel de hasta el 93.

**Palabras clave:** *catalizador heterogéneo, economía circular, residuos sólidos, aceite usados vegetales, biodiésel, desarrollo sostenible*

## 2. Materiales y métodos

Se prepararon y caracterizaron catalizadores sólidos en términos de algunas de sus propiedades químicas, físicas y estructurales. La materia prima para la fabricación de Biodiésel - FAME (Fatty Acid Methyl Esters) consistió en mezclas de aceite usado de cocina - AUC y aceite refinado de palma - RBD en diferentes proporciones.

El AUC para la producción de Biodiésel fue proporcionado por restaurantes cerca de la zona de influencia de la universidad. Los AUC se les realizó un pretratamiento mediante filtración y calentamiento (a 110 °C durante 1 hora) para eliminar las partículas en suspensión y las trazas de agua, respectivamente. El RBD fue comprado en una tienda local en Bogotá.

Los materiales de desecho sólidos para la preparación del catalizador se obtuvieron de las siguientes fuentes:

- Cenizas volantes de biomasa fueron recogidas en los precipitadores electrostáticos de una central térmica de cogeneración que utiliza biomasa forestal residual (derivada del eucalipto) como combustible para generar energía eléctrica, ubicada en la Región Central de Portugal.
- Roca de dolomita natural: la industria minera de Cundinamarca.
- Cáscaras de huevo de varios restaurantes de Bogotá.
- Botellas de plástico PET recogidas de contenedores de basura en la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

Todos los productos químicos utilizados fueron de grado analítico excepto el n-hexano (Grado GC) y heptadecanoato de metilo (estándar analítico) de Sigma-Aldrich y Merck.

Se prepararon cinco materias primas oleosas utilizando diferentes proporciones en masa de AUC y RBD: M1 (100 % RBD), M2 (75 % RBD, 25 % AUC), M3 (50 % RBD, 50 % AUC), M4 (25 % RBD, 75 % AUC) y M5 (100 % AUC); la cuales se les determinó: densidad, viscosidad dinámica, valor ácido, índice de saponificación, peso molecular y contenido de humedad.

Los catalizadores sólidos de residuos fueron caracterizados por diferentes técnicas analíticas e instrumentales como indicadores de Hammett, DRX, BET, SEM, EDX, FTIR y XPS.

Los ensayos de actividad catalítica se realizaron reactores Batch y de Flujo Continuo de Lecho Fijo y los FAME fueron determinados por cromatografía de gases. Se utilizó la metodología de superficie de respuesta para la optimización de las variables estudiadas y diseños de experimentos Box-Behnken.

### 3. Resultados

Se prepararon con éxito catalizadores heterogéneos eficientes a partir de materiales de desecho sólidos para la producción de FAME mediante transesterificación y esterificación, utilizando mezclas de RBD y AUC usado en diferentes proporciones y metanol (en reactor discontinuo). Los resultados demostraron que todos los materiales sólidos preparados y evaluados tenían diferentes rendimientos catalíticos. El mejor catalizador para catalizar reacciones simultáneas de transesterificación y esterificación, es decir, que tiene un carácter bifuncional (el equilibrio de catalizador ácido y básico), fue la ceniza volante de biomasa, logrando rendimientos y conversiones superiores al 95 % para una mezcla de hasta 25 % en peso de AUC a 60 °C, 9: 1 (mol / mol) de metanol a aceite, 10 % en peso de carga de catalizador y durante 180 min. Los catalizadores producidos a partir de roca de dolomita (Dolomita C y dolomita CSC) mostraron buenos rendimientos de actividad catalítica para reacciones de transesterificación (altos rendimientos a FAME hasta 87,8 %) y esterificación (alta conversión de ácidos grasos libres hasta 100 %), respectivamente. De hecho, la sulfonación de Dolomita C tenía como objetivo aumentar su fuerza ácida para mejorar la actividad catalítica para la reacción de esterificación. Sin embargo, este tratamiento afectó fuertemente su capacidad hacia la reacción de transesterificación, prácticamente anulándola (rendimiento a FAME inferior al 3,4 %). Mientras que, para los catalizadores preparados a partir de cáscaras de huevo, la sulfonación mejoró su capacidad para catalizar la reacción de transesterificación, sin embargo, los valores máximos alcanzados no superaron el 70 % del rendimiento de FAME. Por otro lado, este tratamiento empeoró el comportamiento de este catalizador en la conversión de FFA (conversión media hasta 62,7 %). En cuanto a los catalizadores producidos a partir de PET, los resultados mostraron que son buenos candidatos para catalizar la reacción de esterificación de materias primas de alto índice de acidez alcanzando un rendimiento de FAME de hasta 88,9 %.

Los ensayos con el catalizador de residuos en un sistema de reacción continuo fueron novedosos cuando se usa un reactor de lecho fijo. Por lo tanto, se granuló el catalizador en polvo y se diseñó y construyó un sistema de reacción continua de lecho fijo para realizar una serie de ensayos para la optimización de la producción de FAME. El modelo de regresión predijo como condiciones óptimas: un tiempo de residencia de 124 min, un WCO de 74,6 % en peso y una relación molar de metanol / aceite de 12: 1 para obtener una concentración de FAME de 93,8 %. Así, el FAD granulado mostró tener nuevamente un carácter bifuncional, es decir, capaz de catalizar las reacciones de transesterificación y esterificación, ya que se han registrado altas concentraciones de FAME para altas relaciones AUC / RBD.

## Referencias

- [1] Edgar M Vargas, Márcia C Neves, Luís AC Tarelho, and Maria I Nunes. Solid catalysts obtained from wastes for fame production using mixtures of refined palm oil and waste cooking oils. *Renewable Energy*, 136:873–883, 2019.
- [2] EM Vargas, JL Ospina, LAC Tarelho, and MI Nunes. Fame production from residual materials: Optimization of the process by box–behnken model. *Energy Reports*, 6:347–352, 2020.
- [3] Edgar M Vargas, Duvan O Villamizar, Márcia C Neves, and Maria I Nunes. Pelletized biomass fly ash for fame production: Optimization of a continuous process. *Fuel*, 293:120425, 2021.

# Alternativa en la economía circular: uso de pulverizado de llantas para la fabricación de concreto

Sergio David Montaña Canizales, Luis Carlos Ardila Téllez

Universidad ECCI

Sergiod.montanac@ecc.edu.co

lardilat@ecc.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

Se fabricaron mezclas de concreto aligerado reemplazando una parte de los agregados finos por pulverizado de llanta. Las mezclas de concreto se hicieron con dos diferentes granulometrías de pulverizado de llanta, maya 20 (aproximadamente 0,8 mm) y maya 30 (aproximadamente 0,5 mm), cada una de ellas se adicionó en tres porcentajes diferentes en peso de la mezcla del concreto: 10 %, 15 % y 20 % respectivamente, posteriormente se evaluaron las propiedades de compresión, asentamiento, permeabilidad al agua y la conductividad térmica de cada uno de los concretos conformados; a través de los lineamientos y normas sugeridos en la literatura consultada y expuesta en el documento, se presentan los avances hasta la fecha.

**Palabras clave:** *concreto aligerado, pulverizado de llanta, propiedades, mezcla*

## 2. Materiales y métodos

Al recolectar y clasificar la información se procedió a seleccionar una mezcla de concreto aligerado que tuvo éxito en sus condiciones de permeabilidad al agua y aislamiento térmico, cumpliendo con la resistencia a la compresión. Dicha mezcla fue el punto de partida para la experimentación y para plantear la cantidad y tipo de ensayos a realizar. Se trabajó con el pulverizado de llanta de malla M20 y malla M30 reemplazando los agregados finos en los porcentajes de (10 %, 15 % y 20 %). Las mezclas se realizaron según los parámetros establecidos en [1], el total de probetas ensayadas fueron 96 distribuidas en las diferentes pruebas, se efectuaron los ensayos propuestos de la siguiente forma:

- Resistencia a la compresión de acuerdo con la norma ASTM C39 [1][2]: 4 probetas por mezcla, 3 de ellas utilizadas en los ensayos a 7, 14 y 28 días de su elaboración para un total de 72 probetas.
- Ensayo de asentamiento con base al ensayo de Abrams norma ASTM C143 y conforme a los lineamientos del mismo [3]: Al elaborar cada una de las mezclas para un total de 6 pruebas.
- La permeabilidad al agua de acuerdo con la norma ASTM C192 Práctica estándar para elaborar y curar especímenes de concreto en el laboratorio [2]: Una probeta por cada composición de mezcla, en un período de 24 horas a una presión de 7kgf/cm<sup>2</sup>, para un total de 6 probetas normalizadas.
- La conductividad térmica experimental de acuerdo con las especificaciones de laboratorio propuestas en el apartado de conductividad térmica de [4]: 2 probetas a diferentes espesores por cada mezcla para un total de 12 probetas de estudio.

Finalmente un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de la experimentación con respecto a las propiedades comúnmente asociadas a un concreto aligerado [5] [6][7][8].

### 3. Resultados

En proceso.

### Referencias

- [1] Gabriel Jaime Peláez Arroyave, Sandra Milena Velásquez Restrepo, and Diego Hernán Giraldo Vásquez. Applications of recycled rubber: A literature review. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2):27–50, 2017.
- [2] Ahed Habib, Umut Yildirim, and Ozgur Eren. Mechanical and dynamic properties of high strength concrete with well graded coarse and fine tire rubber. *Construction and Building Materials*, 246:118502, 2020.
- [3] Abdelaziz Meddah, Miloud Beddar, and Abderrahim Bali. Use of shredded rubber tire aggregates for roller compacted concrete pavement. *Journal of Cleaner Production*, 72:187–192, 2014.
- [4] Frank P Incropera and David P DeWitt. *Fundamentos de transferencia de calor*. Pearson Educación, 1999.
- [5] Abbas Mohajerani, Lucas Burnett, John V Smith, Stefan Markovski, Glen Rodwell, Md Tareq Rahman, Halenur Kurmus, Mehdi Mirzababaei, Arul Arulrajah, Suksun Horpibulsuk, et al. Recycling waste rubber tyres in construction materials and associated environmental considerations: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 155:104679, 2020.
- [6] Lina María Lievano Ruiz. Análisis, estudio y concepción en la aplicación de concreto con agregado de llanta neumática reciclada en elementos arquitectónicos. *Escuela de Arquitectura y Urbanismo*, 2017.
- [7] Blessen Skariah Thomas and Ramesh Chandra Gupta. A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54:1323–1333, 2016.
- [8] G Venkatesan, R Anjali, Bharat Kapgate, and K Rajkumar. A feasibility study on rubberized concrete mortar cubes used in construction industry. *Materials Today: Proceedings*, 45:677–688, 2021.

# Aproveitamento energético de combustíveis

Martin Schmal, Vinícius Modolo Santos, Camila Emília Kozonoe

Laboratório de Pesquisa e Inovação em Processos Catalíticos (LaPCat) do Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP)

schmal@peq.coppe.ufrj.br

Rio de Janeiro, Brasil

## 1. Resumen

This work proposes the synthesis of the Ni@MWCNT/Ce catalyst and evaluation the influence of feed rate and testing variables on the tri-reforming of methane. Morphology and incorporation of the nanoparticles in carbon nanotubes were investigated by X-ray diffraction, scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), specific surface area (BET), thermogravimetric analyses (TGA) and Raman spectroscopy. The 5%Ni@MWCNT/5%Ce catalyst was initially tested at 700°C for 44 h and remained stable throughout the test period. The catalyst was evaluated for the tri-reforming of methane, varying temperatures, space velocities, and feed rate concentrations of water and oxygen, using experimental design. The highest  $CH_4$  conversions were obtained for similar feed condition ( $CH_4:CO_2:H_2O:O_2:N_2$ ) (1:0.34:0.23:0.5:2.1) but for different space velocities and temperatures. Experiment C25 presented 91 % conversion of  $CH_4$  and 30.8 % of  $CO_2$  with a  $H_2/CO = 1.88$  at 700 °C and space velocity of 2000 ml/g.min. However, the highest conversions (96.8%  $CH_4$ , 38.7% of  $CO_2$  and the ratio  $H_2/CO = 1.88$ ) were obtained for a higher temperature (750°C) and lower space velocity 1250 ml/ g.min, which indicates influence of residence time and kinetics. Raman spectra evidenced clearly total absence of coke formation. The CNT support was decomposed or burnt during the reaction resulting in unsupported oxides and nickel metallic particles well dispersed or deposited over residual carbon or growth filaments.

**Key words:** *functionalized MWCNTs, nickel, cerium, methane, tri-reforming, feed composition*

## 2. Metodology

Functionalization of carbon nanotubes MWCNT

Measuring 9.5 nm inside diameter and 1.5 mm length were purchased from Sigma–Aldrich (Number: 412988). The functionalization of carbon nanotubes was performed according to the method outlined by Tessonier et al.[1]. Commercial MWCNT was consequently dispersed in a 65 % nitric acid solution. The mixture was then heated from room temperature up to 100°C for 16 h and cooled down. The suspension was subsequently washed extensively with distilled water until achieving the pH of the solution about 6–7 and filtered under vacuum (removing all liquid). The solid layer deposited on the filter was finally kept in the desiccator for the next step of impregnation.

## Synthesis of Ni and Ce nanocomposites supported on carbon nanotubes

The catalysts were prepared by impregnation for 5 wt % Ni inside and 5 wt % Ce outside the functionalized MWCNT. First, a nickel nitrate solution was prepared, using small amounts of ethanol and deionized water. The obtained paste was dried overnight (12 h) at 50°C and calcined at 350°C for 2 h under airflow at 100 ml.min<sup>-1</sup> and then reduced at 400°C for 2 h under the H<sub>2</sub> flow at 100 ml.min<sup>-1</sup>. Secondly, 2 ml of ethylene glycol was added to the sample. Then, cerium nitrate solution was prepared, using ethanol and added in small amounts to fill the pores and dispersed in deionized water. The paste obtained was dried overnight (12 h) at 50°C and calcined at 350°C for 2 h under air flow at 100 ml.min<sup>-1</sup>, and then again reduced at 400°C for 2 h under H<sub>2</sub> flow at 100 ml.min<sup>-1</sup>. The catalyst was denoted as Ni@MWCNT/Ce [2][3]

## Catalyst characterization

The specific surface area of the functionalized carbon nanotubes was determined using nitrogen physisorption at 196°C in the NOVA 1200 equipment (Surface Area Pore Size Analyzer) of Quantachrome Instruments [4]. Prior to the physisorption analysis the materials were pretreated under vacuum at 200 °C for 17 h. The specific surface area was determined using the BET methodology. Transmission Electronic Microscopy (TEM) analyzes were performed in a JEOL JEM 2100 Microscope, with maximum acceleration voltage 200 kV, and resolution of 0.23 nm at the point and 0.14 nm on the network, with maximum magnification of 1,500,000 times[4]. X-ray diffraction (XRD) analyzes were performed in a Rigaku equipment with acquisition in the radiation incidence angle range of 2° < 2θ < 90°. Identification phases in the sample were obtained using the PDF (Powder Diffraction File - PDF2-2003) datasheets as database through the Search-Match program, comparing to their positions in the experimental data [4]. The Raman spectra were acquired in the range of 100-3500 cm<sup>-1</sup> with a Renishaw inVia confocal Raman microscope in backscattering geometry equipped with a CCD detector (70°C) and HeNe laser supplying the photon at 532 nm. The laser excitation power was kept below 10 mW on the sample surface to minimize the local heating. The total acquisition time was 300 s. All the spectra of the samples after reaction were recorded under identical conditions at room temperature [5]. Thermal analyses of the samples before and after reaction were performed on a DTG-60H Shimadzu with a TG-DTG simultaneous analyses accessory. The measurements were conducted under flow of nitrogen/oxygen mixture (55 ml/min N<sub>2</sub>/ 8 ml/min O<sub>2</sub>) from 25 to 1000 °C at a heating rate of 10 °C/min. The samples were also analyzed by scanning electron microscopy (SEM) with field emission. Analyzes were performed on a microscope JEOL JSM-7401F, whose maximum operating voltage is 30 kV and nominal resolution of 1.5 nm. The main tension for most analyzes was 20 kV and the images were generated by a detector of secondary electrons and acquired in magnifications ranging from 500 to 800,000 times. The sample in its powder form was placed on a sample holder, using double-sided adhesive tape for fixing carbon.

### Activity tests

The tests were performed in a Microactivity-Effi (PID company) with a Hastelloy X tubular reactor of 9.1 mm diameter and length of 370 mm at atmospheric pressure, varying the temperature range and feed conditions. The feed flows downwards through the catalytic bed and a condenser before running the test. The temperature was measured with a thermocouple and a PID controller. The mass was 100 mg of catalyst in all experiments. Prior, the catalyst was reduced in-situ with pure H<sub>2</sub> flow (99.999 %, Air Products) for 120 min, at 10°C.min<sup>-1</sup> up to 450°C. After purging with N<sub>2</sub> flow, the gas was switched to the feed mixture (CH<sub>4</sub>: CO<sub>2</sub>: O<sub>2</sub>: N<sub>2</sub>: H<sub>2</sub>O). Water was added in the feed gas using a controller for liquids, while gas lines were heated at 120 °C before entering the reactor to avoid condensation. The exit gases were measured online in a gas chromatograph (GC2010 Plus - Shimadzu).

## 3. Result

The specific surface areas of the catalysts Ni@MWCNT/Ce and its support MWCNT were 165.9 and 306.2 m<sup>2</sup> /g, respectively and the pore volume were 1.02 and 1.29 cm<sup>3</sup> /g.

### Transmission electron microscopy (TEM)

TEM images show the presence of metals in the oxide form inserted or deposited on the carbon nanotube, pure carbon nanotubes (a and b) and Ni nanoparticles inside the cavity of the MWCNT and decorated with Ce nanoparticles outside (c-f). The micrographs show that the particles were well dispersed, and it was possible to calculate average sizes of the particles positioned inside and outside the carbon nanotubes, using Fig. 2 (c) and the software Image J. It was also possible to calculate average external (18 nm) and internal (11 nm) diameter of the carbon nanotubes, as well as the number of layers, approximately 10 layers

### X-ray analyses (XRD)

The diffractograms present diffraction peaks referring to the diffraction pattern of the carbon nanotube. The peak at 26.2° and 44.8° are assigned to CNTs, which correspond to graphite layers of multi-walled carbon nanotubes. This indicates that, after treatment with acid and calcination at high temperature, the graphitic structure is still present, in agreement with Saleh [18]. In addition, the X-ray pattern provided information about the carbon nanotube purity, which allowed inferring the creation of defects caused by the oxidative treatment.

### Termogravimetric Analyses (TGA)

The TGA analysis shows three regions: the first one presents a weight loss of approximately 60 % at a maximum temperature of 515°C, which is assigned to the decomposition of COOH groups; the second one shows one shoulder and 30 % weight loss at 524°C, which suggests defects along the wall of the nanotube and a third one, with lower intensity, indicates 10 % weight loss at 584°C (MWCNT) and 590°C (Ni@ MWCNT/Ce), indicating decarboxylation.



## Raman

Raman spectra shows the Raman spectroscopic results of the carboxylic acid functionalized carbon nanotube and of the catalyst Ni@MWCNT/Ce show that the MWCNT doesn't present the signal relative to the SWNT between 100 and 300  $cm^{-1}$ . However, for the catalyst Ce appears at 760  $cm^{-1}$  and a little shoulder around 400–500  $cm^{-1}$ , confirming the presence of CeO. However, it is noteworthy that for the catalyst appeared the band in the range of 100–300  $cm^{-1}$ , which suggest that after insertion of the metal oxide appeared SWNT. Notewitstand are of the two bands at 1310  $cm^{-1}$  and 1630  $cm^{-1}$ . The band located around 1310  $cm^{-1}$ , is related to the D-band, indicating the degree of disorder of the carbon nanotubes, associated to defects, such as bifurcations, openings, curvatures and amorphous carbon, while the band located around 1630  $cm^{-1}$  is the G-band, related to the  $sp^2$  bonds of the non-defective carbon nanotubes [22]. The degree of graphitization of the sample was obtained from the ratio between the D and G bands intensities (ID/IG). For "pure" nanotubes this ratio is null, whereas for carbon nanotubes containing defects the ID/IG ratio values are higher than one. In fact, the relative increase of the ID/IG ratio of the functionalized material, when compared to pure graphite, can be attributed to the insertion of chemical groups on the surface of the nanotubes, which can be considered as defect creators. Raman spectrum (Fig. 5) shows the D-band (about 1310  $cm^{-1}$ ), revealing the presence of defects that can be observed from its line width and intensity, evidencing the presence of single walled carbon nanotubes in isolated bundles, which have relatively narrow D-band, whereas the wider peak can be understood as a contribution of multilayers.

## Catalytic activity

The 5%Ni@MWCNT/5%Ce catalyst presented high  $H_2O$  conversion (almost 100%) when compared to  $CO_2$  conversion, since steam reforming is less endothermic than  $CO_2$  reforming of methane. Noteworthy is that the metallic dispersion and a small size of nickel particles on this support favors the activity of the reforming reaction and inhibits the carbon deposition and deactivation of the catalyst. Moreover, carbon nanotubes as support showed high reactivity for methane reforming reactions, due to their thermal stability and the high oxygen storage capacity of Ceria. In fact, earlier reports showed also that Ceria enhances the performance of the methane tri-reforming and suggested that OSC reduces the ignition temperature, whereas metal dispersion affected the catalytic activity. In fact, the 5%Ni–5%Ce supported on carbon nanotubes catalysts showed quite good activity. Cerium oxide serves as an oxygen storage component, which may decrease the carbon formation during the partial oxidation of methane or other reforming reactions. It can act as a powerful promoter that modifies the structural and electronic properties of many catalysts. Cerium oxides obstruct the thermally induced sintering of the support.

## 4. Conclusions

In this work a selective mode of addition of metal inside and outside the functionalized carbon nanotube as bimetallic catalyst was synthesized. The activity and stability of 5 %Ni@MWCNT/5 %Ce catalyst for methane tri-reforming reaction were studied considering different feed conditions. In the tested catalyst, high dispersion of Ni particles, strong interaction metal-support and high activity (52–95 % CH<sub>4</sub> conversion and 17–87 % CO<sub>2</sub> conversion) were observed. In general, the experimental study of the catalyst enabled the knowledge of characteristics of carbon nanotubes with Ni as active metal and Ce as promoter for complex reactions such as methane tri-reforming for the CO<sub>2</sub> utilization. The 5 %Ni@MWCNT/5 %Ce catalyst was tested at 700 °C for 44 h and remained stable throughout the test period. TGA results shows only the formation of carbon, which is attributed to the carbon filaments formed during the reaction. Raman spectra evidenced clearly total absence of coke formation. The carbon CNT support was decomposed or burnt during the reaction resulting in unsupported oxides and nickel metallic particles well dispersed or deposited over residual carbon or growth filaments, evidenced by Raman and TGA results after reaction, in comparison to the analyzed catalysts before the reaction

## Referencias

- [1] Jean-Philippe Tessonier, Ovidiu Ersen, Gisela Weinberg, Cuong Pham-Huu, Dang Sheng Su, and Robert Schlogl. Selective deposition of metal nanoparticles inside or outside multiwalled carbon nanotubes. *ACS nano*, 3(8):2081–2089, 2009.
- [2] Camila Emilia Kozonoe, Rita M Brito Alves, and Martin Schmal. Influence of feed rate and testing variables for low-temperature tri-reforming of methane on the ni@ mwcnt/ce catalyst. *Fuel*, 281:118749, 2020.
- [3] Mingfa Yao, Hu Wang, Zunqing Zheng, and Yan Yue. Experimental study of n-butanol additive and multi-injection on hd diesel engine performance and emissions. *Fuel*, 89(9):2191–2201, 2010.
- [4] A.R. Gonzalez Caranton, J. Dille, J. Barreto, F. Stavale, J.C. Pinto, and M. Schmal. Nanostructured pdcu catalysts supported on zral and zrti for synthesis of vinyl acetate. *ChemCatChem*, 10(22):5256–5269.
- [5] Martin Schmal, Fabio S Toniolo, and Camila E Kozonoe. Perspective of catalysts for (tri) reforming of natural gas and flue gas rich in co<sub>2</sub>. *Applied Catalysis A: General*, 568:23–42, 2018.

# Simulación computacional del proceso de bruñido

Manuel Arturo González Ramírez, Daniel Villalobos, Miguel Alejandro León

Universidad ECCI

miguela.leonl@ecci.edu.co

manuel.gonzalezr@ecci.edu.co

dvillalobosc@ecci.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

El bruñido con esfera es un proceso de manufactura que se utiliza para disminuir la rugosidad superficial de una pieza que ha pasado por un proceso previo de mecanizado por arranque de viruta [1]. Tiene como objetivo disminuir la rugosidad sobre la superficie mecanizada realizando una deformación plástica de las imperfecciones (crestas) aplicando presión con una esfera de un material duro como carburo de tungsteno, nitruro de titanio o acero de rodamientos entre otros.

**Palabras clave:** *simulación, bruñido, rugosidad, deformación*

## 2. Materiales y métodos

En la primera etapa se establecen los factores más influyentes dentro del proceso de bruñido de acuerdo a la experiencia consultada por otros autores [2], posteriormente, se definen los niveles con base en los cálculos de indentación conforme a lo establecido en la ley de Hertz, y a los elementos disponibles en el mercado para realizar el proceso. Teniendo esta información, se procede a realizar un diseño de experimentos que permite relacionar las variables del bruñido en piezas de acero SAE 12L14 con la disminución de la rugosidad. Y finalmente, se realiza un modelo CAD procurando emular la superficie ideal dejada por el mecanizado para proceder con una simulación mediante un análisis por elementos finitos del proceso de bruñido [3] con el fin de observar la tasa de disminución de rugosidad.

## 3. Resultados

El bruñido con esfera es un proceso de manufactura que se desarrolla en la zona plástica de un material, ya que, consiste en aplanar la superficie de una pieza, la simulación de este proceso se realiza mediante un análisis por elementos finitos de tipo elastoplástico, por esta razón, es necesario conocer o calcular la curva de esfuerzo-deformación del material a bruñir, para esta investigación, se utilizó la ecuación de Ramberg-Osgood (Patwardhan et al., 2019) que junto con los datos de esfuerzo último y esfuerzo de fluencia, permiten construir una aproximación de dicha gráfica. Posterior a la simulación, se observa que los factores y niveles seleccionados dan como resultado una disminución de la rugosidad del modelo CAD desarrollado sin afectar su integridad superficial, esto quiere decir que dichos factores y niveles pueden ser usados para realizar el bruñido de una pieza en acero SAE 12L14.

## Referencias

- [1] A Rodríguez, LN López de Lacalle, A Celaya, A Lamikiz, and J Albizuri. Surface improvement of shafts by the deep ball-burnishing technique. *Surface and Coatings Technology*, 206(11-12):2817–2824, 2012.
- [2] Alberto Saldaña Robles, José Ángel Diosdado De la Peña, Antonio de Jesús Balvantín García, Eduardo Aguilera Gómez, HECTOR PLASENCIA MORA, and Noé Saldaña Robles. El proceso de bruñido con bola: Estado del arte de una tecnología en desarrollo. *DYNA*, 92(1):28–33, 2017.
- [3] M.R.S. John, A.W. Wilson, A.P. Bhardwaj, A. Abraham, and B.K. Vinayagam. An investigation of ball burnishing process on cnc lathe using finite element analysis. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 62:88–101.

# Diseño y construcción de un prototipo modificado de una caldera pirotubular horizontal de 5 BHP sin cono refractario y refrigerada por agua

Miguel Alejandro León, Wilson Muñoz, Daniel Villalobos

Universidad ECCI

miguela.leonl@ecci.edu.co

manuel.gonzalezr@ecci.edu.co

dvillalobosc@ecci.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

En los tubos de combustión de las calderas pirotubulares actuales se protege la zona primaria donde se ubica el quemador mediante una protección refractaria para contener el calor generado y evitar el colapso del tubo de combustión por sobrecalentamiento. A pesar de esto se presentan repetidos fallos de los materiales refractarios ocasionados por efectos térmicos y de operación generando elevados costos de mantenimiento. [1] [2] [3]

Este proyecto de la maestría en ingeniería de la Universidad ECCI tiene como objetivo diseñar, simular y construir un prototipo funcional de una caldera pirotubular de 5 BHP que cuente con zona refrigerada por agua que absorba el calor generado por la combustión en remplazo de la zona refractaria, eliminando así la totalidad de los problemas mencionados.

El proyecto consta de tres etapas: primera, diseño térmico y mecánico sobre la base del código ASME (secciones I y VIII) del cuerpo de presión, selección de espesor en tubería de fuego, espesor y diámetro cuerpo de presión, espesor de placas tubulares. Segunda, simulación por medio de ANSYS, determinando ciertas relaciones y similitudes en los resultados de temperaturas de gases a la salida de la chimenea (180° C), velocidades de gases, radiación térmica en el tubo de combustión y presiones del sistema que validen el diseño mecánico y térmico establecido es apropiado. Tercera, construcción de un prototipo para validar tanto los cálculos teóricos como las simulaciones, parte de los recursos son proporcionados a través de la convocatoria 006 de 2021.

**Palabras clave:** *diseño, refractario, caldera, refrigeración por agua, térmico, simulación*

## 2. Materiales y métodos

La metodología seguida fue la siguiente:

1. Revisión bibliográfica respecto a los daños en refractarios de calderas piro-tubulares y las soluciones frente al tema.
2. Diseño mecánico y térmico de la caldera y de la zona refractaria del tubo de combustión, partiendo de datos de entrada presión de diseño (50 psi), potencia (5 BHP), combustible (ACMP), caudal mínimo de vapor (173 lb/h), temperatura de saturación de vapor (160°C). Se usa como material de diseño el acero al carbón SA-283 grado C para el cuerpo, acero al carbón SA-516 grado 70, recubrimiento de lana mineral.
3. Simulación del comportamiento mecánico mediante software ANSYS de los esfuerzos mecánicos de la caldera, esfuerzos debidos a la presión de operación del interior del cuerpo y esfuerzos de las bases y estructura de la caldera.
4. Simulación el comportamiento térmico mediante software ANSYS para calcular la distribución de temperaturas en la caldera, flujos de calor y comportamiento del aislamiento
5. Fabricación un prototipo de caldera de 5 BHP funcional acorde a los resultados de los cálculos y simulaciones.

## 3. Resultados

- Con la nueva zona refrigerada con agua se transfiere más energía que en los modelos convencionales con refractarios, corresponde a un 2,38 % de ahorro total para este diseño.
- Se logra un aumento en la eficiencia térmica de alrededor del 2 % en el nuevo modelo refrigerado por agua en la zona refractaria con respecto a los modelos actuales de la industria con cono refractario.
- Los resultados de la simulación por CAE del diseño mecánico de la caldera y la zona refractaria son acordes a los resultados matemáticos obtenidos.
- La temperatura de gases de escape calculada es de 180 °C frente a los 176,85 °C indicados en la simulación.

## Referencias

- [1] N. Schmitt, Y. Berthaud, J.F. Hernandez, P. Meunier, and J. Poirier. Damage of monolithic refractory linings in steel.
- [2] S. Wang, Y. Zhang, H. Li, M. Yao, B. Peng, and J. Yan. Thermohydrodynamic analysis of the vertical gas wall.
- [3] L Guzmán Carreño. Diseño mecánico de recipientes de a presión bajo el código asme sección viii división i. *tesis de titulación, Univ. Simon Bolivar, 2006.*

# Aplicaciones Avanzadas de Almidones Nativos de Cultivos Colombianos

Sandra Milena Arroyave Piedrahita

Universidad Nacional de Colombia

sarroyave@unal.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

El uso de almidones en la industria de alimentos, farmacéutica, plásticos, y de la construcción se ha venido incrementado en los últimos años, gracias a sus características favorables y versatilidad en términos modificaciones químicas y físicas, además de su amplia disponibilidad y bajo costo [1] [2][3]. El entendimiento de la correlación entre las propiedades fisicoquímicas y funcionales de almidones nativos de diferentes fuentes botánicas nos brinda una valiosa información acerca del desempeño de productos base almidón. A través de una caracterización estandarizada del almidón, la formulación de productos bio-basados puede ser más precisa, a la vez que facilita el diseño de operaciones a gran escala para un óptimo desempeño de las plantas de producción. Así mismo, diferentes opciones de productos base almidón pueden ser ampliamente diversificadas para productos sostenibles de alto valor agregado a partir de recursos renovables.

**Palabras clave:** *biopolímeros, almidones nativos, cristalinidad, gelatinización, bioproductos*

## 2. Materiales y métodos

Diferentes almidones nativos de cultivos colombianos han sido utilizados para el desarrollo de productos bio- basados, entre los que más se han estudiado son los de maíz y yuca, y en menos proporción el almidón delplátano. Sin embargo, con miras a garantizar la seguridad alimentaria, se han comenzado a explorar las características de almidones de balú y achira que son ampliamente cultivados en nuestro país pero que no se conocen sus características y aplicaciones. La caracterización fisicoquímica y funcional de los almidones se hace a través de técnicas como Difracción de Rayos X (DRX) para determinar su cristalinidad [4], Dispersión de Luz dinámica (DLS), Microscopía electrónica de barrido (SEM) para determinar morfología, y técnicas térmicas como análisis termogravimétrico (TGA) y Calorimetría diferencial de barrido (DSC) para determinar temperaturas de degradación y de gelatinización respectivamente[5].



### 3. Resultados

De los resultados obtenidos se establecen diferentes morfologías y tipos de cristales para los almidones de distintas fuentes botánicas. Los almidones provenientes de raíces y frutos presentan forma lenticular, mientras que los de cereales son poligonales y los de leguminosas son ovalados. Respecto a los tamaños de partícula, las distribuciones son estrechas y unimodales para todos los almidones estudiados, y el almidón de raíces es el que presenta mayor tamaño de partícula. La presencia de celulosa en el almidón de plátano, evidenciado a través de las micrografías de SEM presentan gran influencia como refuerzo de películas. En cuanto a propiedades funcionales los almidones con cristales tipo B son los que presentan mayor capacidad de absorción de agua y mayor poder de hinchamiento como los de raíces y leguminosas. El comportamiento de los almidones al ser sometidos a un programa de temperatura permite hallar temperaturas de degradación térmica superiores a 300°C y temperaturas de gelatinización entre 60 y 80°C, estos valores son relevantes para determinar temperaturas de operación cuando el almidón gelatinizado es requerido en un proceso.

### Referencias

- [1] H.W. Maurer. Starch in the paper industry. In *Starch*, page 657–713. Elsevier Inc.
- [2] William R Mason. Starch use in foods. In *Starch*, pages 745–795. Elsevier, 2009.
- [3] JL Willett. Starch in polymer compositions. In *Starch*, pages 715–743. Elsevier, 2009.
- [4] Jinwen Cai, Canhui Cai, Jianmin Man, Weidong Zhou, and Cunxu Wei. Structural and functional properties of c-type starches. *Carbohydrate Polymers*, 101:289–300, 2014.
- [5] Sylvia Carolina Alcázar-Alay and Maria Angela Almeida Meireles. Physicochemical properties, modifications and applications of starches from different botanical sources. *Food Science and Technology*, 35:215–236, 2015.

# La Industria del Cannabis un reto para la ingeniería Colombiana

Iván Darío Gil

Universidad Nacional de Colombia

idgilc@unal.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

En Colombia con la ley 1787 de 2016 y el Decreto 613 de 2017 se regula la fabricación, uso de semillas y cultivo de cannabis para fines medicinales y científicos, y la fabricación de derivados de cannabis. Esto ha supuesto un sinnúmero de retos para el país, y dentro de ellos la ingeniería juega un papel fundamental en el desarrollo del sector. El creciente número de licencias otorgadas desde los ministerios de salud y de justicia permite evidenciar el elevado interés a nivel nacional por participar de una industria basada ampliamente en el conocimiento. En ese sentido, en este trabajo se recogen los elementos más importantes, desde el punto de vista técnico, requeridos para el aprovechamiento y la transformación de la flor de cannabis hacia productos de valor agregado en diferentes sectores. Se abordan aspectos asociados con la poscosecha de la flor y el secado, posteriormente se realiza un análisis comparativo de las tecnologías de extracción disponibles a nivel industrial, y finalmente se presentan algunas rutas adicionales de separación y purificación de derivados. La selección de las alternativas tecnológicas depende fuertemente de los volúmenes de producción, los productos a obtener y las variedades de la planta disponibles para el procesamiento. En resumen, desde la Universidad Nacional de Colombia y el Centro de Excelencia en Cannabis y Agronegocios se ofrece una plataforma amplia de investigación y desarrollo en los diferentes eslabones de la cadena productiva del cannabis y con la posibilidad de adelantar procesos de innovación y obtención de nuevos productos que apoye el emprendimiento nacional.

**Palabras clave:** *Cannabis, secado, industria química, extracción, destilación molecular*

## De la refinería a la bioingeniería

Jose Alirio Mendoza Mesa  
KU Leuven  
Jose.mendozamesa@kuleuven.be  
Bogotá, Colombia

### 1. Resumen

Se muestra de manera general, el cambio de enfoque profesional y de investigación del autor, desde la aplicación de las zeolitas en la refinería de petróleos, las problemáticas que existen con respecto a la accesibilidad molecular que tienen las fracciones pesadas del petróleo; hasta nuevas aplicaciones sostenibles a los que actualmente se están sometiendo a estos materiales catalíticos. Dentro de estas nuevas aplicaciones, se mencionó el proyecto de valorización de dióxido de carbono para la obtención de pequeños hidrocarburos que son intermediarios para la obtención de otros productos industriales.

**Palabras clave:** *catálisis, zeolitas, refinería, biorrefinería, dióxido de carbono*

### 2. Materiales y métodos

- Zeolitas.
- Moléculas tipo del orden de fracciones pesadas en el petróleo.
- Propeno.
- Dióxido de carbono.

### 3. Resultados

Durante el desarrollo de este trabajo se obtuvo zeolitas ácidas mesoporosas.

# Principales directrices para la toma de muestras de aguas superficiales y su análisis microbiológico en el laboratorio

Alba Luz Rangel  
Universidad ECCI  
rangel.alba@ecc.edu.co  
Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

El análisis microbiológico en las diferentes fuentes de agua juega un papel muy importante a la hora de conocer las características sanitarias de este recurso y así poder ser usada en las diversas actividades humanas para las que son necesaria; es por esta razón que para que los resultados de dichos análisis sean veraces y confiables se deben seguir una serie de directrices y lineamientos para la planeación del monitoreo, ejecución del muestreo, recolección, preservación, embalaje y recepción de muestras, el montaje de las pruebas microbiológicas y la interpretación de los resultados en el laboratorio.

En el plan de monitoreo se debe establecer: la fecha, las personas encargadas y el rol que van a desempeñar, el punto de monitoreo, número de muestras, el tipo de transporte entre otros aspectos; la segunda etapa es el alistamiento de los materiales necesarios para la recolección de las muestras, estos deben ser esterilizados y dejados en sus empaques hasta el momento de la toma de la muestra y realizar las respectivas etiquetas para cada botella, estas deben contener por lo mínimo la siguiente información: lugar de muestreo (departamento, municipio, zona), ubicación espacial del punto de toma de muestra, responsable, fecha y hora.

Durante la ejecución del muestreo ya en campo se deben establecer los puntos para la toma de las muestras y seguir la metodología descrita por el IDEAM así: sostener la botella desde la base, sumergiendo completamente la botella tapada en el cuerpo de agua; destapar sólo una vez y mientras aún está sumergida, girar un poco a contracorriente para dejar ingresar la muestra en su interior. Llenar hasta aproximadamente un 90 % de su volumen total, dejando un espacio de aire de aproximadamente el 10 %. Tapar herméticamente, colocar etiquetas y refrigerar inmediatamente [1].

Este tipo de muestra puede ser utilizada para la determinación de Coliformes totales y fecales, E. coli y Aerobios mesófilos mediante filtración por membrana en medio de cultivo Chromocult, o utilizando la técnica de sustrato definido, Colilert por el método de Número más probable; las muestras deben de ser analizadas máximo en las siguientes 24 horas, al llegar al laboratorio deben de ser enumeradas y procesadas inmediatamente. Después de finalizados los respectivos tiempos de incubación se realizan las lecturas y la interpretación de los resultados siguiendo los parámetros establecidos en la normatividad en cada país de los rangos permisibles según el tipo de agua y su posterior uso, por último, con esta información redactar el respectivo informe donde se detalle las técnicas utilizadas.

**Palabras clave:** *agua, análisis microbiológico, Coliformes, muestras, normatividad, recolección*

## Referencias

- [1] I.D.E.A.M. In *INSTRUCTIVO DE TOMA Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS SEDI-MENTOS Y AGUA SUPERFICIAL PARA LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL IDEAM. Protocolos de calidad del agua.*

# Estudio de la influencia de la geometría de los canales de alimentación y compuertas en la calidad de las piezas producidas por inyección de plásticos

Manuel Amézquita Pulido

Universidad ECCI

mamezquitap@ecci.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

El presente trabajo de investigación fue adelantado en desarrollo del Seminario de profundización como opción de grado por la estudiante Angie Katherine Lara y dirigido por el Ing. Manuel Amézquita Pulido y codirigido por la Dra. Helia Bibiana León Molina como opción de grado en Tecnología de Procesamiento de polímeros en el período 2021-I. Encuentra su justificación en la necesidad de profundizar en el estudio reológico de los polímeros en el proceso de inyección con el fin de lograr de una forma eficaz un diseño que ofrezca la mejor calidad en los productos plásticos inyectados. Aspectos como el equilibrado de cavidades, pérdidas de presión en el polímero en la fase de inyección, generación de defectos en función de la geometría y dimensiones tanto de canales de distribución, como de las compuertas es abordado desde la perspectiva de ensayos de simulación utilizando el complemento SolidWorks Plastics de Solid Works. Al finalizar este primer trabajo formal de análisis por elementos finitos se puede evidenciar que efectivamente, cualquier modificación en la geometría de los canales de distribución o de las compuertas de entrada a la cavidad del molde, la elección del tipo de sección transversal y la ubicación de las mismas, define drásticamente la presencia de defectos asociados a la reología del polímero, tales como líneas de flujo, presencia de aire atrapado, puntos calientes (puntos negros), llenado incompleto, presencia de líneas de soldadura de mayor o menor severidad y otra serie de defectos que pueden afectar el comportamiento de la pieza inyectada en operación. Los resultados de la simulación fueron contrastados con el comportamiento del molde físico que se encuentra en el laboratorio de plásticos, corroborando así el comportamiento que se observa al momento de inyectar las partes denominadas Llaveros Universidad ECCI.

**Palabras clave:** *simulación, inyección de plásticos, reología, moldes de inyección, partes plásticas*

# ¿Cuánto tiempo nos queda? Cambio climático y ODS (objetivos de desarrollo sostenible)

Luisa Fernanda Infante, Oscar Quintero, Janett Barbosa, Oscar Quintero

Universidad ECCI

linfantef@ecc.edu.co

oscarquintero@blockchaindevco.com

jbarbosau@ecc.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

La ponencia presenta tres grandes perspectivas para el análisis y concienciación sobre los problemas más relevantes que se relacionan con el deterioro del medio ambiente y el cambio climático. Inicialmente, se muestran las mega tendencias y retos a los que el mundo enfrentará en los próximos 50 años. En las mega tendencias tenemos: crecimiento de la población (se prevé 9.5 billones de habitantes para el 2050), exceso de urbanización, cambio climático que exige la necesidad de adaptación en todas las áreas. Por otro lado, el auge del comercio global con claridad social, las nuevas tecnologías que aumentarán la productividad, la biotecnología creciente y un consumo eco amigable con mayor conciencia sobre la sostenibilidad son tendencias progresistas. En cuanto a los retos, la mayoría están relacionados con el cambio climático y las consecuencias de este: necesidad del uso de energías limpias, protección a la biodiversidad y conservación de la naturaleza, conseguir océanos saludables, uso eficiente del agua, aire más limpio, resiliencia ante desastres y clima, entre otros. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), constituyen un llamamiento universal a la acción, por parte de la ONU, para contrarrestar y solucionar, los graves problemas que aquejan a la humanidad en la actualidad. Se trata de generar acciones que protejan al planeta, disminuyan la pobreza y mejoren las perspectivas de vida de las personas en todo el mundo. Estos grandes problemas pueden solucionarse con una apertura práctica hacia el desarrollo sostenible en todos los ámbitos sociales que involucren macro políticas activas que armonicen el crecimiento económico con la inclusión social y la protección del medio ambiente. Son, en total, diecisiete ODS a partir de los cuales, cada gobierno puede generar sus propias dinámicas regionales para cumplirlos, con la ayuda de la ONU y demás organismos internacionales. Por otro lado, las cifras que muestra el IPCC con respecto al aumento en la temperatura del planeta son alarmantes: desde finales del siglo XX y comienzos del XXI, el calentamiento global ha aumentado en 1.1°C, un crecimiento en la temperatura inesperado en los últimos dos mil años; peligrosamente nos acercamos a un desastre ambiental de proporciones gigantescas. La situación es crítica, si llegamos a 1.5°C de calentamiento estaremos al borde de una crisis climática sin precedentes que puede ser irreversible. El informe de IPCC concluye que, la llegada a esta temperatura (1.1°C) es producto de la actividad humana a partir de la llamada revolución industrial, donde la demanda energética para mantener el status de los humanos, sobrepasa en un altísimo porcentaje, la regeneración de los recursos que hace la naturaleza.

# Promoción de habilidades en resolución de problemas en física del electromagnetismo aplicando estrategias STEM

Patricia Orduz Camacho, Wilman Ricardo Henao Giraldo

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito- Universidad Autónoma de Manizales

patricia.orduz@escuelaing.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

Esta investigación tiene como objetivo principal promover en los estudiantes de física del electromagnetismo habilidades en la resolución de problemas, aplicando estrategias STEM. Se implementó una unidad didáctica a estudiantes en edades entre 19 y 21 años, Con la intención de desarrollar habilidades en resolución de problemas. La unidad de trabajo para el análisis de resultados fueron 7 estudiantes escogidos de manera aleatoria.

En primera instancia se les aplicó un instrumento de lápiz y papel con situaciones problemáticas, para clasificar las respuestas en los niveles de resolución de problemas, basados en los de [1]. La unidad didáctica se dividió en cuatro momentos: inicial, promoción, síntesis y de aplicación. En cada uno de ellos los estudiantes promovían diferentes habilidades en la resolución de problemas, y así prepararlos para la realización de las actividades de promoción de la unidad didáctica, donde a partir de un problema presentado, en el periódico El Tiempo en el que se publica uno de los muchos percances que aquejan las poblaciones de nuestro país y es la falta de fluido eléctrico. Luego, se realizan diferentes actividades donde se aplica el proceso de diseño en ingeniería culminando con la fabricación de un prototipo, de generador eólico básico. Se evidencia que respecto a cómo empezaron el semestre, los estudiantes lograron promover las habilidades y subir los niveles en resolución de problemas, cumpliendo así con el objetivo planteado para esta investigación.

**Palabras clave:** *resolución de problemas, pensamiento crítico, STEM, física del electromagnetismo*

## 2. Materiales y métodos

El presente trabajo se encuentra enmarcado dentro del tipo cualitativo de corte descriptivo. Para el enfoque metodológico en este estudio se tuvo en cuenta una sola categoría, resolución de problemas haciendo uso específicamente de la estrategia STEM, que no solo integra los saberes en ciencias, matemáticas, ingeniería y tecnología, sino que agrupa innovaciones de la enseñanza de la ciencia presentándola de una manera contextualizada, activa, dirigida a la aplicación de proyectos a través de la resolución de problemas [2]. Los niveles de resolución de problemas que se van a analizar son cinco, fueron tomados basándose en los propuestos por [3], realizándoles un pequeño ajuste de acuerdo con los niveles de resolución de problemas esperados para estudiantes de tercer semestre de las carreras de ingenierías y matemáticas. Nivel 1: reescribe la experiencia y enuncia el problema y describe el experimento según lo que observa. Nivel 2: Reescribe la experiencia de manera libre, ha realizado la experiencia anteriormente, utiliza opiniones. Se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relación entre ellas. Nivel 3: identifica una o más variables relacionándolas correctamente.

Nivel 4: resolución de problemas de manera inadecuada identificando y relacionando variables y justificando dichas relaciones. Nivel 5: resolución de problemas de manera adecuada identificando, relacionando variables y justificando dichas relaciones. La intención de esta investigación es ubicar a los estudiantes en contextos reales en donde ellos deban aprender a trabajar en equipo solucionando problemas desde sus saberes y conceptos aprendidos. Por esta razón las actividades propuestas son principalmente experimentales, pues es allí donde surgen la mayoría de los problemas que un ingeniero debe aprender a solucionar y no solo en el ámbito de la física, sino en el de la matemática o en general de las ciencias y por qué no aprender a utilizar la tecnología que existe al alcance de todos para poder cumplir con el objetivo planeado. La Investigación se llevó a cabo en tres etapas, etapa inicial donde se realizó toda la revisión teórica acerca de la resolución de problemas, centrada en Ciencias Naturales, con el fin de asignarla como la categoría principal de la investigación, así como la de determinar los niveles de la resolución de problemas, basados en los propuestos por [3]. Otro aspecto de esta etapa fue buscar referentes de estrategias STEM, ¿qué es?, ¿cuáles son las habilidades que se desarrollan?, ¿dónde y cómo se han utilizado? La etapa intermedia se realiza la aplicación de la unidad didáctica planteada bajo la perspectiva de trabajo de [4] donde las situaciones se retomaron a lo largo de las cuatro etapas propuestas, en donde aprenderán a resolver problemas de experimentación, de fabricación de elementos, de medición con instrumentos, para culminar con la construcción de un prototipo de máquina eléctrica que deberá cumplir con ciertos parámetros pedidos en la actividad final de la unidad didáctica y la etapa final donde, se analizan los instrumentos triangulando la información recolectada en la unidad didáctica. Es aquí donde se evalúa si la aplicación de la unidad didáctica desarrolló en los estudiantes las habilidades, competencias y actitudes necesarias para resolver un problema en contexto, aplicando los saberes de matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología.

### 3. Resultados

La aplicación de la unidad didáctica generó resultados positivos y más aún en el momento de aplicación, logró promover las habilidades en la resolución de problemas ya que los estudiantes lograron subir los niveles en los que se encontraban al iniciar su semestre. A los que se les presentaron los cuatro problemas clasificados y lograron resolverlos, subieron entre dos y tres niveles en su respuesta final.

Al implementar actividades de aula utilizando estrategias STEM que fomentan el trabajo en equipo, la creatividad, la investigación, el pensamiento crítico, la adaptabilidad y la comunicación los estudiantes se vuelven más analíticos, más reflexivos adquiriendo habilidades cognitivas, cognitivas y metacognitivas, propias de la resolución de problemas.

A los estudiantes se les debe presentar problemas en contexto, con soluciones tangibles, para lograr un aprendizaje profundo permitiendo así una aprehensión en sus conocimientos, un mayor análisis de los resultados, un mejoramiento en el manejo de pasos en sus actividades para lograr el objetivo planteado.

Las actividades de aula deben preparar a los estudiantes para adaptarse rápidamente a los cambios ya sea en la tecnología o en la sociedad, a ser más reflexivos en sus decisiones, a ver diferentes soluciones a un mismo problema.



Se deben diseñar metodologías de enseñanza donde los estudiantes resuelvan problemas reales para que apliquen los conceptos adquiridos a lo largo de su carrera, de una manera integral y así desarrollen habilidades en la resolución de problemas, para volverlos competitivos en un mundo que cambia continuamente.

Las habilidades en resolución de problemas, en STEM y las del siglo XXI se complementan entre sí, desarrollando competencias importantes en el aprendizaje de los estudiantes.

## Referencias

- [1] Oscar Eugenio Tamayo Alzate, Jhon Rodolfo Zona López, and Yasaldez Eder Loaiza Zuluaga. La metacognición como constituyente del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 2016.
- [2] A. Adúriz Bravo. Investigación sobre enseñanza de las ciencias .<sup>en contexto</sup>":una oportunidad para el enfoque ste(a)m con fundamento humanista. In *Conferencia 25 junio: Enseñanza de las Ciencias*. Instituto CeFIEC, Argentina (Virtual).
- [3] Óscar Eugenio Tamayo Alzate. Pensamento crítico domínio-específico na didática das ciências. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (36):25–46, 2014.
- [4] Neus Sanmartí. El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, pages 239–276, 2000.

# Bioconversión de Residuos Empleando Larvas de Mosca Soldado Negro

Felipe Correa-Mahecha

Fundación Universidad de América

felipe.correa@profesores.uamerica.edu.co

Bogotá, Colombia

## 1. Resumen

El inadecuado manejo de los residuos orgánicos biodegradables es considerado como una amenaza ambiental, social y económica, las ciudades de los países en vías de desarrollo son fuente de grandes cantidades de éstos los que han sido manejados bajo esquemas obsoletos de economía lineal, saturando los servicios de recolección, tratamiento, manejo y disposición, reduciendo la vida útil de los rellenos sanitarios y casando problemas al ambiente, y las comunidades aledañas, por otra parte el costo de los insumos agropecuarios ha venido en aumento, poniendo en peligro la seguridad alimentaria e incrementando los precios de la canasta familiar.

El uso de larvas de Mosca Soldado Negra para el tratamiento y valorización de una amplia gama de residuos orgánicos es una tecnología con un importante potencial dentro de esquemas de la economía circular, ya que permite la transformación de estos en proteína, grasa, abonos orgánicos y biomoléculas; insumos que en la actualidad son cruciales para el desarrollo de la soberanía alimentaria y de transporte de países no desarrollados como Colombia.

Esta tecnología posee varios retos a solucionar con el fin de garantizar tanto la inocuidad de los productos generados, como también para su sostenibilidad económica, social y ambiental; en el caso de la ciudad de Bogotá, las bajas temperaturas de la ciudad, plantean un reto tecnológico que poco se ha explorado en las investigaciones y publicaciones sobre el tema; el presente documento sintetiza algunos de los aspectos más relevantes para la bioconversión de residuos empleando larvas de Mosca Soldado Negro a partir de diferentes tipos de residuos y plantea los retos fundamentales

a seguir para poder establecer metodologías y procedimientos que permitan su implementación en ciudades que como Bogotá que poseen una importante producción de residuos orgánicos pero no poseen las condiciones climáticas más adecuadas para su establecimiento, requiriendo el uso intensivo del conocimiento para garantizar las condiciones de operación que mejoren la productividad de las larvas, la calidad e inocuidad de los productos obtenidos y la sostenibilidad del proceso.

**Palabras clave:** *bioconversión, tratamiento de residuos, valorización de residuos, economía circular, hermetia illuscens, proteína de insectos, abonos orgánicos*