



Revista Tecnocientífica URU

**Una selección de los mejores artículos
presentados por nuestros estudiantes y profesores
en el concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035”**

No. 25 Julio - Diciembre 2023
ISSN: 2343 - 6360 / Depósito legal: ppi 201402ZU4464
Maracaibo - Venezuela



Avenida 2 “El Milagro”, entrada autónoma de la Universidad Rafael Urdaneta, luego de la Biblioteca del Estado. Maracaibo, Venezuela. Teléf. (58) (261) - 2000887, Fax (58)(261) 2000868.

Web: <https://uru.edu>



Revista Tecnocientífica URU

ISSN: 2343 - 6360 / Depósito legal: ppi 201402ZU4464

Web Tecnocientífica URU: <https://revistas.fondoeditorial.uru.edu/index.php/tecnocientificauru/index>

Web de Revista URU: <https://revistas.fondoeditorial.uru.edu/>

Teléfono: (58) (261) - 2000892.

Correo electrónico: tecnocientifica@uru.edu revistatecnocientificauru@gmail.com

2023 © Los Autores

De esta edición: Universidad Rafael Urdaneta, Fondo Editorial.

Diseño y Maquetación: Mibsay Contreras

Diseño de Portada: Yanin Dávila



Todos los contenidos de esta revista están bajo una licencia CC BY-SA 4.0. Puedes compartir, adaptar y distribuir nuestros artículos, siempre y cuando cites a los autores y a la Revista Tecnocientífica URU. Descubre más sobre esta licencia aquí: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

Revista Tecnocientífica URU

ISSN: 2343 - 6360 / Depósito legal: ppi 201402ZU4464

Comité Editorial

Profesor Jubert Pérez
Profesor Sergio de Pool
Profesores Edixon Gutiérrez
Profesora Jhanna Brieva

Profesor Cezar García
Editor – Jefe (E)

Profesora Arelis Arrieta
Profesora Russet Riquelme
Profesor Alfredo Villalobos
Profesora Jenny Márquez

Comité de Asesores

MSc. Oscar Urdaneta (Venezuela)
Dr. Shyam Kalla (India)
Dr. Cezar García (Venezuela)
Dr. José Sarabia (Venezuela)
Dr. José Rincón (Venezuela)
MSc. Zulay Mármol (Venezuela)
Dra. Cateryna Aiello (Venezuela)
Dra. Elba Michelena (Panamá)
Dr. Rafael Aracil (España)
MSc. Salvador Conde (Venezuela)
Dr. Ever Morales (Ecuador)
Dra. Nola Fernández (Venezuela)
Dr. Helí Lugo (Venezuela)
Dr. Ras Patnaik (Estados Unidos)
Dr. Gerardo Aldana (Venezuela)
Dra. Susana Salinas (Estados Unidos)
MSc. Lenin Herrera (Venezuela)
Dra. Laugeny Díaz (Venezuela)

Dra. Anali Machado (Canadá)
MSc. Ramón Cadenas (Venezuela)
Dr. Maulio Rodríguez (Venezuela)
Dr. Katsuyuki Nishimoto (Japón)
Mgs. Waldo urribarri (Chile)
Dra. Yaxcelys Caldera (Venezuela)
Dra. Oladis de Rincón (Venezuela)
Dr. Nelson Márquez (Venezuela)
Dr. Ramón Cova (Canadá)
Dr. Mourad E.H. Ismail (Estados Unidos)
Dra. Marinela Colina (Venezuela)
Dr. Freddy Isambert (Venezuela)
Dr. Miguel Sánchez (Venezuela)
Dr. Jorge Barrientos (Venezuela)
Dr. Ernesto Cornieles (Venezuela)
MSc. Augusto Galo (Venezuela)
MSc. Nerio Villalobos (Venezuela)

Comité de Técnico

Esp. *Hosglas Sanchez*, Coordinadora Editorial
Lcda. *Liliana Gonzalez*, Asistente Editorial

Br. *Lexibeth Díaz*, Auxiliar
Br. *Brian Escamilla*, Auxiliar

Revista Tecnocientífica URU es un instrumento de divulgación científica adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela. Es una revista arbitrada con periodicidad semestral, contentiva de artículos científicos originales no publicados en las áreas de Ingeniería y Arquitectura y otras disciplinas directamente relacionadas con éstas, de autoría individual o colectiva, que cumplan con las normas de publicación.



Universidad Rafael Urdaneta

M. A. en Des. Econ. Alfredo León, Rector
MgS. Ramón Rincón, Vicerrector Académico
MgS. Oscar Urdaneta, Secretario

Ing. Cezar García
Decano de la Facultad de Ingeniería

Ing. Rómulo Rincón
Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

Ing. Gilberto Araujo
Director de la Escuela de Ingeniería de Computación
Director de la Escuela de Ingeniería de
Telecomunicaciones

Ing. Carlos Espinoza
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Ing. Gereli Gutierrez
Directora de la Escuela de Ingeniería Eléctrica

Ing. Ángel González
Director de la Escuela de Ingeniería Química

Ing. Fernando Inciarte
Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Arq. María Medina
Directora de la Escuela de Arquitectura

Contenido

Presentación	9
Artículos de Propuesta	
Degradación de compuestos orgánicos volátiles a través de reactores catalíticos de descarga de barrera dieléctrica. Degradation of volatile organic compounds through dielectric barrier discharge catalytic reactors.	
<i>Elianna Verónica Albarrán González.</i>	11
Modelado de proceso de producción de diésel sintético a partir de emisiones de industrias petroquímicas. Modeling of the synthetic diesel production process from emissions from petrochemical industries.	
<i>Omar Alfonso García Abed El Kader.</i>	15
Uso de fotocatalizadores con radiación solar para contrarrestar el cambio climático. Use of photocatalysts with solar radiation to counteract climate change.	
<i>Jhosué David Dávila Palmar.</i>	23
Propuesta de la utilización de la energía termo solar en la zona urbana de Venezuela. Proposal for the use of solar thermal energy in the urban area of Venezuela.	
<i>Mary Isabel Villarreal Ascanio.</i>	27
Incorporación de las nuevas tecnologías para la consolidación de la sociedad 5.0. Incorporation of new technologies for the consolidation of society 5.0.	
<i>Luis José de Jesús González Madrid.</i>	33
El uso de microalgas autóctonas para la mitigación del cambio climático. The use of native microalgae for climate change mitigation.	
<i>Laura Paola Dupontt Díaz.</i>	39
La energía eólica como alternativa sustentable para reducir los efectos de las centrales termoeléctricas en el cambio climático. The wind energy as a sustainable alternative to reduce the effects from thermoelectric plants on climate change.	
<i>Esteban Alejandro Basabe Ramon.</i>	47
La transformación digital dentro de la I+D+i como factor clave para aumentar la productividad del país. The digital transformation within R&D&i as a key factor to increase the country's productivity.	
<i>Loredana María Baglieri Acebo.</i>	53

- Conversión de gas natural a Dimetil Éter (DME).
Conversion of natural gas to Dimethyl Ether (DME).
César Octavio García. 59
- Ciclovía con material reciclado para la ciudad de Maracaibo.
Cycle path with recycled material for the Maracaibo city.
María Amanda García Román. 63
- Nanoestructuras híbridas Semiconductor/Metal: Co/AlN/ y AlN/Co/AlN/ para aplicaciones ópticas y de almacenamiento de energía.
Semiconductor/metal hybrid nanostructures: Co/AlN/ and AlN/Co/AlN/ for optical and energy storage applications.
José Rafael Fermin Sánchez. 69
- Multicompetencias en la era digital: Un programa educativo para profesores y estudiantes univertarios.
Multi-Competencies in the Digital Era: An Educational Program for university professors and students.
Hosglas Sanchez 75
- Normas para la presentación de trabajos científicos 83

Presentación

Este número 24, del año 2023 de la Revista Tecnocientífica URU constituye un número especial que representa un esfuerzo mancomunado del Fondo Editorial Universidad Rafael Urdaneta, del comité editorial, de los árbitros y los autores para concretar esta edición basada en las propuestas presentadas por los estudiantes y profesores de la Universidad Rafael Urdaneta (URU) en el concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035”, auspiciado por Fedecámaras. En este evento, la URU se posicionó en primer lugar al lograr clasificar cinco trabajos entre los primeros diez lugares. Como resultado, el concurso inició con el registro de las ideas en el mes de enero de 2023 y culminó el 2 de junio de 2023 con la entrega de premios en la sede de Fedecámaras de la ciudad de Caracas.

Venezuela se enfrenta a grandes desafíos. El primero de ellos es reconocer los inmensos cambios que están ocurriendo en la actualidad, especialmente tras la pandemia, los cuales han modificado la dinámica de la sociedad y su forma de entender el mundo. Es por ello que Fedecámaras persigue, con este proyecto, que “la economía venezolana se vuelva productiva, diversificada con una perspectiva global, que genere nuevos puestos de empleo y un bienestar inclusivo y sostenible para los venezolanos”.

Una de las líneas estratégicas consiste en aprovechar los conocimientos generados en las universidades para que sirvan de base en la construcción de propuestas inclusivas y sostenibles para este nuevo modelo de desarrollo del país. Por lo tanto, se concibe este número especial de la Revista Tecnocientífica URU con una selección de 12 artículos, incluidas las propuestas ganadoras, que fueron presentadas por los estudiantes y profesores de nuestra casa de estudio, aportando ideas innovadoras para el desarrollo del país.

Cabe destacar que en esta contienda participaron 41 universidades públicas y privadas de 19 estados del país, las cuales concursaron con 568 propuestas. De estos, la Universidad Rafael Urdaneta aportó 68 trabajos enmarcados en áreas de interés nacional, tal como lo establecían las bases del concurso. Para la selección de los artículos publicados en el presente número especial estos 68 trabajos fueron evaluados con el sistema doble ciego.

Los resultados del concurso Prospectiva 2035 fueron altamente exitosos para la Universidad Rafael Urdaneta, ya que obtuvo el mayor número de ganadores (cinco galardonados), todos pertenecientes a la Facultad de Ingeniería. Las áreas temáticas que despertaron mayor interés en el concurso se relacionan con alternativas para contrarrestar el cambio climático y herramientas para la productividad en la sociedad 5.0. Estos resultados ponen de manifiesto el alto nivel de preparación de nuestros estudiantes y profesores, a la vez que estimulan la participación de la comunidad universitaria en eventos que promueven investigaciones para el desarrollo y el progreso del país.

En el acto de premiación, el Rector de la Universidad Rafael Urdaneta, el Economista Alfredo León, M. A., estuvo a cargo del discurso en representación de las universidades participantes. En su intervención, dejó en claro la importancia de la vinculación de la universidad con el sector público y privado del país, como elemento fundamental para la gestación de ideas creativas e innovadoras que contribuyen a la solución de los múltiples problemas que atraviesa nuestra nación.

Dra. Laugeny Díaz Borrego
Coordinadora de Investigación de la
Facultad de Ingeniería URU

Degradación de compuestos orgánicos volátiles a través de reactores catalíticos de descarga de barrera dieléctrica

Degradation of volatile organic compounds through dielectric barrier discharge catalytic reactors

Elianna Verónica Albarrán González

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Maracaibo, Venezuela

 <https://orcid.org/0009-0000-3785-9589/> | Correo electrónico: eliannalbarran@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Proteger el medio ambiente y la salud humana es posible mediante métodos efectivos para reducir la concentración de contaminantes en el aire y minimizar sus efectos adversos. Las principales emisiones de compuestos orgánicos volátiles provienen de procesos petroquímicos, combustibles fósiles, combustión de combustibles y transporte de solventes, con graves consecuencias para la salud humana y el ambiente. Compuestos como benceno, tolueno, acetona y etanol, generan consecuencias graves.

Palabras clave: Contaminación del aire, compuestos orgánicos volátiles, descarga de barrera dieléctrica

Abstract

Protect the environment and human health is possible through effective methods to reduce the concentration of pollutants in the air and minimize their adverse effects. The main emissions of volatile organic compounds come from petrochemical processes, fossil fuels, fuel combustion and transportation of solvents, with serious consequences for human health and the environment. Compounds such as benzene, toluene, acetone and ethanol generate serious consequences.

Keywords: Air pollution, volatile organic compounds, dielectric barrier discharge

Planteamiento del problema

En la actualidad la contaminación atmosférica es un problema ambiental muy importante, cuya toma de conciencia se ha incrementado en los últimos años como consecuencia del avance de la tecnología. La degradación de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) es esencial para proteger el medio ambiente y la salud humana. Utilizando métodos eficaces para la degradación de los COV, se puede reducir su concentración en el aire y minimizar sus efectos adversos.

Los principales contaminantes emitidos a la atmósfera son las partículas suspendidas (PS) y los COV los cuales son hidrocarburos que se exteriorizan a la atmósfera en fase gaseosa a temperatura ambiente. Estos compuestos reaccionan formando ozono y PS, que se transforman en smog [1]. Las principales emisiones de los COV provienen de procesamiento petroquímico, los combustibles fósiles, combustión de combustibles y transporte de solventes. Entre los COV más comunes se encuentran el benceno, el tolueno, la acetona y el etanol. Estos compuestos se han convertido en objeto de estudio para su control y degradación debido a los terribles daños que causan a la salud y al medio ambiente, incluyendo efectos cancerígenos en los seres humanos [2].

Se han desarrollado numerosas tecnologías para lograr la reducción de los COV. Los ejemplos incluyen técnicas de recuperación tales como adsorción, absorción, condensación y separación por membrana; y técnicas de destrucción, incluida la combustión catalítica, la biotecnología y el plasma no térmico (NTP) [3].

El plasma no térmico es un método relativamente nuevo para la degradación de COV que ha mostrado resultados prometedores, apuntando a una mejor selectividad con una mayor tasa de conversión. Gracias a un estudio de Li *et al.*, [4] el plasma no térmico utilizando un reactor de descarga de barrera dieléctrica es eficaz en la degradación de una mezcla de COV que incluye benceno, tolueno, etilbenceno y xileno. El estudio determina que el método demuestra una elevada actividad y selectividad, lo que convierte a esta tecnología en una opción prometedora para la degradación de COV dependiendo de las necesidades y objetivos que se quieran alcanzar.

Justificación de la investigación

Con la reactivación de las industrias petroquímicas en Venezuela es provechoso utilizar estas tecnologías, en especial la combinación de los catalizadores con los NTP en conjunto con reactores de descarga barrera dieléctrica (DBD) para ayudar al impacto ambiental y beneficiar la conversión de COV a CO₂ y H₂O, pero, teniendo en cuenta la producción indeseada de ozono. El dióxido de carbono, de acuerdo con Tabatabaei, Pooladi-Darvish, y Babadagli [5] tiene diversos usos en la industria petrolera, sobre todo en las operaciones de recuperación mejorada de petróleo. Por lo que la utilización de la conversión de estos COV puede implicar efectos positivos en los costos operacionales de las industrias al cumplir con la misma función de la captura y reutilización de CO₂ tradicionalmente implementada. En el caso del ozono (O₃), aunque es una producción no objetiva, este puede ser aprovechado como paso para el tratamiento de aguas residuales.

La degradación de los COV es una cuestión crucial que requiere métodos eficaces para su eliminación del aire. Los métodos discutidos anteriormente ofrecen opciones prometedoras para la degradación de estos COV, y se necesita más investigación y experimentación para optimizar sus condiciones de funcionamiento. Si se sigue investigando y desarrollando, el plasma no térmico puede convertirse en una herramienta importante para proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos de los COV.

Objetivos

Con esta investigación se busca:

Realizar un diagrama de flujo explicativo sobre la experimentación de los reactores DBD con NTP y catalizadores de zeolita a diferentes bases.

Exponer las ventajas de la implementación de esta tecnología en la industria venezolana.

Metodología

Para esta investigación se toma como literatura principal el trabajo “A comparison of in- and post-plasma catalysis for toluene abatement through continuous and sequential processes in dielectric barrier discharge reactors” de Xin *et al.*, [3], el cual ilustra la siguiente metodología de experimentación en los reactores ya descritos anteriormente, tal como se muestra en la Figura 1.

Este método consiste en utilizar un gas ionizado a temperatura ambiente y presión atmosférica para generar plasma a través de inducción de alto voltaje, donde este gas ionizado contiene electrones de alta energía, iones y otras especies reactivas. Estas especies pueden reaccionar con los COV, descomponiéndolos en compuestos menos nocivos.

El plasma no térmico es un método prometedor para la degradación de COV, sobre todo en ambientes interiores. Aunque, el método presenta algunos problemas, los investigadores están estudiando formas de mejorar su eficacia y rentabilidad, así como de ampliarlo para aplicaciones industriales. Sin embargo, Xin *et al.*, [3] plantean que durante la conversión de los COV, además de los compuestos objetivos, se transforman compuestos indeseables como O₃ y N₂O los cuales son subproductos encontrados en los gases de reducción del tolueno por NTP solo (sin catalizadores). Además, esta combinación de tecnología demostró una elevada eficacia de eliminación y, aunque, aún se genere producción de ozono, sigue teniendo los menores indicios de producción de O₃, lo que la convierte en una opción prometedora para el tratamiento industrial de COV.

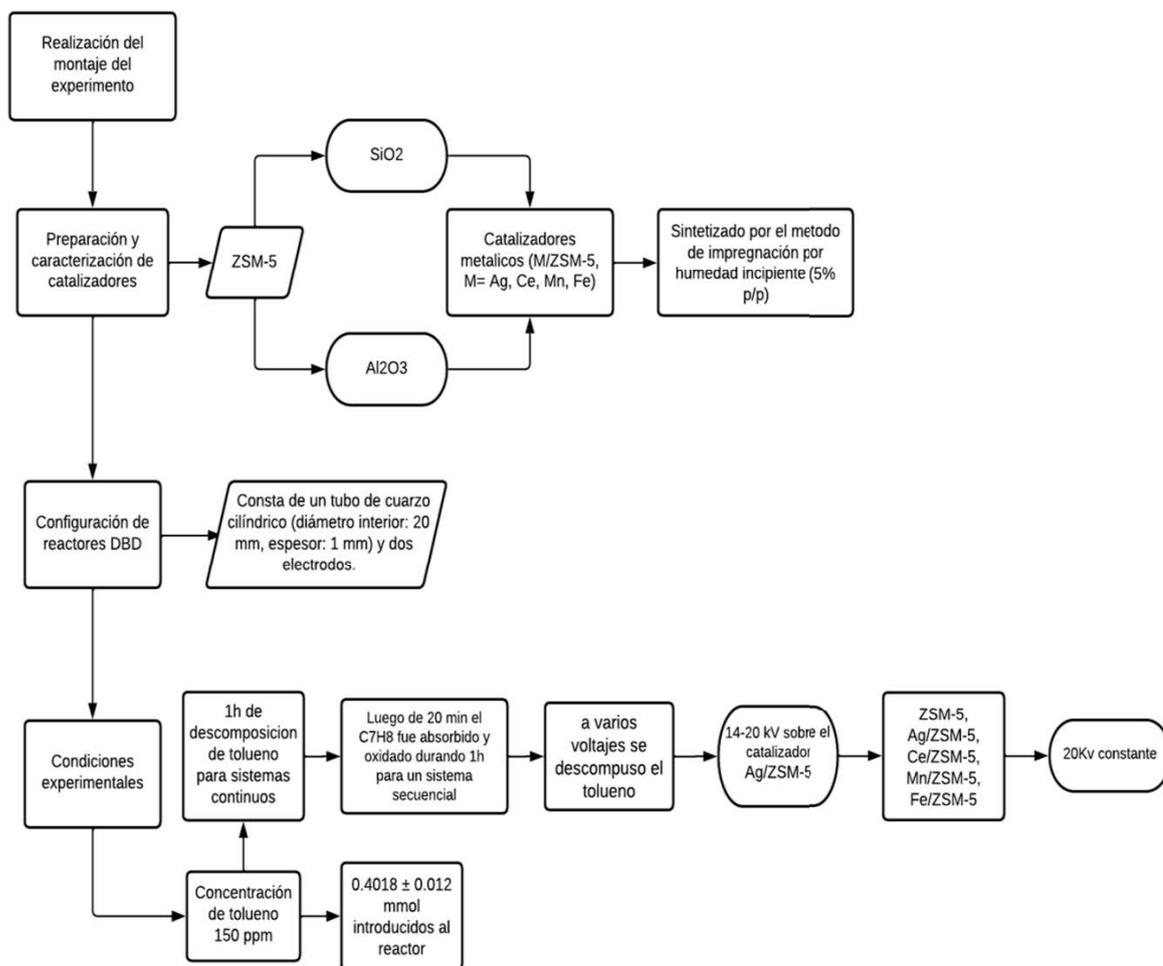


Figura 1. Diagrama de flujo del experimento realizado en reactores en y post plasma DBD[3]

Resultados esperados

A través de la experimentación con las diferentes bases metálicas de la zeolita se determinó que la que otorga una mayor selectividad es Ag/ZSM-5 con una alimentación constante de 20kV [3]. Esperándose que para la implementación de esta tecnología tenga efectos en la minimización de costos operativos y ayude a la facilidad de otros procesos como el tratamiento de aguas en los complejos petroquímicos o plantas que utiliza el agua para calderas o simplemente la recirculación hacia un intercambiador de calor. Además, del impacto medioambiental, ya que, a través de la reducción de los COV se tiene un aire más limpio.

Referencias

- [1] IQAir. [En línea] Disponible en <https://www.iqair.com/es/newsroom/volatile-organic-compounds> [Accedido: 15 de noviembre de 2022].
- [2] Semarnat, I. “Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. México” (2003)
- [3] Xin, Y., Xiaoqing, D., Shijie, L., Jinlong, Z., Z, Qian., & Li, C. “A comparison of in- and post-plasma catalysis for toluene abatement through continuous and sequential processes in dielectric barrier discharge reactors”. Journal of Cleaner Production, vol 276, no. 6, pp 1-3, (2020).
- [4] Li, Q., Cao, Y., Lu, Y., Li, X., & Wang, X. “Degradation of VOCs by non-thermal plasma: A review”. Critical Reviews in Environmental Science and Technology. (2021).

[5] Tabatabaei, M., Pooladi-Darvish, M., & Babadagli, T. **“Carbon dioxide enhanced oil recovery: Fundamentals and opportunities”**. Journal of Petroleum Science and Engineering. (2019).

Nota especial

Artículo ganador del Segundo Lugar del Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Estudiante. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.

Modelado de proceso de producción de diésel sintético a partir de emisiones de industrias petroquímicas

Modeling of the synthetic diesel production process from emissions from petrochemical industries

Omar Alfonso García Abed El Kader

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0009-0007-7481-7258/> | Correo electrónico: omar_garcia-01@hotmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

La captura y utilización de dióxido de carbono se consideran uno de los métodos más efectivos para mitigar los efectos del cambio climático. Mediante un programa de simulación de procesos que emplea datos termodinámicos adecuados, condiciones operativas y modelos precisos de equipos, se puede obtener una aproximación al comportamiento real de la producción de diésel sintético a partir de emisiones generadas en la industria petroquímica del estado Zulia, Venezuela.

Palabras clave: Producción de diésel, emisiones de dióxido de carbono, industria petroquímica

Abstract

The capture and utilization of carbon dioxide is considered one of the most effective methods for mitigating climate change. Through a process simulation program that uses appropriate thermodynamic data, operating conditions and precise equipment models, an approximation to the real behavior of the production of synthetic diesel from emissions generated in the petrochemical industry of the state of Zulia, Venezuela.

Keywords: Diesel production, carbon dioxide emissions, petrochemical industry

Planteamiento del problema

El continuo aumento de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera amenaza la sostenibilidad del planeta debido al calentamiento global. Hoy en día, la captura y el uso del dióxido de carbono son considerados como uno de los métodos más efectivos para mitigar los efectos del cambio climático. Se trata de la conversión de dióxido de carbono en productos útiles como combustibles, productos químicos, plásticos y materiales de construcción alternativos [1]. La más atractiva de las alternativas propuestas es la conversión de dióxido de carbono en combustibles de hidrocarburos. Los combustibles sintéticos tienen claras ventajas ambientales sobre los combustibles refinados tradicionales, ya que están prácticamente libres de azufre, nitrógeno y compuestos aromáticos, y son compatibles y miscibles con los combustibles tradicionales, lo que les permite trabajar con la infraestructura de combustible existente [2].

Cuando se trata de producir combustibles sintéticos para automóviles, el e-diésel o diésel sintético es la opción preferida porque el rendimiento de un motor diésel es mayor que el de un motor de gasolina. Además, el combustible diésel, al estar más hidrogenado, produciría relativamente menos CO₂ y más H₂O que la gasolina, en caso de combustión completa. El diésel ideal, el cual tiene un alto índice de cetano, estaría compuesto esencialmente de alcanos lineales [3].

PEQUIVEN, PETROQUÍMICA DE VENEZUELA, S.A. es la principal industria petroquímica en Venezuela, la cual es responsable de la producción y comercialización de productos químicos como, fertilizantes, plásticos, alcoholes hidratados, entre otros [4]. Esta tiene un gran impacto en la contaminación del aire, ya que muchos de los procesos requieren quema de combustibles fósiles, emisiones de vapores, gases de compuestos altamente explosivos y volátiles, siendo así uno de los causantes del cambio climático. Debido a esto la investigación se basa en la obtención de diésel sintético a partir de emisiones de dióxido de carbono e hidrógeno provenientes de las industrias petroquímicas del estado Zulia, Venezuela.

La finalidad de esta investigación es proponer un modelo de producción de diésel sintético a partir de emisiones industriales, empleando para ello una herramienta interactiva conocida como Aspen Plus V. 8.8. En general, Aspen Plus es un programa de simulación de procesos que utiliza una serie de operaciones unitarias integradas donde mediante el uso de datos termodinámicos adecuados, condiciones operativas y modelos precisos de equipos, se aproxima al comportamiento real del proceso [5].

Esta situación ha dado lugar a este trabajo, el cual pretende dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo modelar un proceso de producción de diésel sintético a partir de emisiones provenientes de las industrias petroquímicas del estado Zulia, Venezuela?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Modelar un proceso de producción de diésel sintético a partir de emisiones de las industrias petroquímicas.

Objetivos específicos

Determinar los principales parámetros que afectan el proceso de obtención de diésel sintético.

Desarrollar la simulación en estado estacionario del proceso de producción de diésel sintético.

Justificación de la investigación

El impacto ambiental de los combustibles está relacionado con la contaminación local y las emisiones totales de CO_2 derivadas de su producción y uso. El diésel sintético tiene características de combustión muy deseables, lo que se traduce en menores emisiones de partículas y óxidos de nitrógeno en comparación con los combustibles convencionales [6]. Por consiguiente, se lograría evitar impactos negativos en los ecosistemas, como la pérdida de biodiversidad o la acidificación de los océanos, brindando beneficios adicionales para la calidad del aire y la salud humana.

Metodología

Desarrollo del proceso

Tras un pretratamiento, las materias primas CO_2 e H_2 , provenientes de la empresa PRALCA y del Complejo Petroquímico Ana María Campos, respectivamente, se mezclan y se alimentan a un reactor encargado de convertir el CO_2 a monóxido de carbono (CO). Como resultado, se obtiene una mezcla gaseosa denominada gas de síntesis, que contiene principalmente H_2 , CO y H_2O , pero también cantidades menores de CO_2 y CH_4 . A continuación, el gas de síntesis se somete a una etapa de remoción de H_2O . Luego, este gas ingresa al reactor de síntesis de Fischer-Tropsch (FT). La síntesis de Fischer-Tropsch es una tecnología probada para la producción de diversos combustibles líquidos a partir de gas de síntesis. Esta tecnología opera a diversas temperaturas y presiones en presencia de un catalizador basado en hierro o cobalto. Tras la síntesis, el efluente se enfría para separar una fracción gaseosa (reactantes no convertidos e hidrocarburos C_1 - C_4), hidrocarburos líquidos (C_5 +) y agua. Los gases de escape se pueden reciclar, mientras que los productos líquidos se mejorarán y separarán en mayoritariamente diésel, pero también en otros hidrocarburos como gasolina, ceras y otras mezclas de combustibles [7]. El diseño operativo y las especificaciones de las operaciones unitarias se describen a continuación.

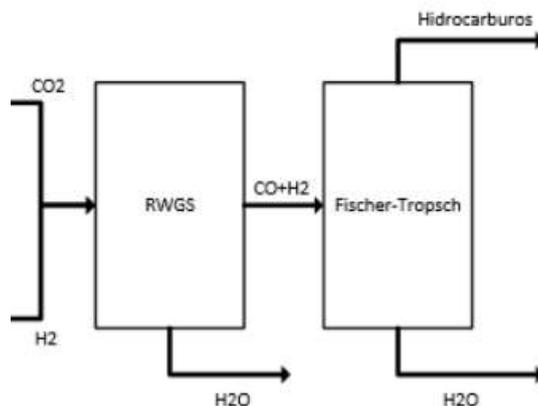


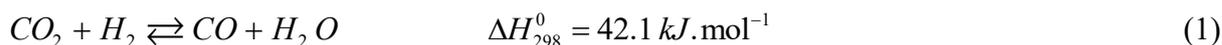
Figura 1. Diagrama simplificado del proceso de producción de combustibles sintéticos

Pre-tratamiento

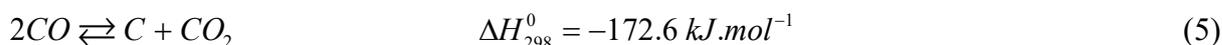
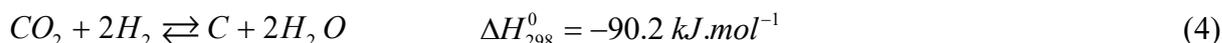
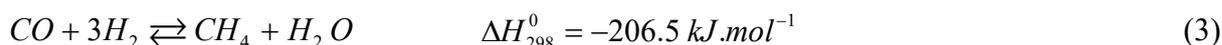
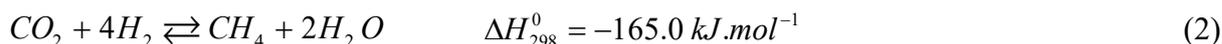
Termodinámicamente, la presencia de humedad en la corriente de alimentación del proceso provocará inconvenientes en las reacciones que se llevarán a cabo posteriormente. Para evitar la influencia de la humedad, se debe separar la mayor cantidad posible de agua de estas corrientes [8]. De acuerdo con el diseño, tanto la corriente de hidrógeno producto de la planta clorosoda del Complejo Ana Maria Campos, como la corriente de dióxido de carbono proveniente de la empresa PRALCA, presentan un contenido elevado de humedad. La alternativa seleccionada para remover la humedad de estas corrientes es la condensación del agua empleando un separador instantáneo, lo cual se logra disminuyendo la temperatura [4].

Reacción inversa de desplazamiento del gas de agua (RWGS)

El proceso de FT requiere la reacción RWGS para producir gas de síntesis. Este es un paso importante en la producción de CO para alimentar el reactor FT y producir diésel. Se sabe que el reactivo CO_2 es una molécula muy estable, lo que significa que requiere mucha energía, altas temperaturas y el uso de catalizadores activos para convertirse eficientemente en CO [9]. La reacción endotérmica RWGS se describe mediante la siguiente ecuación:



Además de esta reacción principal, también se producen reacciones secundarias. Por lo tanto, las principales reacciones posibles son la metanización del CO_2 y del CO, así como las reacciones de Bosch y Boudouard, que conducen a productos no deseados como el CH_4 y el coque. La formación de coque es peligrosa para los catalizadores porque tiende a bloquear los sitios activos y, por lo tanto, provoca una pérdida de actividad catalítica. Sin embargo, como las reacciones secundarias son exotérmicas, se ven suprimidas a medida que aumenta la temperatura [10]. Dichas reacciones están representadas por las siguientes ecuaciones, respectivamente:



De acuerdo con la termodinámica, la conversión de CO_2 a CO en la reacción RWGS aumenta cuando se suministra un exceso de H_2 . Normalmente, este proceso utiliza una relación H_2/CO_2 de 3. Trabajar con exceso de hidrógeno también ayuda a prevenir la acumulación de carbono en la superficie del catalizador. Los catalizadores basados en $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ son los más comunes para la catálisis de este sistema debido a su atractiva relación actividad-precio [9]. El producto se denomina gas de síntesis, el cual es una mezcla gaseosa compuesta principalmente por H_2 , CO y H_2O , pero también contiene CO_2 y CH_4 . El agua se remueve del sistema por condensación.

En Aspen Plus V.8.8, el reactor RWGS se modeló como un reactor adiabático en equilibrio. Esta simplificación se justifica por la observación de que las conversiones de la reacción de RWGS rara vez están limitadas cinéticamente, al menos no para tiempos de residencia apropiados. La razón de esto es que las conversiones lo suficientemente altas requieren elevadas temperaturas [11].

Síntesis de Fischer-Tropsch

La síntesis de Fischer-Tropsch (FT) es una reacción catalítica heterogénea, de polimerización y fuertemente exotérmica que produce combustibles de hidrocarburos líquidos y productos químicos a partir del gas de síntesis. Las principales reacciones en el reactor de Fischer-Tropsch se pueden expresar de la siguiente manera:



Otra reacción principal que puede ocurrir es la de desplazamiento del gas de agua. También se pueden obtener compuestos oxigenados, aromáticos y coque, pero no son considerados en la investigación debido a que se producen en pequeñas cantidades en la síntesis de Fischer-Tropsch a baja temperatura. Este modelo incluye la producción de parafinas y olefinas hasta moléculas con 30 átomos de carbono. La síntesis de FT se puede optimizar para producir varios tipos de hidrocarburos, como nafta sintética, diésel, queroseno, aceites lubricantes, ceras sintéticas y olefinas. Existen dos modos de funcionamiento en FT, la síntesis de Fischer-Tropsch a baja temperatura (LTFT) (180-250 °C) y la síntesis de Fischer-Tropsch a alta temperatura (HTFT) (300-350 °C). La selectividad hacia hidrocarburos y alquenos más cortos aumenta a temperaturas más altas. Por lo tanto, para esta investigación se seleccionó la síntesis de LTFT por ser la indicada para la producción de combustible diésel (C_{10} - C_{22}), queroseno (C_{10} - C_{16}) y cera (C_{22}^+), mientras que HTFT se utiliza para la producción de gasolina (C_5 - C_9) y productos químicos [12].

La composición de CO_2 en el gas de síntesis oscila entre 1 % y 30 % y aunque la literatura en algunos casos menciona la necesidad de eliminar el CO_2 antes de su uso en la síntesis de FT, investigaciones recientes sugieren que existe una posible ventaja económica al no eliminar el CO_2 antes de la síntesis. El uso de catalizadores a base de hierro en procesos industriales de síntesis de FT ha llamado mucho la atención, debido a que estos no solo son económicos, sino que también se ha demostrado que pueden convertir CO_2 en CO y luego en productos de FT mediante la reacción RWGS, dependiendo de las condiciones de operación [13]. En este caso, la relación de Ribblett [$\text{H}_2/(2\text{CO}+3\text{CO}_2)$] es la expresión preferida para comparar las cantidades relativas de H_2 con las cantidades estequiométricas de H_2 para la conversión completa del CO y del CO_2 en productos de FT. Aunque una relación de Ribblett de 1 corresponde a la cantidad estequiométrica de H_2 necesaria para la conversión completa de todo el CO y el CO_2 en gas de síntesis, estudios previos indican que la síntesis de FT se puede desarrollar con un valor mínimo de 0.5. No se recomienda una relación de Ribblett superior a 1 porque dirige la distribución de los productos hacia hidrocarburos de cadena corta [7].

Reformador autotérmico

Los productos de la síntesis de FT salen del reactor y se enfrían para separar una fracción gaseosa (reactivos sin reaccionar e hidrocarburos C_1 - C_4), hidrocarburos líquidos (C_5 +) y agua. Los productos líquidos se separarán y se mejorarán, mientras que el gas se recicla. Este se introduce en un reactor para producir gas de síntesis, resultando en una mayor producción de hidrocarburos de alto valor. En el reformador, los hidrocarburos reaccionan para producir H_2 y CO adicionales [7].

El reformado con vapor implica la reacción del combustible y del vapor sobre un catalizador. Sin embargo, esta es una reacción altamente endotérmica que requiere calor externo. Por otro lado, la oxidación parcial catalítica implica una reacción de combustión incompleta de oxígeno y el combustible, siendo una reacción exotérmica. Por lo tanto, el reformador autotérmico combina la reacción endotérmica del reformado con vapor y la reacción exotérmica de oxidación parcial para lograr una reacción casi termodinámicamente neutra [14]. Las principales reacciones que ocurren en el reactor son:



El reformador autotérmico (ATR) se modeló como un reactor en equilibrio que opera en condiciones adiabáticas. El oxígeno y vapor de agua requerido por el ATR lo proporciona PEQUIVEN. Se controló la cantidad de O_2 que se introduce en el reformador para ajustar automáticamente la temperatura del gas de salida a $950^\circ C$ ($O_2/C \approx 1$) y se utilizó un exceso de vapor (H_2O/C entre 1.2 - 2.25) para evitar la coquización [15].

Resultados esperados

Principales parámetros que afectan el proceso de obtención de diésel sintético

Con base en la información recopilada, se determinó que los principales parámetros o variables que afectan el proceso de obtención de diésel sintético son la temperatura, la presión y la relación $H_2/CO/CO_2$ a la entrada del reactor de FT, los cuales se detallarán a continuación:

A medida que aumenta la temperatura, aumenta la conversión de CO, la selectividad hacia el metano e hidrocarburos C_2 - C_4 y la selectividad de olefinas y compuestos oxigenados, mientras que la selectividad hacia los hidrocarburos C_5 y mayores disminuye, lo cual se debe al aumento de la presión parcial del H_2 en el reactor, de modo que más especies de hidrógeno alcanzan la superficie del catalizador, provoca la terminación de la cadena. En cuanto a la presión, el aumento puede causar una variedad de comportamientos. En algunos casos, la distribución del producto es independiente de la presión, pero también es posible que la conversión de CO y la selectividad hacia C_5 + aumento, mientras que la selectividad de CH_4 y C_2 - C_4 disminuye a medida que aumentó la presión. Un aumento en la conversión de CO significa que más compuestos intermedios C_1 alcanzan la superficie del catalizador, lo que aumenta la tasa de propagación y el crecimiento de la cadena [16].

Fracciones molares altas de CO_2 en la alimentación del reactor de FT, el cual contiene una mezcla de $H_2/CO/CO_2$, pueden conllevar a una conversión de CO_2 negativa, lo que indica que se genera CO_2 en lugar de consumirse. Sin embargo, la hidrogenación de CO_2 es menos reactiva y produce más alcanos de cadena corta ricos en CH_4 en comparación con la hidrogenación de CO. Aunque la reacción de desplazamiento del gas de agua (WGS) está lejos del equilibrio termodinámico en el reactor de FT a baja temperatura cuando se trabaja con catalizadores de hierro, su limitación de equilibrio dicta el producto final; es decir, si el CO puede convertirse en CO_2 o el CO_2 puede convertirse en CO [13].

[8] Ersernagawy, O., Hoadley, A., Patel, J., Bathelia, T., Haque, Na y Li, N. “**Análisis termo económico del proceso inverso de desplazamiento del gas de agua con diferentes temperaturas para la producción ecológica de metanol como portador de hidrógeno**”. Elsevier, Journal of CO₂ Utilization, vol 41, no 101280, (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2020.101280>

[9] Daza, A. y Kuhn, J. “**Conversión de CO₂ mediante catálisis de desplazamiento del gas de agua inverso: Comparación de catalizadores, mecanismos y sus consecuencias para la conversión de CO₂ en combustibles líquidos**”. RSC Advances, vol. 6, pp 49675-49691, (2016).

[10] Vendas, M. “**Producción de CO mediante la reacción inversa del desplazamiento de gas de agua para aplicaciones Fischer-Tropsch**”, Tesis de Maestría, Universidad de Oporto, Oporto, Portugal, (2021).

[11] Kirsch, H., Sommer, U., Pfeifer, P. y Dittmeyer, R. “**Conversión de energía en combustible basada en el desplazamiento inverso del gas de agua, síntesis Fischer-Tropsch e hidrocrqueo: Modelización matemática y simulación en Matlab/Simulink**”. Chemical Engineering Science, (2020).

[12] Ahmed, H. “**Power-to-X: Modelado de la síntesis Fischer-Tropsch en Aspen Plus**”, Tesis de Maestría, Universidad de Aalto, Espoo, Finlandia, (2021).

[13] Yao, Y., Liu, X., Hildebrandt, D. y Glasser, D. “**Síntesis Fischer-Tropsch con mezclas de gas de síntesis H₂/CO/CO₂ sobre un catalizador de hierro**”. Ind. Eng. Chem. Res, vol 50, no 19, 11002–11012, (2011).

[14] Baruah, R., Dixit, M., Basarkar, P., Parikh, D. y Bhargav, A. “**Avances en el reformado autotérmico de etanol**”. Elsevier, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol 51, 1345-1353, (2015).

[15] Selvatico, D., Lanzini, A. y Santarelli, M. “**Combustibles Fischer-Tropsch de baja temperatura a partir de gas de síntesis: Modelización cinética y simulación del proceso de diferentes configuraciones de planta**”. Elsevier, Fuel, vol 86, 544-560, (2016).

[16] Rauch, R., Kiennemann, A. y Sauciuc, A. “**Síntesis Fischer-Tropsch a biocombustibles (proceso BtL)**.” In The Role of Catalysis for the Sustainable Production of Bio-fuels and Bio-chemicals, 397–443, (2013).

Nota especial

Artículo ganador del Tercer Lugar del Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras, edición 2023, en la modalidad Estudiante. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.

Uso de fotocatalizadores con radiación solar para contrarrestar el cambio climático

Use of photocatalysts with solar radiation to counteract climate change

Jhosué David Dávila Palmar

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Maracaibo, Venezuela

 <https://orcid.org/0009-0001-8393-6335> | Correo electrónico: davilapalmarjd@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Para reducir la cantidad de CO₂ en la atmósfera y mitigar el desarrollo del cambio climático, se plantea la fotocatalisis aplicada a los materiales de construcción en fachadas y cubiertas de edificios, o en los pavimentos de aceras de las calles de las ciudades. Esta técnica sirve para descontaminar el aire de sustancias nocivas mediante una reacción fotoquímica en presencia de radiación solar. Se analizan los niveles de contaminación en Venezuela y las condiciones meteorológicas para determinar la correcta aplicación de revestimientos fotocatalíticos. Con esta técnica, se podría reducir hasta un 20% del CO₂ en el ambiente, así como también las emisiones de las industrias, vehículos, construcciones y personas.

Palabras clave: Fotocatalisis, radiación solar, revestimiento, cambio climático

Abstract

To reduce the amount of CO₂ in the atmosphere and mitigate the development of climate change, photocatalysis is applied proposed to construction materials on building facades and roofs, or on the pavements of sidewalks on city streets. It serves to decontaminate the air from harmful substances through a photochemical reaction in the presence of solar radiation. Pollution levels in Venezuela and meteorological conditions are analyzed and the correct application of photocatalytic coatings is indicated. Up to 20% of CO₂ in the environment would be reduced, as well as emissions from industries, vehicles, buildings and people.

Keywords: Photocatalysis, solar radiation, coating, climate change

Planteamiento del problema

En los últimos años, el cambio climático global ha tenido un impacto tan significativo que sus efectos son evidentes en el medio ambiente. Los glaciares se han reducido, el hielo en los ríos y lagos se derrite antes de tiempo, los hábitats de plantas y animales han cambiado y los árboles florecen antes de lo habitual. Los científicos están altamente confiados de que la temperatura global seguirá aumentando en las próximas décadas, principalmente debido a los gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas [1].

También se ha comprobado que el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera provoca que esta retenga más radiación infrarroja, devolviendo más calor a la superficie terrestre; este fenómeno genera un aumento de la temperatura media del planeta [2].

Según la información del Ministerio del Ambiente, en Venezuela la contaminación y degradación del aire tienen diversas fuentes, entre las que destacan las emisiones de vehículos automotores, actividades industriales, quema de basura, trituración y manipulación de materiales volátiles, principalmente emisiones de CO₂ [3]. Cabe destacar que la ubicación de las principales fuentes generadoras de contaminación atmosférica y su área de influencia están, en la mayoría de los casos, ligadas al crecimiento urbano y sus zonas industriales, llegando a registrar emisiones superiores a 100 megatoneladas en un solo año. Esto convierte a Venezuela en uno de los principales contaminadores atmosféricos de Latinoamérica [4].

En la actualidad, existen diversas estrategias para reducir la cantidad de CO₂ en la atmósfera; sin embargo, muchas de ellas resultan poco viables debido a sus altos costos o a la complejidad de su implementación. En este contexto, la fotocatalisis surge como una alternativa prometedora para mitigar el cambio climático. La aplicación de la fotocatalisis en materiales de construcción, como fachadas y cubiertas de edificios o pavimentos de aceras en las ciudades, permite descontaminar el aire de sustancias nocivas como NO_x, SO_x o COV_s, entre otras. Este proceso se basa en una reacción fotoquímica que se activa mediante la radiación solar [5].

Si persiste el aumento de la contaminación atmosférica, se podrían desencadenar graves consecuencias como el colapso de la producción agrícola y ganadera, la intensificación de olas de calor en períodos lluviosos, un incremento en la frecuencia de ondas tropicales, la reducción de los caudales en cuerpos de agua y embalses, el aumento de enfermedades y una serie de problemas en las distintas ciudades del país. Todo esto estaría estrechamente ligado al consumo masivo de gas natural, petróleo y otras fuentes de energía económicas y de fácil obtención, las cuales, a su vez, generan impactos negativos en la contaminación, el cambio climático y la economía nacional [6].

Partiendo de los aspectos anteriormente mencionados, surge la propuesta de una investigación que trata sobre el uso de fotocatalizadores, aprovechando la luz solar, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes como el CO₂, entre otros gases. Esta iniciativa busca brindar seguridad al área ambiental y estructural de las ciudades de Venezuela, dado el escaso número de trabajos relacionados con el uso de fotocatalizadores para contrarrestar la contaminación atmosférica.

Finalmente sabiendo que los fotocatalizadores ofrecen una amplia gama de ventajas tanto para las industrias como para la sociedad, es necesario responder a la siguiente pregunta: ¿Se pueden utilizar fotocatalizadores para contrarrestar el cambio climático?

Justificación

La continua contaminación ambiental ha tenido un fuerte impacto en la naturaleza, lo que ha hecho que la comunidad científica busque nuevas vías para poder contrarrestar este problema. Se sabe que el CO₂, con una tasa de crecimiento de 2 ppm por año en la atmósfera desde principios de la década de 2000, es uno de los principales gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global.

Hoy en día se han presentado tres métodos convenientes para minimizar la cantidad de CO₂ en la atmósfera: (1) la transformación de CO₂ a productos de valor agregado; (2) captura y almacenamiento de CO₂; y (3) el consumo de CO₂ [7]. Un buen fotocatalizador debe ser ecológico y rentable, y debe utilizar la luz solar para catalizar la reacción. Por estas razones, la fotocatalisis se ha investigado como una buena alternativa para llevar a cabo la reducción de CO₂.

Además, esta investigación se presenta como una base para futuros trabajos, dado al poco estudio que se ha realizado sobre el uso de fotocatalizadores como solución a un problema ambiental, social y económico como lo es la contaminación. Por ende, es importante la realización de esta investigación.

Objetivo de la investigación

Evaluar el uso de fotocatalizadores con radiación solar para contrarrestar el cambio climático

Metodología

Tras familiarizarse con los fundamentos de la fotocatalisis, se procederá a analizar los niveles de contaminación que azotan a Venezuela, sus condiciones meteorológicas y la selección adecuada del ámbito de aplicación de los recubrimientos fotocatalíticos, tomando en consideración los factores que aseguren un óptimo aprovechamiento del efecto fotocatalítico.

Tras haber desarrollado estos aspectos, se procederá a realizar un cálculo aproximado de la cantidad de contaminación eliminada en proporción a la superficie fotocatalítica tratada. Posteriormente, se analizarán las variaciones que podrían presentarse en función de diversos factores, tales como la ubicación geográfica, la

época del año, la concentración de partículas contaminantes y los materiales empleados. Para llevar a cabo este análisis, es necesario contar con una serie de requisitos que se detallan a continuación:

Componentes necesarios para la fotocatalisis

Fotocatalizador: En primer lugar, para que se dé la reacción fotocatalítica, será necesario un fotocatalizador, un material semiconductor capaz de acelerar la velocidad de las reacciones de oxidación.

Oxidante: Para que el fotocatalizador se oxide y reciba electrones suele emplearse el oxígeno, que en fase gaseosa es muy sencillo de aportar debido a su abundante presencia en el aire.

Suministro de electrones: El grupo OH* suele ser el que aporta los electrones en la reacción y más tarde favorece la oxidación de los contaminantes adsorbidos.

Radiación: La aplicación de luz ultravioleta puede producirse de forma natural a través del Sol o con luz artificial a partir de instalaciones lumínicas. El fotocatalizador será excitado al absorber la radiación solar, con una longitud de onda mayor a 310 nm o una análoga con la artificial, de manera que se acelera la reacción química de la fotocatalisis.

Óxido de titanio: Diferentes estudios han demostrado que la utilización del TiO₂ consigue reducir en parte los contaminantes contenidos en el aire y que exceden los límites establecidos por la OMS para una buena calidad del aire. El Titanio se encuentra fácilmente en la Tierra, es un material muy abundante en la corteza terrestre, sin embargo, no se encuentra en la naturaleza de forma pura, si no de tres posibles formas: rutilo, anatasa y brookita.

Islas fotocatalíticas: Entendemos el concepto de Isla Fotocatalítica como un espacio ideal dentro de una ciudad en el que se espera que exista aire puro y libre de NO_x gracias a la envoltura completa por superficies fotocatalíticas, donde se encuentran todo tipo de soluciones para conseguir una construcción sostenible y una mejor preservación del medio ambiental. La Figura 1 ilustra los pasos secuenciales que conforman esta propuesta:

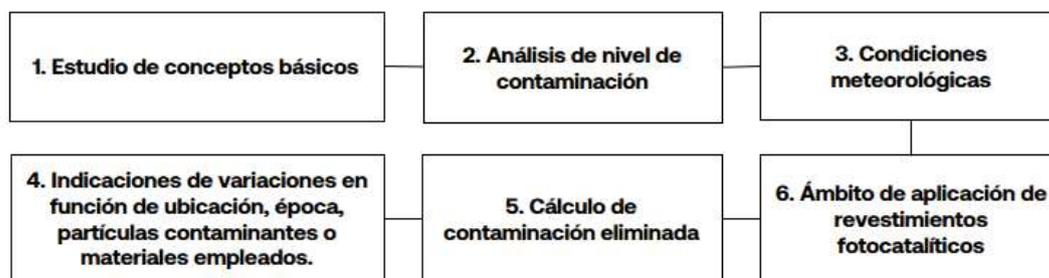


Figura 1. Diagrama general de la propuesta del uso de fotocatalizadores de radiación solar para la mitigación del cambio climático

Resultados esperados

Con el desarrollo de la investigación propuesta se espera reducir hasta un 20% del CO₂ que contamina el ambiente, y reducir las emisiones continuas de CO₂ provenientes de las industrias, vehículos, construcciones y actividades humanas. Cabe destacar que los factores que pueden modificar los resultados son los siguientes:

Cambios en función de las épocas del año: Como ya se ha comentado anteriormente, la radiación es uno de los factores principales e imprescindibles para que se pueda producir la reacción fotocatalítica y así aprovechar el poder descontaminante de las nuevas superficies. Por lo tanto, las horas de radiación que reciban las áreas tratadas, serán proporcionales a la cantidad de CO₂ eliminado. Por otro lado, dependiendo de la temperatura, humedad o precipitaciones que afecten a estas superficies, trabajarán en mayor o menor proporción.

Cambios en función de la contaminación existente: Los valores actuales de descontaminación se deberán sumar a los que se espera reducir con el tratamiento de las áreas, es decir, hasta un 20%. Aunque este sería un hecho claramente positivo, si existen menos partículas de COVs, SOx y NOx en el ambiente, el porcentaje de contaminantes eliminados mediante la adsorción en la superficie del fotocatalizador tenderá a disminuir con el paso del tiempo.

Cambios en función del color y rugosidad de los materiales a utilizar: Se ha demostrado que dependiendo del material que se decida aplicar se obtendrán diferentes resultados. Los colores del revestimiento tratado influyen considerablemente en la capacidad de adsorber los contaminantes, e incluso, en la capacidad de autolimpieza de éste [8].

Referencias

[1] IPCC, “**Summary for Policymakers in Climate Change**”. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 17, (2007)

[2] **La emergencia climática.** (s.f.). [En línea] Disponible en: <https://ambientech.org/itinerariosad/emergencia-climatica/evidencias.html>

[3] **¿Qué es el Cambio Climático y como hacerle frente?** (2021). [En línea] Disponible en: <http://www.minec.gob.ve/wp-content/uploads/2022/10/Librillo%20Cambio%20Climatico.pdf>

[4] **Datosmacro.** (2021). [En línea]. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/venezuela>

[5] Bermejo, A. “**Fotocatálisis y su capacidad descontaminante, aplicación en Gran Vía**”, Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Madrid. (2018).

[6] **Cambio climático en tiempos de pandemia: el caso venezolano.** (s.f.). [En línea] Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/mixzaida-pena/cambio-climatico-tiempos-pandemia-caso-venezolano>

[7] Biswas, M. R. U. D., Ali, A., Cho, K. Y., y Oh, W. C. “**Novel synthesis of WSe₂- Graphene-TiO₂ ternary nanocomposite via ultrasonic technics for high photocatalytic reduction of CO₂ into CH₃OH**”. Ultrasonics Sonochemistry, vol 42, pp 738–746, (2018).

[8] Laplaza, A y Hernando Castro, S. “**La fotocatalisis en los materiales de construcción base cemento: fundamentos, métodos de medida y ejemplos de aplicación**”. Revista técnica Cemento Hormigón. ISSN: 0008-8919, pp 12-22, (2013)

Nota especial

Artículo con Mención Honorífica del Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Estudiante. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.

Propuesta de la utilización de la energía termosolar en la zona urbana de Venezuela

Proposal for the use of solar thermal energy in the urban area of Venezuela

Mary Isabel Villarreal Ascanio

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Maracaibo, Venezuela

 <https://orcid.org/0009-0007-4730-8650> | Correo electrónico: mary21villarreal@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Estudios e investigaciones recientes han encontrado que existe una relación no lineal a nivel global entre la productividad y la temperatura. En Venezuela no se han tomado medidas necesarias para evitar la emisión de gases y el gobierno se ha abstenido de formar parte de acuerdos internacionales relacionados con el desarrollo sostenible y la contribución a disminuir los cambios climáticos, entre estos acuerdos se destaca el llamado Escazú, en el que participan países de América Latina y del Caribe. Se plantea una metodología para la utilización de la energía térmica solar como medio para obtener energía eléctrica en las zonas urbanas de Venezuela, con énfasis en su utilización para calefacción y enfriamiento, y, de ser posible, ser aplicada en la industria y contribuir a la disminución de los gases de efecto invernadero.

Palabras clave: Energía térmica solar, energía eléctrica, efecto invernadero

Abstract

Recent studies and research have found that there is a non-linear relationship at a global level between productivity and temperature. In Venezuela, no necessary measures have been taken to avoid the emission of gases and the government has abstained from being part of international agreements related to sustainable development and the contribution to reducing climate change. Among these agreements, the so-called Escazú stands out, in which countries from Latin America and the Caribbean participate. A methodology is proposed for the use of solar thermal energy as a means to obtain electrical energy in urban areas of Venezuela, with emphasis on its use for heating and cooling, and, if possible, be applied in industry and contribute to the reduction of greenhouse gases.

Keywords: *Solar thermal energy, electrical energy, greenhouse effect*

Planteamiento del problema

En la actualidad, la crisis climática global es el problema de mayor relevancia, y durante mucho tiempo las organizaciones mundiales la trataron como un asunto a resolver en el futuro. Según Steiner, Administrador del PNUD [1]:

En 2022, comunidades en todos los rincones del planeta viven una emergencia climática con impactos mucho más rápidos y severos de lo que muchos preveían. Esto supone una amenaza para nuestro futuro y un riesgo real que debe ser confrontado aquí y ahora.

Asimismo, Fischer [2], expresa que: “El 30 % de la población mundial está expuesta a olas de calor mortales más de 20 días al año y el 2019 fue el año más caluroso registrado en la historia contemporánea del planeta”. Toda esta problemática es causada principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero que atrapan el calor, y esto es producto a la quema de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas. En este sentido, según Cardozo [3]:

De acuerdo con las Naciones Unidas, los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) son, con diferencia, los que más contribuyen al cambio climático mundial, ya que representan más del 75% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y casi el 90% de todas las emisiones de dióxido de carbono.

También cabe resaltar que, según IRENA [4]:

Las ciudades contribuyen con el 71 a 76 % de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas con la energía. Los combustibles fósiles y demás emisiones se asocian con serios problemas de contaminación del aire en más del 80 % de las ciudades en todo el mundo, que provocan alrededor de 7 millones de muertes prematuras cada año por enfermedades como cáncer de pulmón, infartos cerebrales y asma.

Por todo lo mencionado anteriormente, los países han comenzado a tomar medidas al respecto para disminuir su aporte al cambio climático global. Entre las acciones realizadas, se ha hecho énfasis en las energías renovables para la generación de electricidad, entre las cuales se encuentran los sistemas solares fotovoltaicos, sistemas termosolares, bioenergía, sistemas eólicos y la energía geotérmica. Se destaca que, según López [5]:

El uso y la producción de energía suponen el 75% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, más del 50% de la demanda de energía se dirige a cubrir las necesidades térmicas de calor o de refrigeración, lo que representa cerca del 27% de las emisiones de carbono.

En este sentido, los sistemas termosolares o planta solar térmica según Jiménez [6, Pág. 13]:

Es una instalación industrial en la cual un fluido térmico se calienta a través de la radiación solar incidente en un campo de colectores o espejos, para luego pasar por un ciclo termodinámico y producir energía mecánica para mover un alternador y de esta manera generar energía eléctrica.

Las plantas termosolares disponen de equipos de almacenamiento térmico que permiten almacenar calor durante el día, posibilitando una mayor duración de la energía eléctrica. El equipo de almacenamiento permite generación eléctrica cuando no hay aporte de energía solar, es decir, durante las horas con baja radiación durante el día o en la noche.

El proceso de generación de vapor en una planta solar térmica es similar al proceso utilizado en una planta de gas convencional o una planta nuclear, a excepción de que la central termosolar es 100% energía renovable y no tiene emisiones nocivas ni residuos.

Este tipo de energía es muy utilizada para el calentamiento de agua, calefacción urbana, refrigeración y como fuente de calor para procesos industriales, por lo que se considera una de las mejores opciones para sustituir las energías no renovables utilizadas en este tipo de situaciones, teniendo en cuenta que, como se dijo anteriormente, representa un gran porcentaje de la emisión de gases que afectan el cambio climático. De esta manera, Mosquera [7] expresa que: “La capacidad solar térmica alcanzó los 522 gigavatios (GWth) en el año 2021, proporcionando calor verde a 109 millones de clientes residenciales y comerciales en todo el mundo” (Figura 1).

Existen sistemas termosolares no concentrados y concentrados. Los sistemas no concentrados, que se usan principalmente para proporcionar calor, se pueden utilizar a menores escalas, exigiendo menos espacio y, por lo tanto, con frecuencia se instalan en áreas urbanas. Según IRENA (2020) [4]: “Esta tecnología incluye colectores termosolares que absorben y convierten la radiación solar en calor, con eficiencias de hasta el 80% en función de la temperatura operativa”.

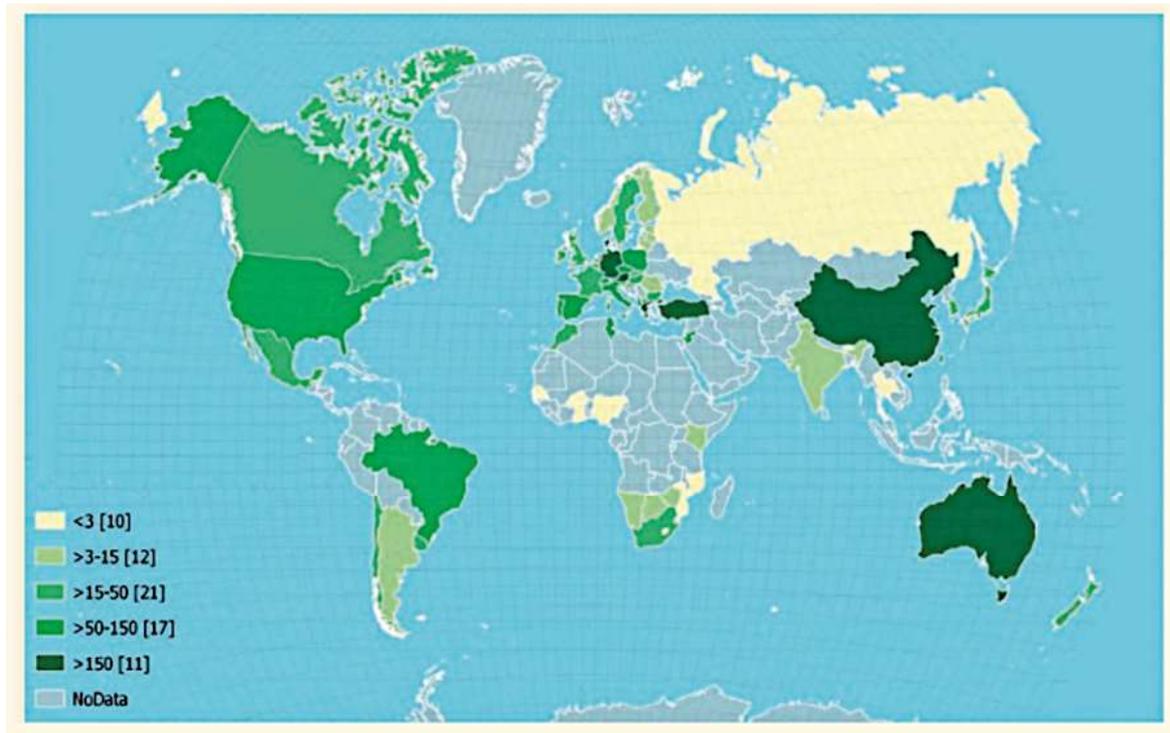


Figura 1. Mercado solar térmico por cápita en el mundo (KWt por cada mil habitantes) [7]

Ahora bien, Venezuela no escapa a esta situación. Actualmente, no se han tomado las medidas necesarias para evitar la emisión de gases y el gobierno se ha abstenido de formar parte de acuerdos internacionales relacionados con el desarrollo sostenible y la contribución a la disminución de los cambios climáticos. Entre estos acuerdos se destaca el llamado Acuerdo de Escazú, en el que participan países de América Latina y el Caribe. Asimismo, Cardozo [3], expresa que:

Estudios e investigaciones recientes han encontrado que existe una relación no lineal a nivel global entre la productividad y la temperatura. Para el caso específico de Venezuela, el aumento de la temperatura media global entre el 2010 y el 2020 habría contribuido por sí sola a una reducción entre 0,97 % y 1,30 % del producto interno bruto (PIB) per cápita en Venezuela. Se estima que para el año 2030, el cambio climático habrá ocasionado una pérdida del 10% del PIB de Venezuela.

Por todo lo antes dicho, se propone la utilización de la energía térmica solar como medio para la obtención de energía eléctrica en las zonas urbanas de Venezuela, haciendo énfasis en la utilización de esta energía para la calefacción y el enfriamiento, y de ser posible, ser aplicada en la industria ya que es ahí donde se es de mayor importancia cubrir con estas necesidades, y de esta manera se espera contribuir a la disminución de los gases de efecto invernadero.

Importancia

El presente artículo tiene aportes ambientales, ya que propone la utilización de una energía renovable para dejar atrás las formas convencionales de generar energía y así ayudar al medio ambiente, disminuyendo la producción de gases de efecto invernadero. Esto ayudará a no empeorar y, si es posible, detener los cambios climáticos que se están viviendo en la actualidad a nivel mundial.

Asimismo, brindará aportes a la sociedad, específicamente a los habitantes de Venezuela, ya que, de llegar a implementarse, estos se verán beneficiados al tener un sistema eléctrico más seguro y confiable, lo que implica que ya no se evidenciarán cortes eléctricos, procurando así la continuidad del servicio que brinda cierta autonomía. De esta manera, la industria también se verá beneficiada en ese ámbito si se decidiera emplear esta propuesta para esta zona.

Por otro lado, la disminución de gases generados en el ámbito de la electricidad disminuirá las enfermedades relacionadas con la respiración que pudieran generarse.

Por último, servirá como guía para futuras investigaciones relacionadas en este ámbito.

Objetivo general

El presente trabajo tiene como objetivo general, proponer la utilización de la energía termosolar en la zona urbana de Venezuela.

Fases del proyecto

Para poder implementar el uso de sistemas de energía termosolar en zonas urbanas, se establecen las siguientes fases del proyecto:

Recopilación y análisis de información relevante para ubicar el proyecto en un entorno geográfico considerando sus recursos y respetando el medioambiente.

Definir escenarios del problema a solucionar: alternativas conceptuales, localización, recursos, inconvenientes.

Seleccionar los equipos necesarios para construir las plantas de energía térmica que permitan satisfacer a todos los circuitos que se planeen conectar a cada una de ellas y el tipo de almacenamiento que permita el funcionamiento continuo de la planta.

Analizar los factores que puedan influir a futuro en la operación de la planta y, así, establecer estrategias para superar dificultades.

Resultados esperados

En los sistemas termosolares generalmente se emplean tres tipos de colectores solares para sistemas individuales o independientes en las ciudades: Plato plano y colectores de tubo de vacío (para producir temperaturas de 120 °C y menos), y colectores de baja concentración (120 °C y más hasta 200 °C). Cada tecnología tiene ventajas y desventajas y la elección depende de la temperatura requerida y otros criterios. En las ciudades, estos sistemas se pueden instalar sobre techos, fachadas, balcones y cualquier superficie exterior de la construcción.

Se espera que en las latitudes más bajas del país se utilice para el calentamiento de agua. Un sistema solar individual de agua caliente puede cubrir hasta 100 % de la demanda residencial. A mayores altitudes que tengan una amplia variación estacional en la irradiación, los sistemas solo pueden proporcionar del 20 al 60 % de la demanda de calor para el agua doméstica y la calefacción de espacios en ausencia de un sistema de almacenamiento estacional.

En cuanto al sector de refrigeración, el sistema termosolar, debido a la alta temperatura requerida, generalmente se adoptan los tubos de vacío o colectores solares de concentración que absorben la radiación directa. En la mayoría de las condiciones ideales, los sistemas solares de refrigeración pueden reducir 50 % de la energía primaria requerida para producir energía de refrigeración. Para mejorar las tasas de eficiencia y utilización, los sistemas híbridos parecen ser más prometedores. En las zonas con altas temperaturas, la energía termosolar se puede usar para enfriar; mientras que, en las zonas con menor temperatura se puede usar para calentamiento de espacios o suministro de agua caliente. Una ventaja principal de la refrigeración solar, además de ser una opción más ecológica, es el potencial de reducir la demanda máxima en la red durante las temporadas calurosas, lo que disminuirá los apagones y los costos para la mejora de las redes.

De acuerdo a lo antes dicho, se espera que para el 2035 en Venezuela se haya implementado este tipo de energía renovable, que cada hogar se pueda ver beneficiado por este recurso, y así formar parte del movimiento que han iniciado muchos países alrededor del mundo para que la emisión de gases sea mucho menor a la que percibimos actualmente, y para el año 2050, que la emisión de gases sea nula.

Referencias

- [1] PNUD. Programa de Naciones Unidas para el desarrollo. **Nuevos datos revelan que el cambio climático podría llegar a tener efectos tan letales como el cáncer en ciertas partes del mundo.** (2022). [en línea]. Disponible en: <https://www.undp.org/es/comunicados-de-prensa/nuevos-datos-revelan-que-el-cambio-climatico-podria-llegar-tener-efectos-tan-letales-como-el-cancer-en-ciertas-partes-del-mundo>
- [2] Fischer, A. **Por qué sabemos que el cambio climático es real, y que es una emergencia que afecta a todo el mundo.** Blog National Geographic en español: (2022). [en línea]. Disponible en: <https://www.ngenespanol.com/?nonamp=1>
- [3] Cardozo, R. **La lucha contra el cambio climático en Venezuela.** (2022) [en línea]. Disponible en: <https://www.dw.com/es/la-lucha-contr-el-cambio-clim%C3%A1tico-en-venezuela/a-64201208>
- [4] IRENA, International Renewable Energy Agency. **“Auge de las energías renovables en las ciudades: soluciones energéticas para el futuro urbano”.** Agencia Internacional de Energías Renovables, Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-329-8 (2020). Disponible en: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Oct/IRENA_Renewables_in_cities_2020_ES.pdf
- [5] López J. **Los beneficios de la energía solar térmica sobre aplicaciones de calor.** (2023). [en línea]. Disponible en: <https://www.energynews.es/beneficios-de-la-energia-solar-termica-en-aplicaciones-de-calor/>
- [6] Jiménez A. **“Estudio de localización para el empleo de energía solar térmica de generación eléctrica en localidades de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo”.** Trabajo especial de Grado, Santiago de Chile, Chile. (2017). Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144464>
- [7] Mosquera P. **Italia, Brasil y Estados Unidos lideran el avance de la solar térmica en el mundo.** (2022). [en línea]. Disponible en: <https://www.energias-renovables.com/solar-termica/italia-brasil-y-estados-unidos-lideran-el-20220728>

Nota especial

Artículo con Mención Honorífica del Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Estudiante. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.

Incorporación de las nuevas tecnologías para la consolidación de la sociedad 5.0

Incorporation of new technologies for the consolidation of society 5.0

Luis José de Jesús González Madrid

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0009-0009-0956-2177> | Correo electrónico: 69wicho@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

El objetivo de esta investigación es mostrar cómo aprovechar las nuevas tecnologías que se han venido desarrollando gracias a la cuarta revolución industrial para perfeccionar la sociedad moderna y llegar al estado ideal de la sociedad 5.0, aplicando estas tecnologías en el beneficio de las personas y resolver los problemas sociales de la actualidad, creando un mundo mejor donde vivir, alejándonos de los conceptos básicos donde la prioridad es la economía y donde las personas y el planeta entran como objetivos secundarios, por lo que aprovecharemos la revolución tecnológica para poder lograr una sociedad súper inteligente, recordando que esta sociedad 5.0 es solo un concepto que está comenzando a tomar forma, definiendo sus objetivos y metas a alcanzar, pero que está siendo tomada en cuenta por las grandes superpotencias mundiales para trazar sus planes y proyecciones futuras.

Palabras clave: Nuevas tecnologías, sociedad 5.0, revolución tecnológica

Abstract

The objective of this research is to show how to take advantage of the new technologies that have been developed thanks to the 4th industrial revolution to perfect modern society and reach the ideal state of society 5.0, applying these technologies for the benefit of the people and solving current social problems, creating a better world to live in, moving away from the basic concepts where the economy is the priority and where people and the planet enter as secondary objectives, so we will take advantage of the technological revolution to achieve a super intelligent society, remembering that this society 5.0 is only a concept that is beginning to take shape, defining its objectives and goals to achieve, but that is being taken into account by the great world superpowers to draw up their plans and future projections.

Keywords: *New technologies, society 5.0, technological revolution*

Introducción

A lo largo de la historia, la tecnología se ha utilizado para alcanzar objetivos y resolver problemas. Por lo tanto, no es de extrañar que las nuevas tecnologías se planteen como un medio para lograr el bienestar de las personas. Se busca una evolución social colaborativa basada en la transformación digital y el cambio del pensamiento individual y colectivo, que nos permita construir un mundo más sostenible y solucionar diversos problemas actuales, tanto social como ambiental. El objetivo final es evolucionar hacia una sociedad más inteligente, donde se logre un equilibrio entre el bienestar de la humanidad y el planeta con el avance económico.

El presente trabajo se fundamenta en mostrar algunas de las nuevas tecnologías que pueden implementarse en nuestra sociedad para solucionar diversos problemas actuales, como la forma de transportarnos, la producción de alimentos, la generación de energía, la salud de las personas y el medio ambiente, y la seguridad pública. Estas tecnologías permitirán avanzar hacia la sociedad 5.0, siempre con el bienestar de las personas y el mundo como base.

La sociedad 5.0

La sociedad 5.0 representa la visión de un nuevo modelo ideal hacia el cual debe avanzar el mundo. Puede definirse según Ortega [1, Pág.6] como: “Una sociedad centrada en lo humano que equilibra el progreso económico con la resolución de problemas sociales mediante un sistema que integra de forma avanzada el ciberespacio y el espacio físico”

Se denomina sociedad 5.0 porque continúa la evolución de las cuatro sociedades anteriores: la sociedad 1.0, basada en la caza y la recolección; la sociedad 2.0, introduciendo el sistema agrícola; la sociedad 3.0, también conocida como la sociedad industrial; y la sociedad 4.0, la sociedad de la información.

La sociedad 5.0 se basará en la implementación de la robótica, la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT) y el Big data para resolver los problemas existentes en nuestra sociedad, como el transporte, la alimentación, la energía, el medio ambiente, la salud, la seguridad pública y la industrial.

Todo esto puede lograrse mediante la obtención de datos en tiempo real, los cuales deberán ser monitoreados y analizados. Estos datos pueden provenir de dispositivos IoT utilizados en la vida diaria de las personas, en las empresas, hogares, vías de comunicación y espacios ambientales, alimentando el big data para ser analizados por inteligencias artificiales y resolver problemas de manera inmediata y automatizada mediante la robótica.

Transporte en la sociedad 5.0

El transporte urbano se encuentra en su punto límite, de acuerdo a Rodríguez [2] “América Latina y el Caribe es la segunda región más urbanizada del mundo, el 80% vive actualmente en zonas urbanas”, esto genera grandes problemas de movilidad en la actualidad, como son accidentes de tránsito, embotellamientos y contaminación ambiental son algunos de principales problemas que pueden resolverse mediante la aplicación de las tecnologías modernas, “según algunas investigaciones, el 90% de los accidentes de tráfico son provocados directamente por el conductor y no por fallas mecánicas o de equipos” de acuerdo a lo señalado por Cruz [3].

En la actualidad se están desarrollando una gran cantidad de mejoras dentro de los vehículos autónomos, estos pueden ser potenciados por medio de la inteligencia artificial para la toma de las mejores rutas de acceso y mediante la interconexión del IDC y la BIG data, realizar el seguimiento continuo en las vías de comunicación y evitar zonas atascadas, el conductor solo tendrá un papel de supervisor pasivo el cual tomará el control en caso de emergencias, mediante este seguimiento continuo, mientras mayor sea la flotilla de vehículos autónomos mayor será la confiabilidad en el transporte, eliminado los errores humanos.

Con los coches eléctricos para sustituir la gasolina, los problemas de las emisiones de gases se reducirían en gran medida e, incluso, con la incorporación de vehículos solares el consumo y contaminación quedarían reducidos mesurablemente gracias al uso de energías renovables. En las ciudades superpobladas la incorporación de vías de comunicación por encima de las vías públicas para el uso de tranvías automatizados, reducirá los embotellamientos y mejoraría la movilidad.

Alimentación en la sociedad 5.0

Castillo [4] señala que: “Actualmente usamos el 50% del agua dulce del planeta para fines humanos, de la cual el 70% la “chupa” el sector agrícola. Al mismo tiempo, el 40% de las tierras del planeta son usadas exclusivamente para alimentarnos”. Como podemos observar, gran parte de la superficie habitable de la Tierra se emplea para la producción de alimentos, debemos desarrollar un nuevo sistema que permita maximizar la producción dentro del área dedicada a la agricultura, evitando así la necesidad de extender los terrenos. Para esto se pueden implementar tecnologías robóticas que permitan automatizar los procesos reduciendo los tiempos empleados en las actividades agrícolas ya sean siembra, riego, recolección, entre otros. Este sistema automatizado puede estar alimentado por un sistema de seguimiento y monitoreo continuo de inteligencia artificial que permita maximizar el desempeño, junto a tecnologías dispositivos IDC que entreguen datos en

tiempo real de consumo y almacenamiento de alimentos, esto con la finalidad de realizar una mejor distribución de los mismos y dar prioridad a las zonas donde de verdad haga falta la presencia de los alimentos para ser consumidos, más que simplemente ser almacenados y desperdiciados.

Energía en la sociedad 5.0

Edenhofer, Pichs, Sokona y Seyboth [5, Pág. 7] establecen que: “Desde 1850, aproximadamente, la utilización de combustibles de origen fósil (carbón, petróleo, gas) en todo el mundo ha aumentado hasta convertirse en el suministro de energía predominante, situación que ha dado lugar a un rápido aumento de las emisiones del dióxido de carbono”, gran parte del aumento en la temperatura promedio global se debe a los gases de efecto invernadero generados por los servicios energéticos, por lo que la prioridad es resolver cómo disminuir las emisiones de gas producidas por los combustibles fósiles, pero manteniendo la demanda mundial del servicio energético.

Por lo cual las nuevas políticas energéticas deberán basarse en las fuentes de energías renovables como son la solar, eólica, biomasa, biocombustible, geotérmica, hidráulica y marina las cuales pueden aprovechar sistemas de monitoreo global en tiempo real a lo largo del mundo, alimentado la BIG data para que las tecnologías de inteligencia artificial pueda realizar ajustes de forma automática en base a los diversos factores dinámicos de la tierra y maximizar la producción de energía. Por ejemplo un aerogenerador captaría las variaciones en la dirección del viento y ajustaría su posición para maximizar su rendimiento, una planta de captación de energía solar realizaría un seguimiento directo al sol en su trayectoria y podría aplicar el uso de paneles reflectantes automatizados para mejorar la producción en momentos de baja irradiación solar, cada una de estas fuentes de energías se ven afectadas por diversas variaciones que serán detectadas y solventadas de forma inmediata y automatizada.

Medio ambiente en la sociedad 5.0

El planeta enfrenta una crisis ambiental debido a los gases de efecto invernadero, según Vargas y Yáñez [6, Pág. 6] “el nivel de concentración actual medido en el polo norte es el mayor de los últimos 130.000 años y, de acuerdo con el IPCC, para el año 2100 serán los más altos en la historia del planeta desde hace 30 millones de años”. El problema radica en que el cambio de fuentes de energías fósiles a energías renovables no solventaría el problema dado que ya existe una acumulación de gases de efecto invernadero, el cambio energético frenaría el incremento en la saturación de estos gases en la atmósfera, pero también es necesario reducir estos niveles.

La solución más simple sería atacar la deforestación en el mundo y reducir los niveles de contaminación oceánica, ya que la materia vegetal en los bosques y superficies oceánicas son los principales sumideros naturales del carbono, pero los avances en la tecnología también pueden solventar esta crisis, en la actualidad se están implementando tecnologías de árboles robóticos para la captura del dióxido de carbono y su transformación en oxígeno de forma más eficiente que un árbol natural, de tal manera que estos árboles artificiales separarían el carbono del oxígeno y lo atraparían en su interior, inclusive este carbono atrapado podría ser utilizado como fertilizante para la superficie de la Tierra ayudando a solventar el problema de la deforestación, no es difícil que nos imaginemos en las grandes zonas urbanizadas grandes flotillas de árboles artificiales limpiando de forma continua la atmósfera para que podamos llegar a una sociedad donde el planeta se vea completamente libre de los gases de efecto invernadero.

Salud en la sociedad 5.0

Los autores Lugo, Maldonado y Murata [7, Pág. 110] indican que: “La medicina es uno de los campos del conocimiento que más podría beneficiarse de una interacción cercana con la computación y las matemáticas, mediante la cual se optimizarían procesos complejos e imperfectos como el diagnóstico diferencial”. Gracias a los avances en la BIG data, Deep learning y las inteligencias artificiales, los estudios estadísticos automatizados de las diversas variedades de síntomas, como sus causas se interrelacionan entre sí posibilitan un diagnóstico

médico automatizado de alta calidad, el cual si se apoya en dispositivos IDC directamente vinculados a servicios médicos, los chequeos rutinarios podrán ser realizados desde la comodidad de nuestros hogares.

En las últimas décadas se ha observado un envejecimiento progresivo de la sociedad, en la cual la expectativa de vida está en aumento pero los niveles de infertilidad y natalidad están comenzando a disminuir, este envejecimiento de la sociedad nos traerá una alta población de personas adultas que requieran de servicios médicos prioritarios, es posible facilitar esto mediante el uso de robots de asistencia médica personales dentro de cada vivienda, los cuales realizarán labores de chequeo continuo sin interferir con la vida diaria de las personas y serán capaces de proveer asistencia médica de emergencia y primeros auxilios mientras esperan la llegada de paramédicos. La combinación de robots de asistencia continua para las labores del día a día facilitará que las personas mayores puedan vivir una vida más cómoda e independiente.

Seguridad pública en la sociedad 5.0

Pontón y Santillán [8, Pág. 359] señalan que: “No existe día en que las personas no hablen sobre su temor a ser victimizadas en las urbes, lo cual es una situación que demuestra la alta percepción de inseguridad que existe en muchas sociedades”. A lo largo de la historia las grandes urbes han crecido en tamaño y complejidad, por lo que gestionar la seguridad se ha convertido en un gran problema. La implementación de sistemas de inteligencia artificial y seguimiento autónomo permitirá que las fuerzas de seguridad no se enfoquen en tareas rutinarias y repetitivas si no centrarse en tareas más complejas. Una red de cámaras de seguridad a lo largo de las grandes ciudades capta eventos de forma inmediata, las cuales suelen ser revisadas luego de que el evento sea informado por las personas presentes. Mediante la implementación de la inteligencia artificial esta tendría un constante monitoreo de las redes de vigilancia y realizaría alertas en tiempo real de los eventos para que las fuerzas de seguridad puedan intervenir de forma inmediata. La seguridad vial también vería una mejoría con sistemas de chequeo automatizados en puntos de control específicos, las tareas que requerían que el tránsito se viera detenido para el chequeo manual vehicular podrá hacerse de forma automática e inclusive en vehículos en movimiento, todo esto para maximizar las labores humanas en mantener la seguridad pública.

Industria en la sociedad 5.0

Córdoba [9, Pág. 120] indica que: “La automatización industrial, considerada como el manejo de la información en las empresas para la toma de decisiones en tiempo real, incorpora la informática y el control automatizado para la ejecución autónoma y de forma óptima de procesos”. La automatización industrial es un proceso que se está implementando dentro de la industria 4.0 la cual permite una mayor competencia mundial a las empresas, pero debido al creciente envejecimiento de la sociedad ésta automatización ya no será de forma opcional sino una obligación para la empresas que quieran seguir trabajando, cuando la mano de obra joven se vea cada día más en disminución.

La aplicación de la robótica para realizar labores rutinarias dentro de la industria se volverá una normalidad, así como también la aplicación de la inteligencia artificial para realizar el seguimiento de operaciones, la aplicación de sensores de monitoreo continuo a los equipos para detección variaciones en los diversos procesos, todo aplicado para minimizar la intervención humana dentro de los diversos procesos industriales, permitirá la creación continua de productos de alta calidad, para mejorar la calidad de vida de las personas.

Conclusión

La sociedad 5.0 tiene como principal virtud colocar el bienestar de las personas y de la sociedad como uno de sus objetivos centrales. Busca mostrarnos que la transformación hacia una sociedad tecnológica es algo inevitable. Podemos utilizarla para obtener grandes beneficios en nuestras vidas, teniendo en cuenta que esta transformación debe venir acompañada de una mentalidad ética y un cambio de paradigma, dejando atrás la creencia de que la tecnología nos quita nuestra humanidad.

Debemos demostrar que podemos utilizar las tecnologías para mejorar y evolucionar como sociedad, y evitar cometer los mismos errores del pasado. La sociedad 5.0 nos brinda la oportunidad de resolver todos los problemas actuales de la sociedad.

Referencias

- [1] Ortega, A. “**Sociedad 5.0: el concepto japonés para una sociedad superinteligente**”, *Real Instituto Elcano Príncipe de Vergara*, 51, 28006 Madrid, Spain, p 6, (2019)
- [2] Rodríguez, M. **Tres claves de la innovación en la movilidad urbana. Moviliblog ideas de transporte y movilidad para América Latina y el Caribe**, (2017), [en línea], Disponible en: <https://blogs.iadb.org/transporte/es/tres-claves-innovacion-movilidad-urbana/>
- [3] Cruz, B. **¿Es seguro el transporte autónomo para la logística?** Radiomóvil Dipsa S.A. de C.V, (2023), [en línea], Disponible en: <https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/transporte-autonomo-para-logistica#>
- [4] Castillo, J. **5 Pasos para resolver la crisis alimentaria mundial**. Forbes México. (2014). [en línea], Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/5-pasos-para-resolver-la-crisis-alimentaria-mundial/>
- [5] Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., y Seyboth, K. “**Fuentes de energía renovable y mitigación del cambio climático**”. Informe del grupo de trabajo III del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. ISBN 978-92-9169-331-3, p 7, (2011)
- [6] Vargas-Mena, A y Yañez, Armando. “**La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental?**” *Gaceta ecológica*, No 70, p. 6, (2004),
- [7] Lugo-Reyes, S., Maldonado-Colín, G., Murata, C. “**Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina**”. *Revista Alergia México*, Vol. 61, No 2, p 110. (2014)
- [8] Pontón, J y Santillán, A. “**Nuevas problemáticas en seguridad ciudadana. Ciudad Segura**”, *FLACSO*, Ecuador, Vol. 3, p 359, (2008),
- [9] Córdoba, E. “**Manufactura y automatización**”. *Revista ingeniería e investigación*, Vol. 28, No. 3, p 120, (2006)

Nota especial

Artículo con Mención Honorífica del Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Profesor. Área temática: Desarrollo institucional, regulatorios o normativos para la sociedad productiva: Elementos novedosos que deben incorporarse a raíz de la Sociedad 5.0.

El uso de microalgas autóctonas para la mitigación del cambio climático

The use of native microalgae for climate change mitigation

Laura Paola Dupontt Díaz

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0009-0000-2335-0343> | Correo electrónico: duponttlaura1411@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Las microalgas constituyen importantes herramientas biotecnológicas para contrarrestar el cambio climático, porque actúan como filtros biológicos del CO₂ que utilizan durante la fotosíntesis, con la consecuente producción de biomasa, la cual puede emplearse en la alimentación humana y animal, o para obtener biocombustibles. La cosecha de microalgas es una práctica ancestral realizada por comunidades indígenas de varios países de América Latina, pero en Venezuela este tipo de experiencias es escasa o inexistente, por lo que con esta propuesta se estaría contribuyendo en los distintos sectores de la industria alimentaria y especialmente con el ambiente, dado que las microalgas actúan como secuestradores de gases invernaderos.

Palabras clave: Microalgas, biotecnología, secuestradores de carbono, efecto invernadero

Abstract

The microalgae constitute important biotechnological tools to counteract climate change, because they act as biological CO₂ filters that they use during photosynthesis, with the consequent production of biomass, which can be used for human and animal nutrition, or to obtain biofuels. The harvesting of microalgae is an ancestral practice carried out by indigenous communities in several Latin American countries, but in Venezuela this type of experience is scarce or non-existent, so this proposal would be contributing to the different sectors of the food industry and especially with the environment, given that microalgae act as sequestrators of greenhouse gases.

Keywords: Microalgae, biotechnology, carbon sequestration, greenhouse effect

Planteamiento del problema

En las últimas décadas, el ámbito científico viene detectando cambios profundos que suponen un impacto ambiental, siendo estos el aumento de la temperatura global, el deshielo en los polos o la subida del nivel del mar, los cuales han puesto en riesgo la vida de los seres humanos. La contaminación, especialmente la emisión de gases de efecto invernadero por la acción humana, contribuye crucialmente a este deterioro. De esta forma, la degradación del medioambiente es una tendencia que como se mencionó, tiene sus implicaciones en la sociedad, en los individuos y en la educación y es además un problema global que ha sido tratado por los expertos de todo el mundo, pero se ha concluido que el clima cambia, debido a causas naturales y a causas de origen antropogénico [1].

Junto al crecimiento desproporcionado de las grandes ciudades, patrones de consumo y producción no eficientes ni sostenibles han provocado una serie de eventos de impactos negativos sobre el ambiente a nivel global, regional, nacional y local. Por tanto, el cambio climático ha evolucionado a través del tiempo con la generación de nuevas emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico más que natural. Así, en Venezuela también se ha evidenciado una gran vulnerabilidad con respecto al cambio climático y esto ha afectado en gran medida a los suelos, aguas, bosques y algunas especies (flora y fauna) de los ecosistemas terrestres y acuáticos [2].

A pesar de que no resulta fácil contrarrestar el cambio climático, existen diversas alternativas que son amigables con el ambiente y que pueden ser empleadas para mitigar uno de los efectos más importantes de este fenómeno, el cual es el calentamiento global. Una de estas alternativas es el empleo de las microalgas, pues estas son capaces de absorber dióxido de carbono, dañino para el medio ambiente y, por otro lado, el componente graso que poseen podría utilizarse para la producción de biocombustible. Así mismo, estas presentan una alta productividad en relación con la superficie en la que son cultivadas y además no necesitan de terrenos de uso agrícola, sino que se pueden cultivar sobre cualquier suelo [3].

En el caso de una continuación en la tendencia del cambio climático, ocasionado principalmente por la emisión de gases invernaderos por las industrias y empresas, la población podría verse afectada en diversos ámbitos, como por ejemplo las infraestructuras debido a calores extremos, fuertes aguaceros e inundaciones, e incluso la salud, la agricultura, la forestación, el transporte, la calidad del agua y el aire, y una gran variedad de riesgos para grandes lagos [4].

A raíz de los aspectos antes mencionados, surge una propuesta de investigación que consiste en el uso de las microalgas para mitigar el cambio climático, aprovechando con ello los recursos disponibles y las propiedades de las mismas, y de esta forma, la investigación estaría contribuyendo en el desarrollo de la industria ambiental en Venezuela, dado que en el país son escasas las investigaciones que involucren algas microscópicas para combatir los fenómenos ambientales, como lo es el calentamiento global.

Finalmente, sabiendo que las microalgas cuentan con múltiples beneficios tanto para la industria como para la comunidad, es necesario dar respuesta a la pregunta: ¿Es posible emplear las microalgas para contrarrestar el cambio climático?

Justificación de la investigación

Las microalgas poseen múltiples beneficios, por lo que, desde el punto de vista práctico, estas constituyen un arma diminuta para combatir el cambio climático dado que, por medio de la fotosíntesis, actúan como filtros biológicos de CO₂, capturando este gas y produciendo biomasa utilizada para alimentación humana o para la obtención de biocombustibles y de esta manera, se minimizan las emisiones de este gas de efecto invernadero [5].

Por su parte, desde el punto de vista social, el uso de microalgas es de gran utilidad para la comunidad en distintos fines, tales como la producción de biocombustibles, alimentación humana y animal, y salud humana, además de aplicaciones más específicas como los biofertilizantes, utilización de biomasa, ácidos grasos poliinsaturados, pigmentos carotenoides y ficobiliproteínas, e incluso cosmética. También se debe mencionar que las microalgas se pueden cultivar tanto de forma artesanal desde tiempos remotos, así como también a escala industrial [6].

Desde el punto de vista metodológico, la cosecha de las microalgas, mediante diferentes técnicas, empleando medios de cultivo específicos y métodos de crecimiento puede ser replicada en otras comunidades de forma artesanal, pues en el país no se cuenta con todos los equipos necesarios para llevar a cabo un cultivo industrialmente.

Finalmente, desde el punto de vista académico, este trabajo puede servir como base en futuras investigaciones, dado que en Venezuela este tipo de propuestas son escasas y de esta forma, se estaría contribuyendo en distintos sectores de la industria, principalmente en el que está relacionado con el ambiente.

Objetivo de la investigación

Evaluar el uso de las microalgas autóctonas como una alternativa para mitigar el cambio climático.

Metodología

De acuerdo con investigaciones realizadas en otros países, se han empleado distintos sistemas de cultivo para microalgas autóctonas con el fin de eliminar o al menos fijar el CO₂, pues el aumento de su concentración en la atmósfera supone un problema ambiental y económico a nivel mundial. Así mismo, es importante destacar

que varios estudios han abordado la capacidad de las microalgas para capturar CO₂ de los gases de combustión, además de su velocidad de crecimiento, la cual es bastante elevada en comparación con las plantas terrestres. También se ha demostrado que la biofijación por dichas microalgas puede combinarse con la producción de biocombustible, lo que aumenta la eficiencia del proceso y conduce a un mejor rendimiento en la producción. A continuación, se explican las fases del proceso de biofijación del CO₂ a partir del cultivo de una microalga:

Fase 1: Selección del sitio

En el inicio de la actividad es conveniente contar con instalaciones previas, como salas para laboratorios que cuenten con sistemas de bombeo, almacenamiento de agua y almacenes para reactivos, con la finalidad de reducir los costes en infraestructuras. Se debe disponer de fuentes de agua a bajo coste, zonas próximas al mar para el caso de microalgas marinas (*Dunaliella*), además de la ubicación en zonas protegidas del viento y con fácil acceso y con una temperatura media anual no superior a los 30 °C, poco expuesta a zonas de sombra.

También se debe disponer en las empresas o industrias de un sistema de recogida de aire para canalizarlo y conducirlo hasta las instalaciones de cultivo microalgal, para posteriormente realizar el tratamiento biológico de fijación de dióxido de carbono.

Fase 2: Acondicionamiento (equipo e instalaciones)

Sala o laboratorio de cultivo: Para fines de mantenimiento de cepas, son convenientes las transferencias sucesivas de cultivos, el crecimiento de cultivos en pequeños y medianos volúmenes, contando con temperaturas controladas 18-20 °C, paredes y pisos de azulejo en color blanco, instalaciones para el cepario y cultivos intermedios con lámparas de luz blanca fría fluorescente (20W-37W), instalaciones tipo invernadero con ventanas de cristal o plástico para agilizar el crecimiento.

Cuarto de siembra: Dentro del mismo laboratorio es instalada una cabina con campana de flujo laminar o incluso una simple mesa de laboratorio con instalación de gas para dos mecheros para la inoculación en condiciones asépticas.

Sala de producción: Para volúmenes de 200 litros o más, se emplean recipientes de materiales plásticos no tóxicos y transparentes preferiblemente. También se usa la luz solar, pues el uso de la luz artificial es de muy alto costo y requiere además de equipos para mantener la temperatura entre 18 y 20 °C. Se debe acotar que, en zonas de clima templado para cultivos masivos, se desarrollan estos a la intemperie, cubriendo los recipientes en caso de lluvia.

Fase 3: Selección de la microalga

La elección de las especies a cultivar depende directamente de la finalidad que se le desea brindar al objetivo propuesto. En todos los casos, estas especies reúnen una serie de condiciones que justifican su cultivo, tales como mantenerse en suspensión en el agua (por flagelos o vacuolas), presentar una velocidad de multiplicación rápida, que su valor nutritivo sea aceptable y que sean fáciles de cultivar. Así, las especies más comúnmente utilizadas en acuicultura pertenecen a los géneros *Tetraselmis*, *Nannochloris* y *Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Chaetoceros* y *Rhodomonas*. Sin embargo, para otros usos, las especies que actualmente se cultivan a escala industrial son *Arthrospira platensis* (Spirulina), *Dunaliella salina* para la obtención de b-caroteno, *Haematococcus pluvialis*, *Porphyridium cruentum* y *Nannochloropsis gaditana*.

Fase 4: Evaluación de parámetros físico-químicos

Al igual que como cualquier otro organismo vivo, las condiciones físicas tienen gran influencia en el crecimiento de la microalga y es precisamente por esta razón que cada especie presenta un intervalo particular de temperatura, intensidad de luz, salinidad, dióxido de carbono y oxígeno para la producción de un máximo crecimiento.

Luz: La intensidad lumínica es uno de los principales parámetros a considerar en un cultivo, por lo cual, en el caso de un cultivo de laboratorio, la intensidad de la luz oscila entre 2.000-5.000 lux, según el

estado y la densidad de la población. Para aumentar la eficiencia fotosintética en la población, se debe agitar constantemente con aire o en forma manual para que las células puedan permanecer un breve tiempo expuestas a la luz.

La calidad espectral de la luz también es un factor importante en las microalgas, ya que solo pueden emplear longitudes de ondas comprendidas entre 400 y 700 nm para realizar la fotosíntesis.

Temperatura: La producción algal aumenta proporcionalmente con la temperatura hasta alcanzar la temperatura óptima (28-35 °C) de cada especie. Por encima de ésta, se incrementa la respiración y se reduce la productividad.

En un sistema de cultivo cerrado, la temperatura se puede controlar por varios mecanismos, tales como rociadores de agua, reactores dentro de invernaderos, entre otros. Por lo contrario, en un sistema de cultivo abierto, este es muy difícil de controlar, aunque se pueden realizar ciertas acciones simples para disminuir el efecto, como cubrir los estanques con plásticos transparentes.

pH: Las microalgas tienen diferentes requerimientos de pH según la especie, aunque la mayoría crece bien en un rango de pH de 6 a 8,76. Sin embargo, muchas especies son sensibles a variaciones del pH y presentan un descenso en la productividad, que afecta el crecimiento algal.

Por otra parte, un incremento de pH puede aumentar la salinidad del medio de cultivo, lo cual es peligroso para las células algales. El pH puede controlarse con un sistema automatizado de inyección de CO₂, o incluso, con la adición de un ácido o una base.

Fase 5: Selección del medio de cultivo

El medio de cultivo para el desarrollo óptimo de las microalgas debe contar con nutrientes en cantidades suficientes y debe estar exento de todo microorganismo contaminante. Los elementos fundamentales para un óptimo crecimiento microalgal, son: carbono nitrógeno, fósforo, azufre y otros minerales esenciales como el hierro, magnesio, oligoelementos y en algunos casos, el silicio.

Existen otros medios que incluyen en su composición sustancias orgánicas como vitaminas y aminoácidos, e incluso se han desarrollado diferentes medios para el cultivo de microalgas que van desde las fórmulas para enriquecer el agua de mar natural, hasta el uso de medios artificiales con un contenido variable de nutrientes y vitaminas, según la especie cultivada.

Fase 6: Aireación/mezcla

La mezcla es necesaria para evitar la sedimentación de las algas y garantizar que todas las células de la población estén igualmente expuestas y los nutrientes, para evitar la estratificación térmica y así mejorar el intercambio de gases entre el medio de cultivo y el aire.

Dependiendo de la escala del sistema de cultivo, la mezcla se logra agitando diariamente a mano utilizando tubos de ensayo y fiolas, también aireando y empleando ruedas de paletas y bombas (estanques).

Fase 7: Crecimiento microalgal en cultivo

Fase de ajuste: Las microalgas se adaptan a las nuevas condiciones de cultivo, por lo que no existe un incremento neto de la población.

Fase exponencial: Es la fase de crecimiento en la cual la cual el producto se duplica debido a la asimilación de nutrientes desde el medio y el proceso de reproducción.

Fase de retardo: La tasa de crecimiento se reduce como consecuencia de la disminución de nutrientes, por lo que el tiempo para duplicar la población aumenta. Es en esta fase donde las microalgas presentan su mayor valor nutritivo y mayor densidad poblacional.

Fase estacionaria: Las densidades celulares se mantienen relativamente constantes, pues no hay un aumento neto de la población y la tasa de crecimiento se compensa con la tasa de mortandad celular.

Fase de declinación: La tasa de crecimiento es superada por la tasa de mortalidad de la población.

Fase 8: Tecnología de cultivo

Esta fase está referida la obtención y el aislamiento de las cepas microalgales, la evaluación de crecimiento del cultivo y al flujo de producción de las microalgas mediante cultivos stock, iniciales, de producción intermedia, de producción masiva, de tanques, entre otros.

Fase 9: Cosecha del cultivo

Para extraer las microalgas de los cultivos se emplean varios métodos como centrifugación, floculación química, filtración, ultrasónica y flotación. La selección del más idóneo depende del uso que tendrá la microalga, del costo y de la eficiencia del proceso.

Fase 10: Fijación del CO₂ por vía fotosintética empleando las algas extraídas

Las microalgas son organismos unicelulares o pluricelulares cuyas células funcionan independientemente, realizando todas las funciones vitales. Obtienen su energía gracias a su capacidad para realizar la fotosíntesis. La fotosíntesis, proceso por el cual el agua se descompone en oxígeno y un agente reductor necesario para la reducción de CO₂ a carbono orgánico, es un mecanismo complejo y muy eficiente, resultado de varios millones de años de evolución. Este proceso es realizado por cianobacterias (procariotas), microalgas (eucariotas), (macro-) algas y plantas superiores [7]. En ausencia de luz, no se produce la fotosíntesis y las células obtienen energía de compuestos orgánicos de reserva almacenados en su estructura celular, que al ser oxidados, liberan CO₂, vapor de agua y energía en forma de ATP, que suple las necesidades fisiológicas celulares. Éste proceso es la respiración celular.

Existen tres mecanismos principales por los que se realiza la fijación del CO₂ y las plantas pueden clasificarse según éstos en tipo C₃, C₄ y CAM. Plantas C₃ son todas las algas (macro, micro y cianobacterias) y el 90% de las plantas superiores. La reacción de fijación de CO₂ en las plantas C₃ está catalizada por la enzima RUBISCO (ribulosa bifosfato carboxilasa oxigenasa), que es la enzima más abundante en la Tierra, entre otras razones, porque es bastante lenta, (se activa sola una vez por segundo) y porque requiere concentraciones relativamente altas de CO₂ para funcionar eficientemente [8]. Para obtener cultivos microalgales de alto rendimiento es necesario que en el medio de cultivo exista una alta proporción CO₂/O₂, que se consigue retirando efectivamente el O₂ del medio y aportando CO₂ en exceso.

Un proceso importante que forma parte de la biofijación consiste en la eficiencia fotosintética y la fotoinhibición, pues es aspecto fundamental de la utilización del CO₂. De todo el espectro de radiación electromagnética emitida por una fuente de luz, solamente la parte correspondiente a la zona visible (380 a 750 nm) es aprovechable por las plantas para realizar la fotosíntesis. Este rango de luz es lo que se conoce como radiación fotosintéticamente activa (Richmond, 2004). De esta manera, los pigmentos y todos los organismos relacionados con la captación de luz se asocian con sistemas especiales de membranas fotosintéticas, localizadas en el interior de los cloroplastos que contienen las moléculas de clorofila. La mayoría de ellas actúan como centros captadores de luz o antena y una pequeña parte son centros de reacción que reciben la energía capturada por las antenas.

Fase 11. Liberación del gas biotratado con las microalgas a la atmósfera

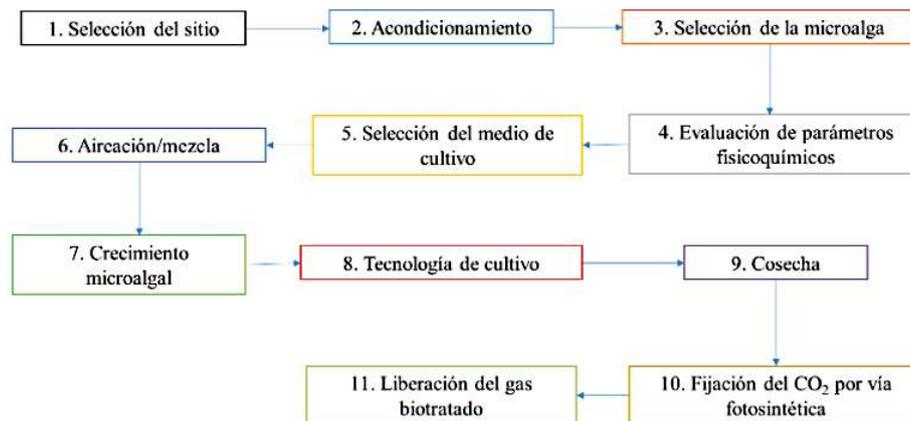


Figura 1. Fases del proceso de biofijación del CO₂ a partir del cultivo de una microalga

Se debe contar con un sistema para la emisión a la atmósfera del gas que ha sido biotratado, que cumpla con normativas internacionales de calidad del aire y que no represente ningún riesgo para la salud ni para el ambiente (Figura 1).

Resultados esperados

Con base en la propuesta planteada se espera obtener las condiciones óptimas para el crecimiento del cultivo en función de una selección adecuada de equipos, espacio y medio de cultivo, además de parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH y luz, que ayuden a promover el crecimiento microalgal.

Por su parte, en relación al sistema de cultivo, se propone emplear un sistema cerrado, debido a que en este es más fácil controlar la temperatura por medio de varios mecanismos, a diferencia del sistema abierto, pues en este se deben llevar a cabo acciones adicionales para contrarrestar el efecto de la temperatura, esto con la finalidad de obtener un mayor crecimiento en masa de la microalga a gran escala con un alto rendimiento en cuanto a productividad; es decir, mantener el cultivo en la fase de crecimiento donde esta exhiba mayores propiedades para capturar el CO₂.

Finalmente, se estima una mitigación significativa de las emisiones de CO₂ por medio de las microalgas, y, en consecuencia, la obtención de un aire libre de contaminantes que cumpla con normativas estándar de calidad. Por otro lado, es importante mencionar los diversos usos de la biomasa microalgal producida que además de proporcionar oxígeno al ambiente, y contener ácidos grasos útiles, es capaz de producir una multitud de productos alimentarios y farmacéuticos, además de energía; lo cual representa un valor agregado, a la eliminación de los gases de efecto invernadero que se acumulan en la atmósfera.

Referencias

- [1] Díaz, G. “El cambio climático”, Ciencia y Sociedad. Vol. 37, pp. 228, (2012)
- [2] Iagua. **Venezuela/Cambio climático**. (s.f). Recuperado de: <https://www.iagua.es/noticias/cambio-climatico>
- [3] ERS. **Microalgas: ¿Solución global?** (2008). Recuperado de: <https://www.dw.com/es/microalgas-soluci%C3%B3n-global/a-3077156>
- [4] IPCC. **Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. (2013).

[5] UAM. **Microalgas, arma diminuta para combatir el cambio climático**. Dirección de comunicación social. (2017).

[6] Hernández, A. y Labbé, J. “**Microalgas, cultivo y beneficios**”. Revista de Biología marina y Oceanografía. Vol 49, pp. 1-14, (2014),

[7] Richmond, A. **Handbook of microalgal culture: Biotechnology and applied phycology**. Blackwell Science, UK, (2004).

[8] Raven, J. **Mechanisms of inorganic carbon acquisition in marine phytoplankton and their implication for the use of other resources**. Limnology and Oceanography. (1991).

Nota especial

Artículo presentado en el Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Estudiante. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.

La energía eólica como alternativa sustentable para reducir los efectos de las centrales termoeléctricas en el cambio climático

The wind energy as a sustainable alternative to reduce the effects from thermoelectric plants on climate change

Esteban Alejandro Basabe Ramon

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0009-0005-9656-0014> | Correo electrónico: stbnbasabe@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Este artículo plantea el uso de la energía eólica como una fuente alternativa sostenible frente a las centrales termoeléctricas del territorio venezolano, a fin de reducir las emisiones de CO₂ para prevenir el cambio climático. La implementación de parques eólicos constituye un progreso para Venezuela. Este país cuenta con características ideales para el establecimiento de los parques eólicos, no obstante, se requiere de la inversión económica necesaria y de la planificación y gestión de proyectos que apunten al bienestar social del país.

Palabras clave: Energía eólica, central termoeléctrica, efecto invernadero

Abstract

This article proposes the use of wind energy as a sustainable alternative source to thermoelectric plants in Venezuelan territory, in order to reduce CO₂ emissions and prevent climate change. The implementation of wind parks constitutes progress for Venezuela. This country has ideal characteristics for the establishment of wind parks, however, the necessary economic investment and the planning and management of projects that aim at the social well-being of the country are required.

Keywords: Wind energy, thermoelectric plant, greenhouse effect

Planteamiento del problema

La energía eléctrica se ha convertido desde su invención, en un recurso indispensable para millones de personas en todos los países del mundo, desde los hogares para la alimentación de equipos electrodomésticos, iluminación y dispositivos electrónicos, hasta los sectores industriales, que cuentan con maquinaria de gran capacidad para llevar a cabo diversos procesos en cuestión de segundos de forma automatizada.

Existe la posibilidad de producir electricidad a partir de distintos medios, y según la disponibilidad de estos pueden dividirse en dos tipos de fuentes de energía, siendo estas renovables y no renovables. Las fuentes de energía renovables son aquellas que emplean recursos inagotables del planeta, tales como el viento y la luz solar; mientras que, las fuentes no renovables emplean recursos finitos. El lugar encargado de transformar las formas de energía que hay en la naturaleza en energía eléctrica se denominan centrales eléctricas, de modo que entre las fuentes no renovables de energía se tienen las centrales termoeléctricas, que transforman la energía química de los combustibles fósiles, y las centrales nucleares, cuyo funcionamiento inicia transformando la energía química de los elementos y compuestos químicos, tal como afirma el Instituto Tecnológico de Canarias. [1]

Haciendo énfasis en las centrales termoeléctricas, estas generan calor con la quema de combustibles fósiles, generalmente carbón o gas natural, y con este se calienta agua para convertirla en vapor, el cual es llevado mediante tuberías a una turbina que producirá movimiento (energía mecánica), y finalmente, este

movimiento accionará un generador, que transformará la energía mecánica en eléctrica. Este tipo de fuente de energía genera gases residuales que se vuelven parte de la atmósfera en el proceso de combustión, de acuerdo a lo planteado por Zabihian. [2].

Por su parte, Benavides y León [3] explican que al transformar estos combustibles en energía térmica se producen ciertos gases, como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO₂), entre otros, considerados muy contaminantes. El dióxido de carbono es uno de los más destacables por su vínculo con el calentamiento global, al ser uno de los gases de efecto invernadero (GEI). Al respecto, cuando la Tierra irradia al espacio exterior el calor que absorbe del sol, esta radiación infrarroja entra en contacto con el CO₂, provocando su regreso a la superficie terrestre e incrementando la temperatura del planeta, contribuyendo al calentamiento global, que es uno de los principales factores que conlleva al cambio climático, trayendo como consecuencia ondas de calor, inundaciones y cambios irreversibles en el ecosistema.

De esta manera se puede inferir que existe una relación de las centrales termoeléctricas con el aumento del CO₂ en la atmósfera, lo que a su vez contribuye al cambio climático. Ahora bien, en referencia al contexto venezolano, la segunda mayor fuente de generación de electricidad son las centrales termoeléctricas, después de las centrales hidroeléctricas, lo cual históricamente tiene su origen en la gran ventaja del país, por las reservas de petróleo existentes en el territorio. En tal sentido, Venezuela, al igual que cualquier nación que emplee este tipo de fuente de energía, produce CO₂, contribuyendo al cambio climático.

A raíz de ello, en búsqueda del uso de otras fuentes de generación menos perjudiciales, se han desarrollado fuentes de energía renovables, encontrando entre ellas la energía solar fotovoltaica y térmica, la energía mareomotriz, y la energía eólica, evitando con ellas la contaminación o disminuyendo a una menor escala la emanación de residuos tóxicos, en comparación con las centrales térmicas [1].

Cabe destacar la energía eólica como tema de interés para la presente propuesta, fundamentado en la ventaja territorial de Venezuela al poseer una amplia zona costera con salida al Mar Caribe y Océano Atlántico, en las cuales existe mayor presencia de ráfagas de aire, siendo esto un elemento indispensable para este tipo de fuente de generación de energía, ya que consiste en la transformación de la energía cinética del viento en energía mecánica, mediante equipos denominados aerogeneradores, generando así energía eléctrica de manera limpia y manteniendo el servicio eléctrico en los hogares y las industrias.

En tal sentido se pretende ofrecer una propuesta para la generación de energía eléctrica sustentable, como una alternativa al uso de las centrales termoeléctricas, con parques eólicos ubicados en zonas estratégicas del territorio, a fin de reducir la cantidad de CO₂ que se libera en la atmósfera, preservando el ambiente y disminuyendo una de las causas que origina el cambio climático.

Justificación

A través de la presente propuesta se busca plantear la energía eólica como una fuente alternativa a las centrales termoeléctricas en el territorio venezolano, a fin de reducir las emisiones de CO₂ producidas y contrarrestar el progresivo aumento de la cantidad de GEI en la atmósfera y de esta manera prevenir el cambio climático, siendo este un efecto drástico e irreversible en todo el planeta al conllevar a cambios que afectan el ecosistema, influyendo consecuentemente en aspectos sociales y económicos de todos los países.

Asimismo, cabe destacar que la implementación de energías renovables es una forma de energía sustentable, a diferencia de aquellas que emplean combustibles fósiles, con posibilidad de implementarse en distintas áreas del país por las cualidades geográficas que posee, aumentando así la capacidad instalada y operativa del sistema eléctrico nacional para una mejor satisfacción de la demanda eléctrica en el país.

Además de ello, la elaboración de la propuesta desarrollada en este documento proporciona un aporte teórico acerca del desarrollo de la energía eólica en Venezuela, permitiendo a otros investigadores profundizar este tópico para futuros trabajos.

Objetivo general

Analizar la energía eólica como alternativa sustentable para reducir los efectos de las centrales termoeléctricas en el cambio climático.

Metodología

Para el desarrollo de la propuesta, se empleó un método de investigación cualitativo. Este método se basó en el análisis y la comprensión de definiciones y procesos a partir de diversos autores y artículos científicos. Entre estos, cabe destacar el estudio de Siabato [4], que sirvió como guía, junto con otros, para abordar una temática similar, acorde con las condiciones y variables particulares del contexto venezolano.

A continuación, se describen las fases propuestas que dan cumplimiento al objetivo general del estudio.

Recuperación de la capacidad instalada y fuera de servicio de energía eólica

Para esta etapa, se deben tener en claro dos conceptos claves, los cuales son la capacidad instalada y la capacidad de operativa; la primera se refiere a aquel conjunto de equipos que en su totalidad están diseñados para proporcionar una cantidad de potencia nominal; mientras que, la segunda se refiere a la potencia generada en realidad, de manera que la capacidad instalada solo se incrementa si son instalados más equipos, y esta puede ser diferente de la capacidad operativa dependiendo del nivel al cual operen las máquinas.

En este orden de ideas, de acuerdo a la Asociación Venezolana de Ingeniería Eléctrica Mecánica y Profesionales Afines (AVIEM) [5], se afirma que para el año 2019 la capacidad de generación instalada total del Sistema Eléctrico Nacional fue de aproximadamente 34383MW, de los cuales 125MW están referidos a generación a través de energía eólica, representando un 0.4% de la capacidad mencionada. Sin embargo, este autor afirma que el 100% de estos equipos están fuera de servicio, y por tanto la capacidad operativa proveniente de parques eólicos es nula.

Esto nos indica dos cosas, siendo la primera el hecho de que la capacidad instalada de energía eólica en el país es menor al 1% de la total, y segundo, que existen parques eólicos en Venezuela que no están contribuyendo a la capacidad operativa del sistema eléctrico nacional.

De este modo, se plantea el primer paso de la presente propuesta, siendo necesario rehabilitar y reactivar los parques eólicos ya existentes en la región, existiendo dos en este caso, el parque eólico de la Guajira, cuya capacidad instalada es de 25MW y el parque eólico de Paraguaná, con capacidad instalada de 100MW, siendo este un primer avance que puede realizarse en un corto o mediano plazo.

Registro de datos sobre las componentes que definen la energía del viento disponible

Para la construcción de nuevos parques eólicos en Venezuela, es necesario realizar un estudio para determinar los territorios que cuentan con características del viento favorables, y así tener mayor confiabilidad acerca de la generación disponible. Estas características son los componentes que definen la energía del viento, y entre estos se destacan la velocidad del viento, la dirección de la velocidad del viento y la variabilidad del viento.

De acuerdo a Siabato [4], este registro de datos debe realizarse mínimo en un periodo de un año, calculando promedios diezminutales u horarios a lo largo de cada día, midiendo además la temperatura y la presión atmosférica. Dicho registro es realizado en estaciones meteorológicas, empleando para ello componentes como torres, anemómetros y veletas en distintos sitios de la nación; por esta razón es necesario mencionar que se requiere un valor de inversión para poder desarrollarse dicho estudio, tomando en cuenta además el pago de los expertos que lo llevarán a cabo.

Este registro de datos dentro del país debe ser realizado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), y con ellos, aplicando métodos estadísticos, determinar la velocidad del viento promedio anual, donde Siabato [4] afirma que una velocidad promedio buena para implementar la construcción

de un parque eólico debe ser de 5m/s, pero también se determinan los periodos del año donde existe la menor cantidad de viento y el mayor tiempo posible en el que no se cuenta con el viento suficiente para la generación de energía eléctrica, y en base a esto se eligen tamaños y cantidad de elementos que puedan suplirla, como bancos de baterías.

Cálculo de la potencia de viento disponible y la máxima potencia mecánica

Ya con los datos recopilados y procesados, se procede a determinar la potencia del viento disponible en cada una de las regiones donde fueron recopilados los datos, y en base a ello calcular luego la potencia eléctrica que se puede producir. Para ello, según Siabato [4], existe una ecuación con la que se puede determinar la energía potencial del viento, ecuación mostrada a continuación:

$$P_{\text{viento}} = \frac{1}{2} \rho v^3 A \quad (1)$$

Donde ρ es la densidad del aire medida en kg/m^3 , A se refiere al área transversal por la cual fluye el viento, medida en m^2 , y v es la velocidad promedio calculada, medida en m/s . De esta manera, al sustituir estos valores se puede calcular la potencia del viento (P_{viento}) medida en Watts, que sirve de parámetro inicial para conocer las posibles zonas con potencial eléctrico mas no para determinar las zonas definitivas donde se ubicarán los aerogeneradores, ya que esta ecuación no considera que tan variable puede llegar a ser la cantidad de viento, sin embargo es fácil apreciar la importancia de la velocidad, ya que la potencia del viento será igual al cubo de ésta.

Conocido este dato, se puede determinar la máxima cantidad de potencia mecánica aprovechable, que es distinta a la potencia del viento por un límite conocido como el límite de Betz. Siendo así, con la siguiente expresión se puede determinar la energía mecánica:

$$P = C_p \eta P_{\text{viento}} \quad (2)$$

Donde P es la potencia mecánica del aerogenerador (Watts), C_p es el límite de Betz, que es una constante adimensional igual a $16/27=59.26\%$ y η es la eficiencia global de conversión térmica y eléctrica.

Determinación de las zonas propicias e iniciar la planificación de los proyectos de energía eólica

Finalmente, con los valores y resultados obtenidos en el paso anterior, es posible definir los puntos estratégicos en los cuales es rentable la instalación de un parque eólico, estos suelen presentarse en áreas como cadenas montañosas, superficies llanas elevadas, lugares costeros bien expuestos, entre otros, los cuales se pueden encontrar con facilidad en el territorio venezolano. A este proceso de ubicación de le conoce como emplazamiento, y también se ve afectado por factores como el relieve de la zona, criterios como la viabilidad económica, la infraestructura y la distancia a la red eléctrica para la interconexión.

Asimismo es importante la cantidad y distribución de los aerogeneradores para obtener la mayor eficiencia, basándose entonces en distintas variables como dirección del viento predominante, tamaño y condiciones del terreno, y distancia entre aerogeneradores. En caso de existir una dirección de viento predominante es recomendable instalarlos en filas alineadas separados entre sí, y en caso contrario se acomodan en una disposición que forma triángulos equiláteros entre los aerogeneradores denominado tresbolillo.

En continuidad con lo anterior, ya planificada la ubicación del parque eólico y la distribución de los aerogeneradores, se determina la energía que el aerogenerador es capaz de producir, pero ahora, tomando en cuenta las pérdidas que puedan presentarse por razones varias como indisponibilidad técnica, indisponibilidad por mantenimiento de la red eléctrica, envejecimiento de los equipos, entre otros, para lo cual se considera un coeficiente global de corrección por pérdidas.

Construcción y operación de los parques eólicos

Ya al haber culminado el diseño de las propuestas para los distintos parques eólicos que podrían implementarse, se realiza la construcción de las estructuras e instalación de los equipos necesarios, como la edificación de las subestaciones y fundaciones y creación de vías de acceso, así como los equipos con que estos contarán, como transformadores de potencia y para instrumentos, además de equipos de maniobra como son seccionadores y equipos de protección, recomendando utilizar elementos de tecnología novedosa como interruptores que empleen hexafluoruro de azufre (SF₆) como medio de extinción. En tal sentido, esto se debe tomar en cuenta en la inversión económica a realizar, y se debe minimizar la contaminación en la medida de lo posible.

Por otro lado, se debe tomar en cuenta el costo de la producción de la energía eólica, de forma tal que de acuerdo a la publicación REN21[6] en su reporte de energías renovables del 2022 resume la variación que ha tenido el costo nivelado de electricidad (LCOE por sus siglas en inglés “*Levelized cost of electricity*”) entre los años 2010 y 2021 como puede apreciarse en la Figura 1. Este valor representa el costo actual neto promedio de generación de electricidad para un generador durante su vida útil.

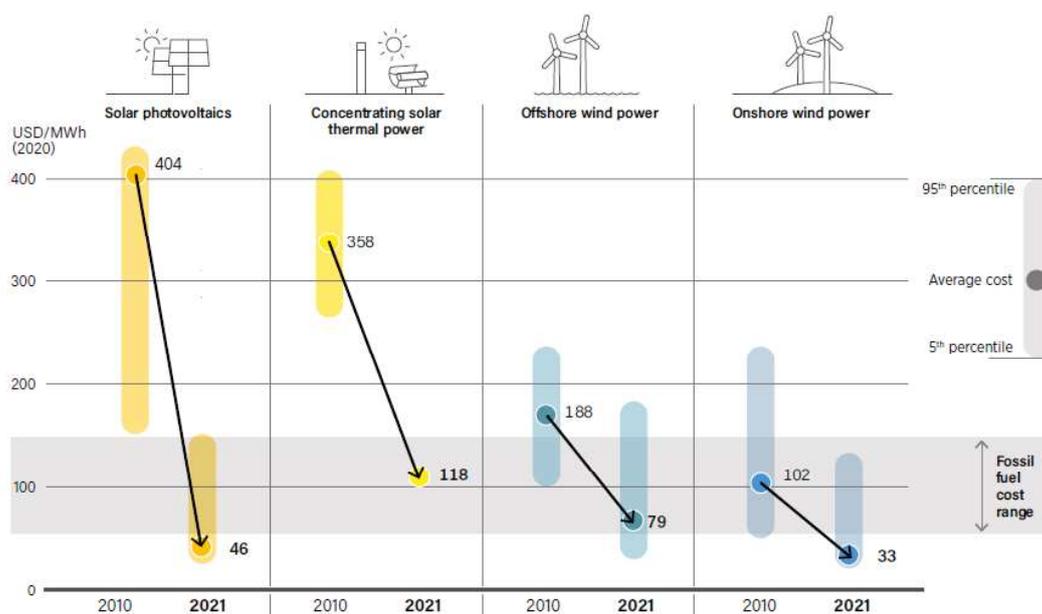


Figura 1. Promedio ponderado global de costos nivelados de electricidad de tecnologías de generación de energía renovable a escala de servicios públicos recién puestos en servicio, 2010-2021 [6]

Es necesario mencionar que, la energía eólica puede dividirse en dos tipos de acuerdo al lugar donde están ubicados sus aerogeneradores, siendo estos la energía eólica onshore, cuyos aerogeneradores se ubican en tierra, y la offshore, en la que sus aerogeneradores se encuentran en el mar, de manera que se divide el costo nivelado de electricidad para cada tipo. Así, de acuerdo a la Figura 1, se puede apreciar que en lo referido a la energía eólica terrestre, que el costo promedio se redujo de USD 0.102 por kWh en 2010 a USD 0.033 por kWh en 2021, representando una disminución del 64%. A su vez, el costo medio ponderado mundial de los proyectos eólicos marinos recién puestos en marcha cayó de 0.188 USD por kWh en 2010 a 0.079 USD por kWh en 2021, siendo esta una reducción del 58 %, de acuerdo a REN21 [6].

Lo planteado anteriormente presenta una ventaja para la inversión, al proyectar una reducción del costo requerido para producir potencia a través de parques eólicos, y además estos resultados en la Figuras son comparables con el rango de costos de combustibles fósiles, que está entre los 0.05 y los 0.15 USD/kWh, observando así que los proyectos eólicos terrestres están por debajo de este rango y los marinos en el punto medio de este, siendo factible la producción de energía eólica en vez de combustibles fósiles. (REN21) [6].

Resultados esperados

Con la presente propuesta se pretende como principal objetivo aminorar las emisiones de CO₂ provenientes de las centrales termoeléctricas del territorio venezolano para así disminuir la cantidad de GEI que se acumulan progresivamente en la atmósfera, a fin de reducir el avance progresivo del cambio climático, lo cual planea lograrse a través del uso de la energía eólica como fuente alternativa. Por otro lado, la implementación de parques eólicos es un progreso de Venezuela para alcanzar un desarrollo sustentable al emplear un recurso que es inagotable y alejarse de la dependencia del sistema eléctrico nacional a las fuentes de energía convencionales, que son la hidráulica y la térmica.

Con los resultados obtenidos se afirma la factibilidad del desarrollo de parques eólicos en el territorio venezolano al contar con regiones de características ventajosas, como son costas, cadenas montañosas y superficies llanas elevadas. Además, se toma en cuenta para esta sección lo expresado en la revista AVIEM [5], que menciona la existencia de un alto potencial eólico en los estados Nueva Esparta y Sucre, fundamentando así los resultados obtenidos. Por tanto, se concluye que Venezuela cuenta con las características propicias para implementar el uso de la energía eólica como fuente de generación eléctrica, siempre y cuando se realice la inversión necesaria y se tenga una planificación y gestión de los proyectos orientada al bienestar social y a la prosperidad del país.

Referencias bibliográficas

[1] Instituto Tecnológico de Canarias. **Energías renovables y eficiencia energética**. (2008). Disponible en: <https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>

[2] Zabilhian, F. **Power plant engineering**. Editorial CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Ratón, Florida, Estados Unidos de América. (2021). Disponible en:

<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780429069451/power-plant-engineering-farshid-zabilhian>

[3] Benavides, H. León, G. **Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático**. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Colombia. (2007). Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>

[4] Siabato, R. **“Identificación de proyectos con potencial de generación de energía eólica como complemento a otras fuentes de generación eléctrica en el departamento de Boyacá”**, Tesis de Maestría, UnivNacional de Colombia. Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión. Medellín, Colombia, (2018). Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/63745/1018424888.2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

[5] Asociación Venezolana de Ingeniería Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines (AVIEM). **Revista Energía e Industria**. Año 2. Número 6. Caracas, Venezuela, (2019).

[6] REN21. **Renewables 2022 Global Status Report**. REN21 Secretariat. Paris, Francia. (2022). Disponible en: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Full_Report.pdf

Nota especial

Artículo presentado en el Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Estudiante. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.

La transformación digital dentro de la I+D+i como factor clave para aumentar la productividad del país

The digital transformation within R&D&i as a key factor to increase the country's productivity

Loredana María Baglieri Acebo

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial.
Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0009-0003-2709-6268> | Correo electrónico: loredanabaglieri12@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

En este artículo se presentan casos exitosos de transformación digital en algunos países y su impacto en la productividad. Desde los años cincuenta la productividad ha venido cayendo en América Latina y el Caribe. Para el año 2014 Venezuela tuvo un gasto en Investigación y Desarrollo de apenas el 0,34%, por lo que resulta necesario mayores esfuerzos de inversión en áreas de investigación, innovación y desarrollo, para lo cual es importante el establecimiento de vínculos entre instituciones de educación superior, el sector privado y el gobierno nacional.

Palabras clave: Transformación digital, productividad, investigación, desarrollo, innovación

Abstract

This article presents successful cases of digital transformation in some countries and its impact on productivity. Since the 1950s, productivity has been falling in Latin America and the Caribbean. For the year 2014, Venezuela had an expenditure on Research and Development of only 0.34%, when more investment efforts are necessary in areas of research, innovation and development, for which is important to establish links between research institutions, higher education, the private sector and the national government.

Keywords: Digital transformation, productivity, research, development, innovation

Planteamiento del problema

La digitalización es un proceso que comenzó hace ya años y muestra una dinámica creciente. Cada día es más claro que la riqueza se genera a partir de intangibles como el conocimiento y la información; y de ellos se derivan aspectos como: la productividad, la innovación, investigación y desarrollo [1]. Desde la década de los años cincuenta, la productividad ha ido cayendo en América Latina y el Caribe (ALC) en comparación con los países de la OCDE. Esta creciente brecha se debe a una estructura productiva basada en los recursos naturales y en la abundancia de mano de obra poco calificada, lo que se traduce en un bajo valor agregado. Las grandes diferencias de productividad existentes dentro de los sectores y empresas ponen de manifiesto una estructura productiva heterogénea. Sin embargo, el impacto neto de la transformación digital dependerá de las políticas que se adopten y del desarrollo de factores indispensables y complementarios, como las infraestructuras de las comunicaciones, las competencias y capacidades digitales.

Según el último dato del Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), para el año 2014, Venezuela tenía un gasto en Investigación y Desarrollo de un 0,34% del PIB, un porcentaje bastante bajo [2]. La inversión en investigación, desarrollo e innovación de un país es un aspecto clave para que un país progrese. Esta inversión supone la adquisición de conocimiento y competencias, que bien utilizadas y aplicadas, pueden hacer crecer la economía nacional. Siendo uno de los mejores ejemplos el caso de los Estados Unidos, su inversión en I+D+i ha sido muy superior

a la de otros países de menor capacidad y recursos a lo largo de su historia, dejando claras evidencias de que existe una gran relación entre la obtención de recursos y la competitividad de un país y su tasa de inversión en I+D+i [3].

Resulta necesario comprender lo sucedido en Estonia y Singapur con respecto a la Transformación Digital, considerando que a nivel mundial se presentó un desafío a cualquier tipo de organización con el inicio de la pandemia en el año 2020. Un caso interesante es también el de Costa Rica, que ha escalado posiciones en materia de transformación digital y ya se ubica entre los 10 países más avanzados en gobierno digital en América Latina y el Caribe, de acuerdo al ranking de 2018 de la medición de gobierno electrónico efectuado por las Naciones Unidas.

Para incrementar la productividad, Venezuela necesita complementar la inversión en capital humano con mayores esfuerzos en las áreas de innovación, investigación y desarrollo. La región invierte poco en el desarrollo de nuevas tecnologías y hay importantes problemas de coordinación entre los entes públicos encargados de los temas de ciencia y conocimiento, el sector académico (principalmente las universidades) y las empresas. Para ello, es clave el desarrollo de mayores vínculos entre las instituciones de educación superior, el sector privado y los organismos del Estado encargados de la investigación y el desarrollo. Es por lo que, frente a lo anteriormente expuesto, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo la transformación digital influye en la productividad de un país?

Objetivo de la investigación

Identificar los casos de éxito de transformación digital en algunos países y su aporte hacia la productividad.

Justificación de la investigación

El presente artículo se centra en la influencia que tiene la transformación digital sobre la mejora de la productividad en el país, dado que Venezuela ha experimentado un estancamiento en su productividad durante los últimos años. En este contexto, resulta fundamental aprovechar los recursos existentes y aplicar a ellos los conocimientos adquiridos para la adopción de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), sacando el máximo provecho de las riquezas disponibles.

Esta propuesta tiene como objetivo mostrar de qué manera la transformación digital puede beneficiar a la nación, permitiendo la profundización de este factor crucial para el desarrollo y la concientización de la población.

Metodología

Para la elaboración del presente artículo se han considerado algunos trabajos previos que sustentan la idea de que la transformación digital da pie a una serie de procesos secuenciales que pueden determinar el rumbo de un país, en términos de su productividad. En este sentido, cuando se aborda el método para plasmar un tema investigativo, resulta fundamental realizar una revisión lógica de los datos disponibles, considerando tanto los acontecimientos previos como posteriores a los eventos actuales [4]. Es por ello que la presente revisión y análisis documental de tipo descriptivo se centra en la influencia que este factor tiene en la productividad.

Caso de Estonia

Estonia, uno de los tres países bálticos, se destaca como una de las naciones más avanzadas en la enseñanza y utilización de tecnologías de la información y comunicación (TIC). Tras su independencia de la Unión Soviética en 1991, Estonia apostó por impulsar la economía digital y la innovación tecnológica a gran escala, como estrategia para superar su condición de país pequeño y con escasos recursos naturales propios [5].

Sin recursos económicos, tecnológicos ni instituciones sólidas al momento de su independencia, Estonia se vio en la necesidad de comenzar desde cero. Ante este panorama, el país recurrió al talento humano especializado en áreas como las matemáticas y la criptografía [6]. En 1992, se emitieron los primeros pasaportes de la nueva nación, y una década más tarde, al llegar el momento de su renovación, el gobierno estonio

aprovechó la oportunidad para dar un paso más allá, entregando tarjetas de identidad con un chip electrónico que permitía a los ciudadanos acceder a servicios en línea.

Hace aproximadamente 25 años, el sector público de Estonia se propuso desarrollar una administración electrónica eficiente. Para ello, el gobierno comenzó a desarrollar bases de datos robustas, a establecer un entorno seguro para el intercambio de información y la certificación digital, y a promover la creación de servicios electrónicos accesibles para todos los ciudadanos [7].

Como resultado de estas iniciativas, Estonia se ha convertido en un referente mundial en materia de gobierno digital. En este país, el 99% de los trámites públicos y privados se realizan en línea, utilizando el teléfono celular como documento de identidad, medio de pago y herramienta para firmar documentos de manera electrónica. Además, el tiempo promedio para crear una empresa es de solo tres horas [8].

El éxito de la estrategia digital de Estonia se basa en X-Road, una plataforma segura de intercambio de datos de código abierto. Esta plataforma permite a los ciudadanos acceder a más de 3.000 procedimientos y servicios gubernamentales de manera sencilla y eficiente. La protección de datos está garantizada mediante el uso de tecnología blockchain, lo que genera confianza entre los usuarios, quienes valoran la rapidez, seguridad y comodidad de las soluciones en línea [9].

En el caso de Costa Rica, el MICITT ha establecido alianzas estratégicas con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para aprovechar la experiencia de Estonia en materia de gobierno digital. Gracias a estos esfuerzos, se han firmado acuerdos que permitirán la implementación de diversas iniciativas para:

- Intercambio de conocimiento para el desarrollo de soluciones efectivas de economía y gobierno digital.
- Desarrollo de una hoja de ruta y la implementación de plataformas relevantes para el intercambio de datos y conexión de instituciones.
- Promoción y cooperación entre Empresas de Tecnología y comunidades para el desarrollo de servicios digitales entre ambos países.
- Desarrollo de Identidad Digital.
- Entrenamiento e intercambio de experiencias en Ciberseguridad y protección de infraestructuras críticas.
- Promoción de la cooperación entre instituciones educativas.

Estonia logró contener la epidemia. Se argumenta que el manejo de la crisis fue facilitado por factores políticos, por el rápido aprendizaje sobre políticas públicas, por la cooperación con la comunidad científica, y por la infraestructura de tecnologías de comunicación e información y gobierno digital [11].

Evidencia

En las últimas décadas, América Latina y el Caribe han experimentado una brecha de productividad cada vez más amplia y preocupante en comparación con las economías desarrolladas. Esta situación se caracteriza por un estancamiento persistente de la productividad laboral agregada desde la década de 1950. Si bien el aumento de la productividad es el motor fundamental del crecimiento económico sostenido, en la región el Producto Interno Bruto (PIB) ha crecido principalmente gracias al aumento de la fuerza laboral. No obstante, la contribución del crecimiento de la productividad a este incremento ha sido mínima. Esta realidad resulta preocupante, ya que evidencia la necesidad imperiosa de implementar estrategias efectivas para impulsar el crecimiento de la productividad en la región. Solo así se podrá alcanzar un desarrollo económico sostenible que mejore el bienestar de la población latinoamericana y caribeña.

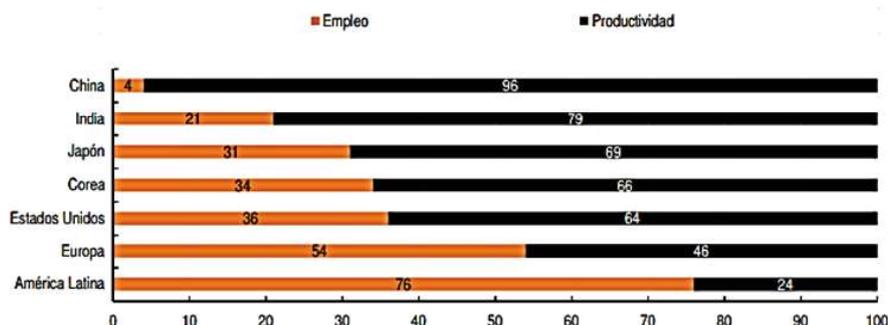


Figura 1. Contribución del empleo y la productividad al crecimiento del PIB en países y regiones seleccionados, 2000-19 [12].

La competitividad de la mayoría de países se basa en gran medida en la abundancia de recursos naturales o mano de obra de escasa cualificación (Figura 1). El resultado es una estructura de producción poco diversificada, con un escaso valor añadido y una especialización en exportaciones que se concentran en bienes de bajo contenido tecnológico. Tal como ocurrió con el auge de los productos básicos, este tipo de estructura puede dar lugar a períodos de rápido crecimiento, pero no favorece el crecimiento sostenido de la productividad. Para lograr esto último, se necesita incorporar tecnología y diversificar la producción hacia sectores dinámicos, tanto en relación con la tecnología como en términos de demanda internacional [12].

Aspectos claves para emprender la transformación digital

Su propósito es transformar en formato digital los distintos procesos del negocio a través de modernas tecnologías. Su principal desafío es lograr que el cambio cultural en la forma de operar se logre en todos los niveles de la organización.

La transformación digital impacta de forma directa y positiva la productividad y competitividad de las empresas, toda vez que permite mejorar los procesos y sistemas en los que se sustentan sus actividades, haciéndolos más ágiles y eficientes. Además, propicia un entorno que potencia la innovación y ofrece confianza y valor agregado a los clientes y demás partes interesadas. Los aspectos claves son los siguientes:

- Definir una estrategia que incluya la evaluación y selección de tecnologías ajustadas a los procesos modulares de la empresa, con el fin de optimizarlos e incrementar su eficiencia.
- Trabajar en equipo y mantener una comunicación interna asertiva que garantice rápidas respuestas a los escenarios planteados.
- Capacitar al personal en el uso de las nuevas tecnologías y asegurar el buen tratamiento y análisis de los datos para lograr eficiencia en los procesos y facilitar la toma de decisiones.

Elementos a considerar en la elaboración de la estrategia de transformación digital

- Análisis del Marco Regulatorio y Legal en donde se evalúan los documentos de políticas públicas, regulaciones y leyes que sustentan el desarrollo y adopción de TIC en el país.
- Estudio de Buenas Prácticas Internacionales para identificar países líderes en temas de transformación digital y estudiar sus agendas, así como los enfoques utilizados por la implementación de las mismas. Como las agendas de Estonia, Singapur, Uruguay, Corea, y Dinamarca.
- Evaluación del Estado Actual, directivos y funcionarios del MINCYT, en consulta con diferentes áreas del aparato estatal para identificar soluciones existentes y realizar un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA).
- Establecer Modelo de Gobernanza según el reglamento orgánico del Poder Ejecutivo y la normativa vigente, se define el modelo de gobernanza y las responsabilidades sobre la Estrategia de Transformación Digital, así como los principios que guían su diseño y accionar.

- Alineamiento Estratégico para garantizar una consistencia estratégica con los instrumentos de planificación nacional y sectorial, se establece el alineamiento de la Estrategia de Transformación con cada uno de los instrumentos vigentes.

- Síntesis de Lineamientos Rectores.
- Definición de la visión de la estrategia.
- Co-creación de Líneas de Acción.
- Validación de las Líneas de Acción.

Resultados esperados

El conocimiento del caso de Estonia serviría como testimonio o modelo a seguir para la implantación de la transformación digital. Allí prácticamente todos los trámites en papel han desaparecido, registrar una empresa en línea requiere de tan solo 18 minutos, 96% de la población cuenta con ID electrónico, los ciudadanos tienen una ficha médica electrónica y reciben recetas médicas de esa manera y el uso de la firma digital está generando ahorros equivalentes a 2% del PIB. Toomas Iives, presidente de la República de Estonia desde 2006 hasta 2016, fue el principal impulsor de estos cambios. En una visita a Costa Rica, compartió con autoridades gubernamentales, funcionarios públicos, sector privado y académicos su visión de transformación digital y las lecciones de su país. Su mensaje en el marco del lanzamiento de la Estrategia de Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario fue claro: la digitalización es un instrumento clave, no solo para ganar en eficiencia en la gestión pública, sino también para mejorar la transparencia y reducir la corrupción.

La evidencia de la utilidad de las tecnologías digitales como ejemplo de la importancia que reviste para superar los problemas estructurales. Una correcta adopción de nuevas tecnologías puede propiciar la aparición de nuevos motores de crecimiento, y favorecer el aumento de la productividad y la diversificación. Además, incrementar el bienestar gracias a la creación de nuevos empleos, la mejora del capital humano y el fomento de una mejor conciliación de la vida laboral y personal; reforzar la gobernanza pública, al favorecer la consecución de instituciones más creíbles, efectivas, inclusivas e innovadoras y dotarles de más instrumentos para dar respuesta a las exigencias de los ciudadanos.

Los puntos a tomar en cuenta para emprender la transformación digital permitirán abrir el panorama a la selección de tecnologías que se ajusten a los procesos del país. Es muy importante que cada entidad, con base a su plan estratégico, evalúe y selecciona la tecnología que mejor se ajusta a los servicios que ofrece.

Los elementos a considerar en la elaboración de la estrategia de transformación digital sirven de guía para la implementación en Venezuela, siguiendo cada uno de los pasos hasta alcanzar la validación de las líneas de acción. La UNESCO señala que, no hay un único modelo para las Sociedades del Conocimiento, ya que cada una tiene sus propias ventajas, fortalezas y cultura. Por eso, es necesario que los venezolanos busquen una forma de conectar y potenciar los diferentes tipos de conocimiento que las comunidades poseen, incluyendo los conocimientos tradicionales, y las nuevas formas de desarrollo, adquisición y difusión de conocimientos, valorados por los modelos de la Sociedad y la Economía del Conocimiento y apoyados por el uso y apropiación de las TIC.

Referencias bibliográficas

[1] Gutiérrez, H. **Calidad total y productividad** (3ra ed.). México: The Mc Graw-Hill companies, (2010).

[2] Banco Mundial. **Gastos en investigación y desarrollo (%PIB)-Venezuela, RB**. Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para Educación, la Ciencia y la Cultura, (2014). La <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=VE>

[3] Forbes México. **Invertir en I+D, solución al mundo competitivo**. (2018) Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/invertir-en-id-solucion-al-mundo-competitivo/>

[4] Reyes-Ruiz, L. y Carmona Alvarado, F. A. **“La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio”**. Tesis doctoral, Univ Simón Bolívar, pp. 1-4. (2020),

[5] Roonemaa, M. El **“Tigre Digital” báltico**. El correo de la UNESCO. (2017) <https://courier.unesco.org/es/articulos/el-tigre-digital-baltico>.

[6] Semana, Edición 600. **La increíble historia de Estonia, el país más digital del mundo**. (2020). <https://www.semana.com/pais/articulo/pago-de-servicios-publicos-via-internet/303540/>

[7] Holm, J. **“Transformación digital en el sector público de Estonia. Beneficios y desafíos para la Oficina Nacional de Auditoría”**. Revista Española de Control Externo, Vol. 22, Extra 64, p. 1-202. (2020).

[8] CONFIEP. **Transformación digital e innovación en las empresas: el caso de Estonia**. (2019). <https://www.confiep.org.pe/noticias/actualidad/transformacion-digital-e-innovacion-en-las-empresas-el-caso-de-estonia/>

[9] Ríos, Lllontop, García, Gladío, Valentín. Estonia y Singapur. **“Casos de éxito de la transformación digital”**. South Florida Journal of Development, Miami, Vol 2, No.5, p.7758-7777, (2021). <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n5-106>

[10] MICITT. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones. **Estrategia de transformación digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0**, (2018). <https://www.micitt.go.cr/wp-content/uploads/2022/05/Estrategia-de-Transformacion-Digital.pdf>

[11] Raudla, R. **“Estonia response to COVID-19: learning, cooperation, and the advantages of being a small country”**. Rev. Adm. Pública. Vol. 55, No 1, p 111-121, (2021).

[12] OECD. **Perspectivas económicas de América Latina 2020: Transformación digital para una mejor reconstrucción**, OECD Publishing, Paris, (2020). <https://doi.org/10.1787/f2fdced2-es>

Nota especial

Artículo presentado en el Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Estudiante. Área temática: Desarrollo institucional, regulatorios o normativos para la sociedad productiva: Elementos novedosos que deben incorporarse a raíz de la Sociedad 5.0.

Conversión de gas natural a Dimetil Éter (DME)

Conversion of natural gas to Dimethyl Ether (DME)

César Octavio García

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química.
Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0000-0003-2401-8355> | Correo electrónico: cgarcia@uru.edu

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Se ha señalado que los compuestos orgánicos volátiles (COV) son perjudiciales para la capa de ozono, además de ser cancerígenos y mutagénicos. Es por ello que en este artículo se plantea desarrollar la ingeniería conceptual de una planta productora de Dimetil Éter a partir de gas natural. El Dimetil Éter es un combustible eco-amigable, sin efectos adversos para el ambiente y la salud, con mayor seguridad operacional y poder calorífico comparable al gas doméstico.

Palabras clave: Gas natural, ingeniería conceptual, planta industrial, Dimetil Éter

Abstract

It has been pointed out that volatile organic compounds (VOCs) are harmful to the ozone layer, in addition to being carcinogenic and mutagenic. This article proposes to develop the conceptual engineering of a dimethyl ether production plant from natural gas. Dimethyl ether is an eco-friendly fuel, without adverse effects on the environment and health, with greater operational safety and calorific power comparable to domestic gas.

Keywords: Natural gas, conceptual engineering, industrial plant, dimethyl ether

Introducción

Los siglos XIX y XX con la presencia del carbón mineral, petróleo y gas natural, generaron tecnologías para la vida doméstica, empresarial, rural o urbana, civil o militar. Todo ha girado de manera directa e indirecta en torno a los llamados combustibles fósiles. El agotamiento de las reservas petrolíferas en el mundo, ha forzado la búsqueda en aguas internacionales. El problema de contaminación ambiental, los productos de la combustión, entre otros, CO, CO₂, SO₂ y particulados, está asociado a efectos sobre la temperatura del planeta ocasionando el efecto invernadero por acumulación de gases derivados de procesos de combustión.

En el mundo, se han direccionado esfuerzos científicos por la síntesis de biocombustibles a partir de procesos catalíticos, como por ejemplo el aceite virgen de la Palma Africana para la producción de biodiesel. Esto promueve argumentos encontrados por desviaciones de la producción vegetal de alimentos en la síntesis de combustibles. No resulta nada sencillo sustituir el consumo diario de petróleo de Estados Unidos de 20 millones de barriles de petróleo por día, por otros combustibles alternos.

La transición energética será, sin lugar a dudas, en el siglo XX, una parte del mundo con dependencia del petróleo, gas y carbón. Otra parte, ensayando con combustibles derivados del Gas Natural, Carbón y Biocombustibles; otros combustibles derivados del proceso Fischer-Tropsch a partir de gas de síntesis. Indudablemente, cualquier propuesta de sustitución del petróleo por otro combustible, debe considerar los siguientes elementos señalados por Semelsberger T. A. et al., [1]: 1) Disponibilidad; 2) Economía; 3) Aceptabilidad; 4) Impacto ambiental; 5) Estabilidad Nacional; 6) Desarrollo Tecnológico; 7) Versatilidad Doméstica.

Generalidades sobre el Dimetil Éter

El Dimetil Éter es el más simple de los éteres, de fórmula química CH_3OCH_3 , de peso molecular 46,07 g/mol, líquido a la Presión = 1 atm, temperatura = -25°C , con una densidad de $0,661 \text{ g/cm}^3$. Las propiedades físicas son similares a los gases propano y butano. El poder calorífico inferior es $28,62 \text{ kJ/g}$, aproximadamente el 60% del gas metano. El poder calorífico del Dimetil Éter es comparable con los valores correspondientes a la gasolina (43,47) y al diésel (41,66).

Los compuestos orgánicos volátiles (VOC) son considerados destructores de la capa de Ozono y sus emisiones han sido limitadas por regulaciones ambientales, además de ser cancerígeno y mutagénico. El Dimetil Éter es un compuesto orgánico volátil, no es cancerígeno, no es tóxico, con un tiempo de vida en la tropósfera de 5,10 días según Good et al., [2].

Síntesis del Dimetil Éter

A partir del Gas Natural, principalmente el Metano:



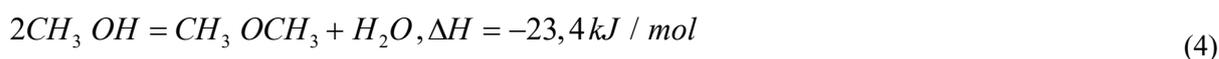
Esto es, reformación del Gas Metano con Vapor de Agua, reacción endotérmica; seguida de la producción de Hidrógeno.



Para la producción del Dimetil Éter, se da la síntesis del Metanol,



A continuación, se genera la deshidratación del Metanol para la obtención del Dimetil Eter,



La síntesis del Dimetil Éter a partir de la deshidratación del Metanol, requiere como materia prima el Gas de Síntesis que lo proporciona el Gas Natural, la economía del proceso estará controlada por los precios del mercado sobre el Gas Natural. En la actualidad, la Empresa KOGAS desarrolla un proceso para la producción comercial de Dimetil Éter, 100 kg/día, empleando un reactor empacado con un catalizador bifuncional de $\text{CuO} / \text{ZnO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ [3]. García y Suárez [4] realizaron una evaluación térmica computacional sobre el referido reactor en la localización de puntos calientes como seguridad operacional del mismo.

Objetivos de la investigación

Objetivo general:

Desarrollar la Ingeniería Conceptual de una Planta Productora de Dimetil Éter a partir de Gas Natural.

Objetivos específicos:

Establecer las bases y criterios de diseño para la producción de Dimetil Éter.

Describir los procesos de producción de Dimetil Éter a partir del Gas Natural.

Dimensionar los equipos de producción de Dimetil Éter a partir del Gas Natural.

Determinar la ubicación geográfica de la Planta Productora de Dimetil Éter.

Estudiar la factibilidad económica para el proyecto de construcción de la Planta Productora de Dimetil Éter.

Justificación de la investigación

Desde el punto de vista técnico-operacional, la conversión del Gas Natural en Dimetil Éter, es la conversión de un combustible tradicional asociado a operaciones domésticas e industriales a un combustible menos contaminante, de mayor seguridad operacional y de poder calorífico comparable. Aparece en el mundo contemporáneo, como un combustible amigable, sin efectos adversos, a la calidad climática del planeta y a salud de sus habitantes.

Desde el punto de vista científico, se propone la visualización de nuevos procesos de conversión catalítica para la producción de Dimetil Éter, entre otros, el proceso KOGAS, la ocurrencia de tres reacciones químicas en simultáneo, la síntesis de metanol y desplazamiento con vapor a la inversa y deshidratación de metanol o síntesis de Dimetil Éter.

Desde el punto de vista social, la producción de Dimetil Éter como Planta Petroquímica, generará nuevos mercados y aportará ingresos financieros. Por otro lado, ofrecerá nuevas orientaciones hacia el consumo doméstico, con todo un sistema de suministro, aportará al sistema económico nacional, público o privado, recursos financieros derivados del nuevo producto energético.

Referencias bibliográficas

- [1] Semelsberger T., Borup R. and Greene H. “**Dimethyl ether (DME) as an alternative fuel**”, Journal of Power Sources, Vol 156, pp 497-511, (2005).
- [2] Good D., Hanson J., Francisco J., Li Z. and Jeong G. **Journal Phys. Chem. A.**, 103, p 10893 – 10898, (1999).
- [3] Cho W., Mo Y., Song T., Hyeonho Lee., Baek, Y., Denholm, Y and Ko, G. “**Production of DME from CBM by KOGAS DME Process**”. Korean Hydrogen and New Energy Society. 22,6, p 925-933. (2011).
- [4] García C. y Suárez H. “**Evaluación y comportamiento bidimensional de un reactor de lecho fijo, para la síntesis de Dimetil Éter**”. Revista Tecnocientífica URU, Vol. 13, 29-45, (2017).

Nota especial

Artículo participante del Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Profesor. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas

Ciclovía con material reciclado para la ciudad de Maracaibo

Cycle path with recycled material for the Maracaibo city

María Amanda García Román

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/000-0002-5799-3600/> | Correo electrónico: mariaamandag4@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Esta investigación surge de la inquietud de proponer una movilidad sustentable para Maracaibo con material reciclado, que proporcione calidad de vida, que disminuya el impacto ambiental que está ocasionando el no tener resuelto el problema de los residuos sólidos en la ciudad y además preserve el medio ambiente de la misma. Es por ello que, que el objetivo de este artículo es aportar premisas que incentiven el cambio hacia una Maracaibo con una movilidad sustentable a través de ciclovías que se puedan construir a partir de materiales reciclados, primeramente en las urbanizaciones y luego a través de un boulevard que contemple el borde costanero de la ciudad o integrando centros culturales y parques a través de ciclovías elevadas para optimizar el espacios existentes.

Palabras clave: Ciclovía, movilidad sustentable, ciudad de Maracaibo

Abstract

This research arises from the concern of proposing sustainable mobility for Maracaibo with recycled material, that provides quality of life, which reduces the environmental impact caused by not having solved the problem of solid waste in the city and also preserves the environment. The objective of this article is to provide premises that incentive the change towards a Maracaibo with sustainable mobility through cycle paths that can be built from recycled materials, firstly in urbanizations and then through a boulevard, that contemplates the coastal edge of the city or integrating cultural centers and parks through elevated cycle paths to optimize existing spaces.

Keywords: *Cycle path, sustainable mobility, city of Maracaibo*

Introducción

Hoy en día, para obtener el desarrollo de una sociedad sostenible y que no siga perjudicando al medio ambiente, el Estado debe realizar una excelente gestión de los servicios, que van desde la asistencia sanitaria, el reciclaje, la recolección de residuos sólidos, entre otros, hasta la movilidad dentro de la ciudad; por lo cual urge un cambio en sus políticas a través del uso de sistemas que manejen tecnologías de la información, inteligencia artificial, entre otros, con el fin de generar bienestar social y una buena calidad de vida de sus ciudadanos, logrando así el desarrollo y crecimiento de la sociedad. Sin embargo, hablar de calidad de vida según Vargas [1, Pág.9] “no solo depende de la salud, sino también del tiempo gastado en movilizarse, la calidad del mismo servicio prestado y las políticas de seguridad y orden dentro de la misma urbe”.

Ahora bien, la ciudad de Maracaibo perteneciente al municipio del mismo nombre, del Estado Zulia, llamada tierra del sol amada, compuesta por una población de aproximadamente 2.000.000 habitantes y un área de 393 km², es una ciudad desarticulada que experimenta un deterioro en lo que respecta a su transporte público, por lo cual amerita con urgencia una nueva concepción de su espacio público, a través de la movilidad de sus ciudadanos. Según Velásquez y Urdaneta [2] un estudio realizado en el 2016 sobre la accesibilidad de la ciudad en las distintas parroquias, menciona que solo 6 de las 18 que tiene, presentan un nivel jerárquico de vías por las cuales se tiene mayor acceso al transporte público y a su vez, a sus servicios.

Esto amerita como consecuencia, la mejora en la infraestructura vial que conlleva la eficiencia en el servicio del transporte público, así como la inversión en nuevas formas de movilidad como por ejemplo las ciclovías con material reciclado, lo cual produciría una reducción de la contaminación del medio ambiente, disminuyendo los cambios en el clima y aumentaría el turismo en la ciudad.

Antecedentes de Ciclovías en Venezuela y otros países de América Latina

Es bien sabido que, la ciudad de Caracas es pionera en la construcción de la primera ciclovía en el municipio Libertador con una dimensión de 2,4 m de ancho y con suelo de terracota, en el año 2013. No obstante, la misma no presenta hoy en día, la seguridad para los ciclistas, los cuales tienen que sobrevivir ante los vehículos que circulan por sus inmediaciones; lo que ha traído como consecuencia su inesperado abandono. Según Peña, Zerpa y Peña [3] el proyecto de ordenanza de la ciudad de Chacao, en Caracas, menciona a la ciclovías como parte de la infraestructura vial, que dispone de señalizaciones de seguridad (artículo 55) para el conductor (artículo 56). Así pues, según el Reglamento Del Tránsito Terrestre de La República Bolivariana de Venezuela, (1998) [4] se le denomina a la bicicleta transporte de tracción humana (Artículo 9) y para su uso debe poseer timbre, faros y sistemas de frenos (Artículo 23) y cumplir una normativa para conducirla (Artículo 161).

Por lo tanto, para obtener una sociedad sustentable se debe plantear la apertura y expansión a nuevas modalidades de transporte como las bicicletas, medios de locomoción saludable, que según Airasca [5] nos permiten mirar el espacio público desde un punto de vista más humano, permitiendo la cercanía entre los ciudadanos, con la finalidad de que la ciudad convoque al encuentro familiar, a través de la recreación y el esparcimiento; dando mejor calidad de vida a sus habitantes.

Ahora bien, la sustentabilidad también contempla el buen uso de los recursos, así como lograr un equilibrio con el medio ambiente, como lo menciona [6]. Esto también refiere a como gestionamos la basura, los desechos sólidos que lanzamos al océano dañando el ecosistema existente en él, entre otros. Con todo y lo anterior hay que mencionar que, el planeta se ha visto afectado por el aumento excesivo de los índices de contaminación por plástico a lo largo de los años. En relación a esto, ECODES informa que:

La contaminación por residuos plásticos es uno de los principales problemas medioambientales de nuestro tiempo. Una media de 8 millones de toneladas de plástico es vertida cada año a los océanos, equivalente al peso de 800 Torre Eiffel, para cubrir 34 veces la isla de Manhattan o el peso de 14.285 aviones Airbus A380) según advierte Greenpeace. [7, Pág.22]

A su vez, Maracaibo es una ciudad que tiene problemas con la recolección y disposición organizada de sus residuos sólidos, cada día existen más rellenos sanitarios improvisados en la ciudad sin ninguna supervisión, un estudio realizado por la fundación Azul Ambientalista, mencionado por Nava [8] afirma que:

Solo Maracaibo es el responsable de producir hasta 3000 toneladas de desechos, una generación de 1,00 kg por persona al día, superando la media nacional. (...) En Maracaibo, el plástico es el desecho de mayor presencia, pero lo que ha encendido las alarmas es el aumento de lo que ellos llaman “plásticos de un solo uso” en los hogares, es decir, todo aquel artículo que se utiliza una sola vez y se desecha, por ejemplo: botellas de refrescos, agua, pitillos, vasos, platos, tenedores y bolsas [8, Párr. 4]

Sin embargo, existe en Maracaibo organizaciones como el Zulia Recicla, que apuesta por alternativas más conscientes para el tratamiento de los desechos sólidos, Grisel Mercadante Arquitecta, y docente de la Universidad Rafael Urdaneta, directora de la fundación, menciona que es necesaria la sensibilización de los ciudadanos para que se sumen al reciclaje.

Para que esto sea masivo, debemos contar con el apoyo de los entes gubernamentales, tener políticas serias de ambiente y de apoyo a las organizaciones que nos dedicamos a esta labor. Hay que repensar la educación ciudadana, educar desde el paisaje y educar desde la ciudad. No creo que haya ciudadanía sin ciudad y eso es lo que trabajamos en la academia [9, Párr. 16].

Dado este escenario, surge la inquietud de una movilidad sustentable en Maracaibo con material reciclado, que proporcione calidad de vida, que disminuya el impacto ambiental que está ocasionando el no tener resuelto el problema de los residuos sólidos y además preserve el medio ambiente de la ciudad.

Es por ello que, este artículo tiene como finalidad aportar premisas que incentiven el cambio hacia una Maracaibo con una movilidad sustentable a través de ciclovías que se puedan construir a partir de materiales reciclados, primeramente en las urbanizaciones y luego a través de un boulevard que contemple el borde costanero de la ciudad o integrando centros culturales y parques a través de ciclovías elevadas para optimizar el espacio, como lo piensa realizar la ciudad de México para unir el estadio Azteca con el centro de la ciudad como se muestra en la Figura 1, de tal forma de fomentar la movilidad a través de un medio de locomoción más saludable y distinto al vehicular, disminuyendo así la contaminación por dióxido de carbono y que conlleve un cambio de mentalidad colectiva de Maracaibo hacia la sustentabilidad.



Figura 1. Ciclovía elevada [10]

Aunque, la ciudad no tiene suficientes espacios para el esparcimiento familiar, durante mucho tiempo, se habilitó uno de los canales de circulación de la Av. Milagro los domingos de 6 am a 11 am para los ciclistas, y corredores en general, con la finalidad de incentivar el ejercicio al aire libre y generar hábitos de vida saludable en los marabinos, luego, desde el 29 de Mayo del 2022 hasta la fecha, la Alcaldía de Maracaibo, ha utilizado la ciclovía del sol, llamada así a una ruta de 14 kilómetros que estará a disposición de patinadores, ciclistas, corredores y todo aquel que desee recrearse, que inicia a la altura del Parque Vereda del Lago, abarcando las avenidas El Milagro y Bella Vista (sentido Plaza El Ángel Centro en contraflujo), hasta la Avenida Padilla, con recorrido por el casco central, incluida la Calle Derecha hacia la Avenida Libertador.

Sin embargo, esto no es suficiente y la decisión ha provocado incomodidades al tránsito vehicular y eventualmente peligros de arrollamientos, para los ciclistas y personas que por ella circulan durante ese periodo de tiempo, porque la vía carece de dispositivos de seguridad apropiados para dicha actividad.

Por lo tanto, se necesita primeramente verificar los espacios disponibles que la ciudad tiene para insertar las ciclovías, aumentar la cultura del reciclado en la ciudadanía, educar a la ciudadanía sobre este tipo de locomoción saludable como son las bicicletas y después hacer cambios en la infraestructura vial, para habilitarlas con dispositivos de seguridad para los ciclistas, y a su vez, que ayuden al tránsito vehicular a respetar el espacio dedicado para ellos. En pocas palabras, generar una cultura vial, en donde puedan cohabitar diferentes tipos de movilidad, que sean más seguros, eficientes y amigables con el medio ambiente.

Antecedentes de ciclovías en otros países del mundo

Hoy en día, algunos países de Europa como Holanda son pioneros en esta área y están haciendo progresos en manejar de una manera más inteligente la movilidad de sus ciudadanos con la finalidad de preservar el medio ambiente, utilizando material reciclable.

A continuación mencionaremos algunas experiencias a nivel internacional sobre las ciclovías construidas con material reciclado. La construcción de ciclovías con material reciclable, ha sido desarrollada por los Países Bajos como (Holanda), y en América Latina como México, Colombia y Perú, donde la empresa PlasticRoad, después de dos años de uso monitoreado y con desarrollo continuo para aplicaciones industriales las ha inaugurado. A su vez, en la ciudad de México, con casi una tonelada de residuos plásticos, equivalente a medio millón de tapas de botellas de plástico, en el Parque Florestal de Chapultepec, esta empresa ha construido una ciclovía, como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Ciclovía con plástico reciclado [11]

Así mismo, según lo menciona Sousa [12], y como se muestra en la Figura 3, la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, en México habilitó una nueva ciclovía, en la calle Jorge Newbery, (en el costado norte de esta arteria) desde Boulogne Sur Mera Tiburcio Benegas. Este nuevo trazado pasa a complementar la importante lista de ciclovías que hay en la Ciudad. Con esta nueva obra, incluida en el Plan de Renovación Urbana, y en el Plan de Movilidad Sustentable 2017-2019 capitalino, se busca profundizar el uso de la bicicleta como medio de locomoción no contaminante y saludable, y a la vez, desalentar el uso del automóvil en la Ciudad.



Figura 3. Ciclovía en la calle Jorge Newbery, Mendoza (México) [11]

A su vez, también Sousa [12] sostiene que:

La primera ciclovía de plástico inaugurada en Holanda, en la ciudad de Zwolle, a 110 kilómetros al oeste de Ámsterdam..., tiene la ventaja que su diseño ayuda a filtrar el agua de lluvia, evitando a futuro las inundaciones. Sin embargo, algo que destaca a esta ciclovía del resto es que fue pensada como piezas modulares prefabricadas, ligeras y de fácil encaje. Esto significa que puede ser instalada en cualquier lugar del mundo en pocos días.

Por otro lado, se encuentra Colombia especialmente la ciudad de Bogotá, según menciona Medina [13] que es una ciudad que tiene una de las más largas Ciclovías de América Latina desde el año 1974, con el propósito de promover la vida al aire libre y el ejercicio físico. Sin embargo, no es hasta la fecha que se están realizando investigaciones acerca de utilizar material reciclado para su construcción como lo refiere el mismo autor.

Conclusión

Podemos concluir que, ante esta panorámica en el mundo, y aunado a los cambios que el medio ambiente está presentando producto del calentamiento global, la movilidad sustentable es algo prioritario para mejorar la calidad de vida de los marabinos y la ciclovía con material reciclado en la ciudad de Maracaibo, sería determinante, siendo una de las ciudades con bastantes problemas de recolección y disposición final de residuos sólidos, por lo que, el transformar las calles de la ciudad para beneficiar otro tipo de movilidad más saludable como es la bicicleta, puede ser parte de la solución a dicho problema.

Referencias bibliográficas

- [1] Vargas, R. “**Transporte público y ciclovías para mejorar la calidad de vida de las personas en las metrópolis**”. Universidad Privada del Norte. Perú. (2020). <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11291>
- [2] Velasquez, C y Urdaneta, J. “**Estrategias de manejo de la movilidad urbana para la ciudad de Maracaibo a partir de las buenas prácticas latinoamericanas**”, Revista Dos Transportes Públicos- ANTP, Vol 40, No 38. (2018).
- [3] Peña, J.; Zerpa, C. y Peña, M. “**Bicituiteros (As) Venezolanos (As): Esfuerzos en la construcción de una ciudadanía verde**”. Revista Electronica Sustentabilidad Al Dia., 6, 176–195, (2015). <http://publicaciones.uvm.edu.ve/index.php/sustentabilidadaldia/index>
- [4] **Reglamento del tránsito terrestre de la República Bolivariana de Venezuela**. (1998). file:///C:/Users/Garcia_Maria/Downloads/GO 38985 del 01-08-2008 Ley de transporte terrestre.pdf
- [5] Airasca, C. “**Diseño y elaboración de una cartografía cultural ciclable para la ciudad de Armstrong**.” Universidad del Rosario. Argentina. (2020).
- [6] Sosa, L., Luna, S., y Marquez, E. “**Tecnología , políticas públicas y bienestar social : optimización del transporte público basada en la recolección y uso de información**”. Tecnología y Trabajo Social, Vol 7, No 82, pp 2395–8456, (2020)
- [7] García, M., Lapeña, A., & Sánchez, P. **Contaminación por plásticos**. Observatorio Salud y Medio Ambiente, 120. (2019). Disponible en: <https://dkv.es/corporativo/observatorio-contaminacion-por-plasticos-2019>.
- [8] Nava, M. **Aumento de los desechos plásticos de un solo uso atentan contra la salud de los marabinos**. CRONICA UNO. (2021). Disponible en: <https://cronica.uno/desechos-plasticos-de-un-solo-uso-atentan-contrasalud-de-los-marabinos/>
- [9] Mercadante, G. **Hay que repensar la educación ciudadana, educar desde el paisaje y educar desde la ciudad, CODHEZ**, (2018) Disponible en: <https://codhez.org/hay-que-repensar-la-educacion-ciudadana-educar-desde-el-paisaje-y-educar-desde-la-ciudad/>

[10] Real Estate. **Ciclo vía elevada.** (2023). Disponible en: <https://realestatemarket.com.mx/articulos/mercado-inmobiliario/urbanismo/25652-ciclovía-elevada-respuesta-ante-escasa>

[11] **Ciclo Vivo** (2021). Disponible en: <http://ciclovivo.com.br/>

[12] Sousa, M. “**Holanda inaugura la primera ciclovía del mundo construida con plástico reciclado**”. ArchDaily En Español. (Trad. Valencia, Nicolás), 1, pp 0719–89, (2018) <https://www.archdaily.cl/cl/903227/holanda-inaugura-la-primera-ciclovía-del-mundo-construida-con-plastico-reciclado>.

[13] Medina, C. “**Biciclaje ” Como Iniciativa De Educación Ambiental en la Ciclovía Bogotá**, Tesis de Especialización en Educación Ambiental, Universidad de Cundinamarca, Bogotá. (2020).

Nota especial

Artículo presentado en el Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Profesor. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.

Nanoestructuras híbridas Semiconductor/Metal: Co/AlN/ y AlN/Co/AlN/ para aplicaciones ópticas y de almacenamiento de energía

Semiconductor/metal hybrid nanostructures: Co/AlN/ and AlN/Co/AlN/ for optical and energy storage applications

José Rafael Fermín Sánchez

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Maracaibo, Venezuela.
Universidad del Zulia. Facultad Experimental de Ciencias. Departamento de Física. Maracaibo, Venezuela.

 <https://orcid.org/0000-0003-4334-4826/> | Correo electrónico: jfermin70@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

Se presenta un reporte de las propiedades ópticas de nanoestructuras híbridas Co/AlN y AlN/Co/AlN, crecidas mediante evaporación catódica RF asistida por magnetrones, sobre sustratos de $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(0001)$. La Espectroscopia Elipsométrica es empleada para obtener los ángulos elipsométricos (Δ, Ψ) y las funciones dieléctricas (ϵ_1, ϵ_2). La data experimental es comparada con los datos disponibles para el AlN y Co volumétricos. Observamos que las constantes ópticas de las nanoestructuras poseen las características ópticas AlN y las propiedades de transporte del Co, lo que hace a estos materiales potenciales candidatos para aplicaciones en almacenamiento y transporte de energía.

Palabras clave: Nanoestructuras híbridas, Espectroscopia Elipsométrica, propiedades ópticas, almacenamiento de energía

Abstract

A report on the optical properties of Co/AlN and AlN/Co/AlN hybrid nanostructures is presented, grown by magnetron-assisted RF cathodic evaporation, on $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(0001)$ substrates. Ellipsometric Spectroscopy is used to obtain the ellipsometric angles (Δ, Ψ) and the dielectric functions (ϵ_1, ϵ_2). The experimental data is compared with the data available for volumetric AlN and Co. We observe that the optical constants of the nanostructures have the optical characteristics of AlN and the transport properties of Co, which makes these materials potential candidates for applications in energy storage and transport.

Keywords: Hybrid nanostructures, Ellipsometric Spectroscopy, optical properties, energy storage

Introducción

Uno de los campos de la física e ingeniería más activos en la última década es la ciencia de nuevos materiales para el desarrollo de tecnologías de almacenamiento masivo y optoelectrónica. Entre estos materiales se destacan los sistemas híbridos semiconductor/metal de transición. Esto es porque se producen materiales que combinan las propiedades de ambos elementos, produciendo dispositivos con nuevas propiedades y aplicaciones. Un ejemplo de estos nuevos materiales son las nanoestructuras AlN/Co.

El nitruro de aluminio (AlN) posee el mayor valor en el ancho de banda óptica de 6.2 eV en su fase hexagonal compacta (hcp); mientras que, el cobalto (Co) presenta propiedades electrónicas y magnéticas de interés para la industria de grabación magnética. Todo esto, en combinación con los efectos en la interface, confieren a estos sistemas excelentes propiedades para aplicaciones en áreas de la microelectrónica: dispositivos optoelectrónicos, sensores de radiación para tratamiento del cáncer, láseres de UV, elementos piezoeléctricos, circuitos microelectrónicos de alta eficiencia, conmutadores micro-electromecánicos (MEMS), memorias

RAM magnéticas (MRAM), dispositivos magneto-ópticos, diodos LED UV, memorias USB e inclusive pantallas táctiles para Smartphones [1].

La incorporación de la capa de Co crea una interface o unión AlN/Co que conduce y almacena energía eléctrica, condición que coloca en una posición de grandes potenciales para aplicaciones en la industria fotovoltaica y de la generación de energía eléctrica [2]. Sumado a esto, debido al reducido tamaño de los dispositivos que se pueden diseñar, se minimiza el tamaño de los dispositivos y se optimiza el almacenamiento y conducción de la energía. Desde el punto de vista de la tecnología, para obtener materiales con las propiedades adecuadas es necesario estabilizar las propiedades físico-químicas de las nanoestructuras, pero se selecciona el sustrato o soporte apropiado. Debido a que ambos AlN y Co poseen fase cristalina hcp, se seleccionaron sustratos de alúmina hcp ($\alpha - Al_2O_3$)

Metodología

Experimento

Las muestras se fabricaron en el Departamento de Física y Tecnología de la Universidad Federal de Río Grande del Norte (Brasil), empleando la Evaporación Catódica Asistida por Magnetrones (ECAM). Se obtuvieron dos sistemas: a) bi-capas de Co(10 nm)/AlN(5 nm)/Al₂O₃, y b) tri-capas de AlN(10 nm)/Co(10 nm)/AlN(5 nm)/Al₂O₃. Los sustratos fueron sometidos a tratamiento de limpieza con ultrasonido, en baño de metanol durante 10 minutos. Para la fabricación se utilizó un sistema de evaporación catódica *Balzers/Pfeiffer PLS500*, en la configuración vertical (*sputter-up*), con distancia blanco-sustrato de 9cm. La deposición es asistida por magnetos, con un campo magnético ~10 Oe.

El protocolo de deposición fue el siguiente: a) una capa de 5 nm de AlN es previamente depositada sobre el sustrato, utilizando ECAM reactiva con plasma de Ar+N₂, con frecuencia de 13.5 Mhz; b) sobre la capa de AlN se deposita el Co de espesor de 10 nm de espesor, utilizando deposición con corriente directa; c) para obtener las tri-capas, una última capa de AlN de 10 nm es depositada sobre el Co, sin modificar las condiciones anteriores. La cámara de deposición es mantenida a una presión ase de 1.2×10^{-7} Torr antes y presión de Ar de 3.3×10^{-3} Torr. La pureza del argón y de los elementos puros (Al, Co) es de 99.999% y 99.99%, respectivamente. El sustrato se mantiene a 400°C y potencia aplicada de 20 W. El espesor de las capas se controla mediante un cristal de cuarzo calibrado. Las muestras se limpian en baño de ultrasonido con etanol analítico durante 10 minutos y secadas con nitrógeno.

Una de las técnicas experimentales más utilizadas en la caracterización de las propiedades ópticas a nivel de la nano-escala, es la Espectroscopia Elipsométrica [3]. Esto es porque esta técnica es extremadamente sensible a la presencia de defectos e inhomogeneidades, impurezas e interfaces. La elipsometría mide los cambios en la reflectividad de la luz que incide en la superficie de la muestra, expresada en términos de dos parámetros (ψ , Δ) llamados ángulos elipsométricos. En la Espectroscopia Elipsométrica, estos cambios de reflectividad se evidencian al variar la longitud de onda o frecuencia de la radiación. En este trabajo, empleamos un Elipsómetro Espectroscópico Woollam M2000X, en la configuración de ángulo fijo y en el rango de entre 1.5-5.0 eV.

En esta configuración luz blanca no-polarizada, emitida por una fuente de Xenón de 75 W, pasa por un polarizador, que retransmite la luz linealmente polarizada con el campo eléctrico paralelo a una dirección preferencial (p, s). La luz incide con un ángulo de 75° y es redirigida hacia un polarizador de rotación continua (analizador). Del detector, la luz es enviada a un sistema electrónico que la convierte en señal digital. Esta señal es comparada con la señal de referencia (luz inicial) para determinar la diferencia de polarización. Todas las medidas se realizaron a temperatura ambiente. El montaje experimental de la base del elipsometría se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Montaje experimental de la base del elipsómetro M2000X, en la configuración de ángulo fijo de 75°, con fuente de luz de Xenón de 75 W [4]

Para obtener las constantes ópticas a partir del experimento, se relaciona la señal de elipsometría y los parámetros elipsométricos a través de la reflectancia y la función dieléctrica compleja, definidas mediante las funciones complejas [5]:

$$\tilde{\rho} = \frac{R_p}{R_s} = \tan(\Psi) \exp(i\Delta) = \rho_1 + i\rho_2 = \tan(\Psi) \cos \Delta + i \tan(\Psi) \operatorname{sen} \Delta \quad (1)$$

$$\tilde{\varepsilon}(\omega) = \varepsilon_1(\omega) + i\varepsilon_2(\omega) = \sin^2 \Phi_0 \left[1 + \tan^2 \Phi_0 \left(\frac{1 - \tilde{\rho}}{1 + \tilde{\rho}} \right)^2 \right] \quad (2)$$

donde R_p , R_s son los coeficientes de Fresnel para la luz polarizada en el plano p-s tan, Ψ y Δ , son la amplitud relativa y la diferencia de fase entre las componentes (p, s) de la luz reflejada, $\varepsilon_{1,2}$, las componentes real e imaginaria de la función dieléctrica y Φ_0 el ángulo de incidencia. Toda la información sobre las propiedades ópticas y estructurales de la materia está contenida en la función dieléctrica. Combinando el sistema de ecuaciones 1-2, obtenemos que las constantes dieléctricas en función de los parámetros elipsométricos (Ψ , Δ) son:

$$\varepsilon_1(\omega) = \sin^2 \Phi_0 \left[1 + \tan^2 \Phi_0 (a^2 - b^2) \right] \quad (3)$$

$$\varepsilon_2(\omega) = -2 \sin^2 \Phi_0 a b \tan^2 \Phi_0 \quad (4)$$

siendo,

$$a = \frac{(1 - \rho_1)(1 + \rho_2) + \rho_2^2}{(1 + \rho_1)^2 - \rho_2^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{2 \rho_1 \rho_2^2}{(1 + \rho_1)^2 - \rho_2^2} \quad (6)$$

Resultados y discusión

Las constantes ópticas de AlN y Co volumétricos son obtenidos de las bases de datos ópticos [6] y se muestran en la Figura 2. Los datos son luego comparados con el modelo teórico clásico de Drude-Lorentz [7]. El nitruro de Al es transparente en la región de estudio ($\epsilon_2=0$), mientras que ϵ_1 muestra un comportamiento típico semiconductor. La curva continua es calculada mediante el modelo de osciladores de Lorentz, con una transición electrónica alrededor de 6.5 eV y oscilaciones plasmónicas del orden de 13 eV. En un metal de transición (Ni, Fe, Co), la función dieléctrica varía de acuerdo al modelo de Drude-Lorentz. En este modelo, las oscilaciones armónicas se superponen a la conducción electrónica.

En la Figura de la derecha se muestran las constantes ópticas de Co. Las líneas punteadas corresponden a los osciladores de Lorentz y mecanismo de conducción de Drude. Se observa en el caso del cobalto, que esta absorción de energía ocurre cerca de 2.12 eV como se señala en la Figura de la derecha. Claramente, el origen de esta absorción se debe a la resonancia entre las oscilaciones armónicas y los procesos de transporte electrónico del cobalto.

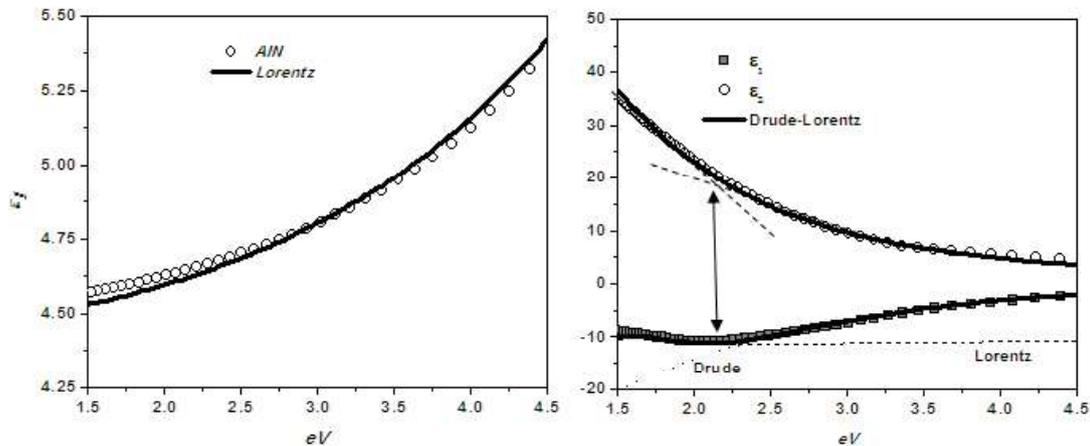


Figura 2. Constantes ópticas del AlN y del Co [6]

Con esto, mostramos que las propiedades ópticas de AlN y Co se pueden describir en el marco de los modelos electromagnéticos clásicos (Drude, Lorentz). Es de esperar que las estructuras híbridas AlN/Co presenten propiedades ópticas y eléctricas similares a las de sus elementos constituyentes individuales. En la Figura 3 mostramos los resultados de la elipsometría en las nanoestructuras: (a, c) Co (10 nm)/AlN(5 nm) y (b, d) AlN(10 nm)/Co(10 nm)/AlN(5 nm). Las constantes ópticas (ϵ_1 , ϵ_2) son obtenidas a partir de los ángulos elipsométricos (Δ , Ψ) mediante las relaciones (3)-(4).

Un análisis cuantitativo riguroso de las propiedades ópticas y electrónicas de estas nanoestructuras escapa del alcance de este reporte, ya que, los modelos teóricos son relativamente complejos e involucran muchos parámetros. Uno de estos es el modelo de capas equivalentes, el cual ha sido probado en otras estructuras híbridas [6]. En vez de esto, a continuación realizamos una descripción cualitativa de los datos experimentales en comparación con las propiedades de los elementos constituyentes individuales.

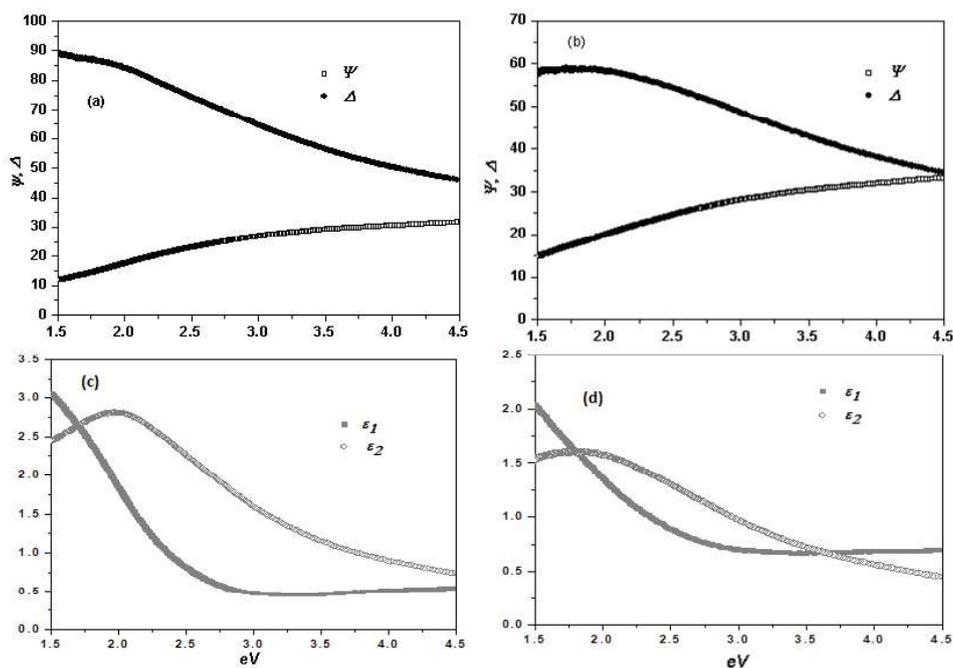


Figura 3. Ángulos elipsométricos y constantes ópticas de las nanoestructuras AlN/Co (a)- (c); y AlN/Co/AlN (b)- (d).

Los rasgos comunes más resaltantes de estos parámetros son: (1) Los ángulos elipsométricos presentan similar amplitud relativa en ambos sistemas, con un decaimiento en el cambio de fase a medida que aumenta la energía; (2) la función dieléctrica (ϵ_1) presenta un máximo local alrededor de 2.10 eV; (3) un valor de energía en el cual las funciones dieléctricas se entrecruzan a una energía ligeramente mejor que el punto de máxima absorción; (4) ausencia de oscilaciones en Δ y Ψ generalmente observadas en otras nanoestructuras basadas en AlN y son asociadas con las reflexiones múltiples en las interfaces [9]. El máximo de absorción es intenso en ϵ_1 y ocurre a una energía muy cercana al punto donde se espera la resonancia entre las oscilaciones de Lorentz y el transporte electrónico en el cobalto volumétrico. Por debajo del punto de máxima absorción, y a medida que se alcanza el punto de entrecruzamiento donde $\epsilon_1 = \epsilon_2$, el material se va tornando transparente a energías menores de ~ 2 eV. Esto es una evidencia de los efectos de la capa de Co sobre las propiedades de absorción y transporte de energía electromagnética en estas estructuras híbridas.

Por otro lado, el efecto de las capas de AlN se resumen en dos aspectos fundamentales. Comparando las Figuras 3(c) y 3(d), se observa que al depositar una capa de AlN sobre la capa de Co, disminuye la intensidad del máximo de absorción atribuida al cobalto. Así mismo, observamos que el valor de las constantes dieléctricas de AlN/Co/AlN es menor que en AlN/Co, en todo el rango de energía. A partir de ~ 3.6 eV, aparece otro entrecruzamiento a partir del cual la tricapa se torna menos absorbente y más transparente. Esto es interesante ya que proporciona a estas estructuras potenciales propiedades para la fabricación de dispositivos para el control de transporte, absorción y selectividad de la energía electromagnética. En la nano-escala estas estructuras pueden utilizarse para fabricar dispositivos más eficientes y a menor costo. Cabe mencionar que la formación de interfaces AlN/Co, también deja abierta la posibilidad de fabricar celdas fotovoltaicas basadas en uniones semiconductor/metal para aplicaciones en energía solar.

Sumario

La espectroscopia elipsométrica es empleada para estudiar las propiedades ópticas de nanoestructuras híbridas Co/AlN y AlN/Co/AlN crecidas sobre sustratos de $\alpha - Al_2O_3$, mediante evaporación catódica RF asistida por magnetrones. Se obtuvieron los ángulos elipsométricos directamente de los espectros, y a partir de estos, las constantes ópticas. Estas ofrecen información sobre los procesos de absorción y transmisión de energía electromagnética. En general, podemos resumir los resultados como sigue:

a) Ausencia de oscilaciones en los ángulos elipsométricos. Estas se han observado en otras multicapas periódicas y se deben a reflexiones múltiples en las interfaces. La ausencia de estas oscilaciones puede estar relacionada con la presencia de irregularidades e inhomogeneidades en las interfaces AlN-Co.

b) Se observa una intensa absorción de energía electromagnética alrededor de 2.10 eV, donde ocurre la resonancia entre las oscilaciones armónicas y el transporte electrónico en el cobalto volumétrico.

c) Al disminuir la energía por debajo del máximo de absorción las constantes ópticas se entrecruzan ($\epsilon_1 = \epsilon_2$), y las muestras se tornan más transparentes y menos absorbentes.

d) Cuando se incorpora una capa adicional de AlN sobre Co, el máximo de absorción es menos intenso y más ancho. A medida que se incrementa la energía, se observa otro valor de energía ($\cong 3.6$ eV) donde $\epsilon_1 = \epsilon_2$. A partir de este valor, la tricapa se torna ligeramente más transparente y menos absorbente. La región de absorción de energía electromagnética

Se observa cómo se obtienen propiedades ópticas y de transporte electrónico únicas, combinando materiales con diferentes características. Estas nuevas propiedades pueden ser controladas incorporando más capas de los elementos individuales, así como modificando el espesor de cada capa. Finalmente, a través de estos proyectos se pueden consolidar las colaboraciones científicas y tecnológicas entre Brasil y Venezuela.

Referencias bibliográficas

[1] Kung, P., Razeghi, M., “**III-Nitride wide bandgap semiconductors: a survey of the current status and future trends of the material and device technology**”, Opto Electronics Review, Vol 8, No 3, 201-239, (2000).

[2] Huttel, Y., Gómez, H., Clavero, C., Cebollada, A., Armelles, G., Navarro, E., Ciria, M., Benito, L., Arnaudas, J. I., Kellog, J. A., “**Cobalt nanoparticles deposited and embedded in AlN: Magnetic, magneto-optical, and morphological properties**”, J. Appl. Phys. Vol 96, No 3, pp 1666-1673, (2004).

[3] Nguyen, N., Trang, Q., Trung, L., Khac, B., Nguyen, Dang, Vo Thi Mai Thuan. “**Investigation on zinc oxide thin film by spectroscopic ellipsometry**”, VNU Journal of Science, Mathematics and Physics, Vol 24, pp 16-23, (2008).

[4] Woollam, J. A., M2000. **Spectroscopic Ellipsometer, Hardware Manual In Situ** (2010).

[5] Fujiwara, H. **Spectroscopic Ellipsometry Principles and Applications**, John Wiley & Sons., England, (2007).

[6] RefractiveIndex.INFO, **Refractive Index Databases**: <https://refractiveindex.info/>

[7] Sehmi, H., Langbein, W., Muliarov, E. “**Optimizing the Drude-Lorentz model for material permittivity: method, program, and examples for gold, silver, and copper**”, Physical Review B, 95.115444 (2016).

[8] Fermin, J. R., Durante Rincón, C. A., J. **Optical properties of Cr/Fe (t)/MgO (0 0 1) thin films**. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 294, e111-e114 (2005).

[9] Joo, H. Y., Kim, H. J., Kim, S. J., Kim, S., Y., “**The optical and structural properties of AlN characterized by spectroscopic ellipsometry**”, Thin Solid Films, Vol 368, 67-73, (2000).

Nota especial

Artículo presentado en el Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Profesor. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.

Multicompetencias en la era digital: Un programa educativo para profesores y estudiantes universitarios

Multi-Competencies in the digital era: An Educational Program for university professors and students

Hosglas Sanchez

Universidad del Zulia, Facultad de Humanidades y Educación. Maracaibo, Venezuela
Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo Venezuela.

 <https://orcid.org/0000-0001-9058-1002> | Correo electrónico: hosglas4@gmail.com

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

Resumen

La era digital demanda un cambio en la enseñanza y el aprendizaje. Los métodos tradicionales no preparan a las nuevas generaciones para los desafíos del futuro. Este programa educativo busca empoderar a profesores y estudiantes con las competencias necesarias para desenvolverse con éxito en la Sociedad del Conocimiento (SC). La metodología activa y participativa, basada en estrategias innovadoras, convierte a los participantes en protagonistas de su propio aprendizaje. Al finalizar el programa, se espera que sean capaces de pensar críticamente y resolver problemas de manera creativa. Esta iniciativa representa una oportunidad única para preparar a las nuevas generaciones para el futuro y contribuir al desarrollo de una sociedad más equilibrada, dinámica y productiva a través de las competencias esenciales para la SC.

Palabras clave: Era digital, educación innovadora, Sociedad del Conocimiento, Competencias esenciales

Abstract

The digital era demands a transformation in teaching and learning. Current educational methods are not preparing the new generations for the society challenges. This educational program seeks to empower professors and students with the skills necessary to succeed in the Knowledge Society (KS). The active and participative methodology, based on innovative strategies, converts participants the driving force behind their own learning. Upon program completion, they are expected to be able to think critically and solve problems creatively. This initiative represents a unique opportunity to prepare new generations for the future and contribute to the development of a more balanced, dynamic, and productive society through the essential skills for the KS.

Keywords: Digital era, innovative education, Knowledge Society, essential competencies

Introducción

La multialfabetización se erige como un proceso fundamental en el ámbito universitario, posibilitando la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras que ponen de relieve la importancia del aprendizaje de habilidades y destrezas adaptadas a los entornos socioculturales, virtuales y mediáticos actuales. En este contexto, resulta crucial que las personas reconozca su necesidad informativa y formativa para responder de manera crítica en la resolución de problemas y en la toma de decisiones efectivas. En este sentido, la multialfabetización permite considerar a la información y al conocimiento como los recursos principales para la formación de una ciudadanía responsable y comprometida. A su vez, estos elementos se convierten en los activos más valiosos para el desarrollo y la productividad de la sociedad, impulsando el progreso individual y colectivo.

La multialfabetización, desde una perspectiva holística, implica desarrollar en el ciudadano un conjunto de habilidades creativas, informativas, comunicativas, investigativas y digitales. Esto le permitirá autogestionar

su aprendizaje y afrontar la Sociedad del Conocimiento (SC) de manera diligente, veraz y competente. Podrá así identificar, acceder, localizar, recuperar, analizar, comprender y transformar la información en cualquier formato de comunicación, generando nuevos conocimientos y participando con responsabilidad y sentido de pertenencia en los nuevos escenarios sociales.

Para lograr un ciudadano multialfabetizado, la teoría de la información, por su enfoque en las formas de comunicación y sus tecnologías, se erige como fundamento teórico clave [1]. A su vez, el plan descriptivo de Hobbs [2], aunque centrado en Estados Unidos, promueve la alfabetización digital y mediática como habilidad vital, explicando cómo los educadores pueden ayudar a las personas a afrontar la era digital.

Cabe destacar que la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y la IFLA (Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios y Bibliotecas), referentes en educación y bibliotecas, han desarrollado programas clave de alfabetización informacional. Estos programas evidencian el potencial de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para crear una sociedad integradora que empodera a las comunidades en el acceso, preservación e intercambio de información y conocimiento. Para formar un ciudadano multialfabetizado, es imperativo canalizar nuevas experiencias de enseñanza. Esto justifica la implementación de un programa educativo transdisciplinario e interdisciplinario en la academia venezolana, preparando a la comunidad universitaria para los paradigmas emergentes, tal como lo es como la globalización, la desinformación y la inteligencia artificial.

Descripción del programa educativo

La denominación del programa educativo es: “Ciudadano Multialfabetizado” el cual es una designación que vislumbra su epicentro en una persona alfabetizada dotada de un conjunto de competencias.

Objetivo general

Desarrollar en los miembros de la comunidad universitaria las competencias relacionadas con la multialfabetización para la promoción de un ciudadano venezolano capaz de integrarse y responder efectivamente a las exigencias de la Sociedad del Conocimiento (SC).

Beneficiarios

Este programa educativo está dirigido a la comunidad universitaria de Venezuela e inclusive permite la inserción de algunas estrategias pedagógicas que lo hacen factible a la sociedad en general.

Duración

El programa educativo tiene una duración de un año (12 meses), el primer módulo se desarrollará en dos (2) meses, el segundo módulo en cinco (5) meses y el tercero en cinco (5) meses. Será desarrollado en tres módulos continuos, que se pueden materializar como unidades curriculares básicas en cualquier plan de estudio universitario. Las horas de dedicación semanal es de cuatro horas académicas, eso equivale a un aproximado de 208 horas académicas en el año. En su defecto, el programa puede ajustarse a la cantidad de horas de una unidad curricular por cada período académico, lo que resulta relevante es que su desarrollo sea continuo.

Estructura del contenido, estrategia y evaluación

El programa se estructura en tres módulos interconectados; el primero se refiere a la *autogestión del aprendizaje*, el cual es un módulo que dota a los participantes de las herramientas necesarias para gestionar su propio proceso de aprendizaje, haciéndolos autónomos y responsables de su formación. El segundo hace referencia a las *habilidades informacionales* donde se desarrollan las habilidades para buscar, evaluar, analizar y utilizar información de manera crítica y efectiva, permitiendo la toma de decisiones informadas y la resolución de problemas. El tercero busca la *creación de conocimiento científico*, promoviendo la comprensión

y aplicación del método científico para la investigación, el análisis de problemas sociales y la generación de soluciones innovadoras.

La selección de contenidos se basó en los aspectos centrales sobre alfabetización promovidos por la UNESCO [3,4], las acciones gubernamentales asociadas al Plan Nacional de Alfabetización Tecnológica [5], las competencias informacionales de la IFLA [6], el plan del libro blanco elaborado por Hobbs [2] y, para la formulación de estrategias pedagógicas se consideraron aspectos manejados en las teorías planteadas por Díaz y Hernández [7] y principalmente, la Taxonomía de Bloom para el aprendizaje en espacios digitales [8]. En base a estos referentes, se propone un programa integral que promueve la formación de ciudadanos multialfabetizados, capaces de afrontar los retos de la Sociedad del Conocimiento.

Tabla 1. Contenido del Módulo I “La autogestión del ciudadano”.

Objetivo del Módulo I: Lograr en los participantes un acercamiento reflexivo sobre las exigencias de la Sociedad del Conocimiento (SC) y la Multialfabetización a fin que sea un ciudadano capaz de autogestionar su aprendizaje* para desempeñarse en los entornos virtuales.			
Objetivos específicos	Contenido	Estrategia instruccionales	Estrategia evaluativa
Identificar los elementos principales de la Sociedad del Conocimiento que dan lugar a la exigencia de un ciudadano multialfabetizado.	Unidad I 1. SC y La Multialfabetización. Conceptualización, características, competencias relacionadas a la multialfabetización.	1. Revisar los materiales bibliográficos pautados en el aula 2. Reflexionar sobre las teorías y los conceptos. 3. Sintetizar la teoría en palabras clave.	Crear una nube de palabras en colaboración con todos los participantes con descriptores que representan las habilidades que debe desarrollar.
Descubrir las necesidades informativas y formativas de un ciudadano multialfabetizado a fin de afrontar la brecha digital, cultural y generacional.	Unidad II 1. Un ciudadano con necesidad de aprender. Las necesidades formativas, informativas y de la sociedad. Efectos de la brecha digital, cultural y generacional.	1. Leer contenido bibliográfico pautado en el aula. Revisar el video sobre NETIQUETA. 2. Luego, ver la película seleccionada. 3. Discutir en el foro virtual las premisas pautadas.	Tras analizar la película deberá extrapolar las premisas a su contexto y elaborar un mapa mental usando una herramienta digital sobre los desafíos y oportunidades que tiene para integrarse de forma exitosa SC.
Reconocer la importancia de un aprendizaje permanente sobre los recursos y técnicas de trabajo intelectual, así como la autogestión para potenciar las capacidades y conocimientos de un ciudadano multialfabetizado.	Unidad III 3. El aprendizaje permanente: La concientización de las propias capacidades y conocimientos. Gestión de las propias capacidades y conocimientos. Manejo de recursos y técnicas de trabajo intelectual.	1. Revisar la información bibliográfica pautada en el aula. 2. Luego, responde la lista de cotejo sobre las habilidades y destrezas que tienes. 3. En observaciones se debe manifestar el hecho donde se ha puesto a prueba el ítem.	Tras reconocer sus propias capacidades y conocimientos según la lista de cotejo, deberá plantear una matriz de priorización sobre un plan de trabajo dirigido personal para potenciar las habilidades y destrezas requeridas SC.
*Es relevante realizar foros bimestrales o conversatorios para mantener a la comunidad universitaria interesada en la autogestión del aprendizaje.			

En la Tabla 1 se presentó el Módulo I, el cual enfatiza la autogestión del aprendizaje [9] como clave para el desarrollo profesional. Los participantes toman control autónomo de su proceso, movilizándolo sus conocimientos, conductas y afectos (competencias blandas) para adquirir, adaptar y recuperar habilidades técnicas (competencias duras) [10]. Este enfoque empoderador les permite resolver problemas profesionales y personales de manera efectiva, a la vez que fomenta el autoconocimiento y el compromiso con sus objetivos. Este módulo se vincula con la competencia de “aprender a aprender” [11], donde los individuos dominan los aspectos de su propio aprendizaje. Las instituciones de educación superior juegan un papel crucial en la promoción de este enfoque a través de modelos constructivistas y actividades como foros y conversatorios sobre motivación, autogestión y uso responsable de las TIC.

En esencia, el Módulo I sienta las bases para un aprendizaje continuo y significativo, impulsado por la autonomía y la responsabilidad de los participantes. Las instituciones educativas deben apoyar este proceso a través de currículos innovadores y estrategias que fomenten el desarrollo integral de sus estudiantes.

Tabla 2. Contenido del Módulo II “Competencias de la Multialfabetización I”.

Objetivo del Módulo II: Lograr en los participantes el desarrollo de habilidades relacionadas con la competencia tecnológica, audiovisual, informacional y de idiomas a fin que sea un ciudadano capaz de afrontar los entornos virtuales.			
Objetivo específicos	Contenido	Estrategia instruccionales	Estrategia evaluativa
Preparar documentos con contenido visual y textual usando herramientas de la ofimática para generar distintos formatos.	<p>Unidad I</p> <p>1. Las tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). 2. La Ofimática. Creación de documentos y formatos. 3. Programas para la gestión de proyectos. Project Libre y/o Microsoft Project</p>	<p>1. Revisar el material audiovisual pautado en el aula. 2. Estudiar el manual sobre los distintos programas que componen la ofimática, los programas para la gestión, los podcasts y videocasts. Y, un programa para la edición de imágenes</p>	<p>1. Diseñar y explicar una línea de tiempo que refleje la evolución de las tecnologías blandas y duras.</p>
Reconocer las herramientas disponibles que permiten localizar, recuperar y organizar las fuentes de información confiables que se utilizarán como base para el desarrollo de contenidos*	<p>Unidad II</p> <p>1. Búsqueda y Recuperación de Información: Unidades de información documental, Tesoros e Índices, Ecuaciones y Operaciones Booleanas, Metabuscadores, Motores de Búsqueda y Catálogos, Etiquetado Social y Chats con IA. 2. La calidad de la información. Tipología de las fuentes de información, Criterios para seleccionar Fuentes de Información. 3. Tratamientos de la información. Las bibliotecas personales. La usabilidad de la información textual y audiovisual. Construcción de nuevos conocimientos. La reflexión como herramienta para la racionalidad. Producción de mensajes para propiciar la comunicación eficaz. Toma de decisiones.</p>	<p>Revisión y participación de los siguientes elementos:</p> <p>1. Lista de recursos disponibles en el internet. 2. Ver el video sobre cómo se usan los tesauros. 3. Ver el video sobre Metabuscadores, buscadores y filtros de búsqueda. 4. Familiarizarse con las reglas establecidas en la guía sobre el uso de herramientas para el marcador social (Delicious), mantenerse actualizado (Feedly y el uso de RSS). 5. Workshop sobre la calidad de las fuentes de información textual, visual, sonora y audiovisual. 6. Workshop sobre un gestor bibliográfico para almacenar y recuperar la información. 7. Asistir al conversatorio en línea sobre: -El proceso de generar conocimiento sea este textual, visual o sonoro. -La importancia del mensaje que se transmite. - Y, las redes sociales como plataformas para socializar el conocimiento</p>	<p>Generar un informe con los siguientes puntos:</p> <p>1. Seleccionar un tema para investigar y las unidades de información y los buscadores a utilizar. 2. Construir al menos seis (6) estrategias de búsqueda con descriptores extraídos de los tesauros. 3. Aplicar las búsquedas y evaluar los resultados. 4. Seleccionar tres documentos que contemple asertivamente los criterios de calidad. 5. Hacer búsquedas de una imagen relacionada con el tema o en su defecto crearla. 6. Ofrecer un resumen de las tres fuentes y una descripción de la imagen. 7. Presentar las referencias capturando con los marcadores sociales. 8. Seleccionar las herramientas de comunicación social para compartir la experiencia de aprendizaje, usar una imagen que represente sus habilidades.</p>
Revisar los cambios y actualizaciones que se han realizado a la lengua española y, a su vez, promover el aprendizaje del inglés como un idioma globalizado.	<p>Unidad III</p> <p>1. La importancia del idioma. La Gramática de Andrés Bello. Introducción a la gramática del español. Actualizaciones de la RAE. 2. Aprendizaje del inglés como un idioma globalizado. Las App y los cursos en línea y las certificaciones.</p>	<p>1. Visitar cursos en línea sobre el idioma inglés a fin de inscribirse*. 2. Estudiar la guía la guía sobre gramática española. 3. Visitar el portal de RAE a fin de descubrir en sus diferentes secciones las actualizaciones sobre el idioma español.</p>	<p>Demostrar que se ha insertado en algún curso para aprender un idioma globalizado como el inglés o en su defecto presentar efectivamente el dominio del idioma.</p>

*Las Bibliotecas universitarias deben diseñar un programa de formación de usuarios centrado en la alfabetización informacional a fin de apoyar el permanente aprendizaje sobre esta competencia.

En la Tabla 2, se presentó la competencia tecnológica, informacional, audiovisual y del idioma de forma integrada, dado que, cada segmento de contenido componen las habilidades que se pretende lograr a través de las estrategias instruccionales y de evaluación.

1. *Competencia tecnológica.* Se refiere a las habilidades y destrezas relacionadas con la manipulación y manejo de equipos y programas disponibles, con la evolución de las TIC y la inteligencia artificial para la generación de contenidos en diferentes formas y formatos. Es una competencia que exige adaptabilidad del individuo a razón de la evolución constante de las TIC [12]. 2. *Competencia informacional.* Se entiende como las habilidades y destrezas concernientes a la identificación, acceso, localización, recuperación y usabilidad de fuentes confiables de información, considerando en todo momento la protección de los datos, la identidad digital y las licencias de uso de los contenidos. Es una competencia que requiere el aprendizaje de técnicas concretas para el logro de la satisfacción de las necesidades formativas e informativas y está articulada a la competencia tecnológica [13]. La competencia tecnológica y la informacional la mayoría de los autores, la integran en sus respectivas definiciones, caracterizaciones y descripciones como la competencia digital. 3. *Competencia audiovisual.* Estas son las habilidades y destrezas conexas con la comprensión, interpretación y análisis crítico de mensajes que son transmitidos en formatos multimedia a través de los medios masivos o sociales existentes. Es una competencia que sitúa su epicentro en la reflexión de lo que se observa, pero que, a su vez, vislumbra la capacidad del individuo de crear, conceptualizar y difundir los productos multimedia de manera responsable [14]. 4. *Competencia de idioma.* Es la habilidad que tiene una persona para comunicar de forma eficiente un mensaje; por tanto, hace alusión al lenguaje y al dominio del idioma natural, así como del idioma globalizado para lograr la máxima interacción de ideas [15].

Tabla 3. Contenido del Módulo III “Competencias de la Multialfabetización II”.

Objetivo del Módulo III: Lograr en los participantes el desarrollo de habilidades relacionadas con la investigación acción participante a fin que sea un ciudadano capaz de mostrar su creatividad en planteamientos para la solución de problemas emergentes asociados a los ejes temáticos de Objetivos de Desarrollo Sostenible.			
Objetivo específicos	Contenido	Estrategia instruccionales	Estrategia evaluativa
Ejecutar una investigación acción participante y presentar su resultado en un reporte científico.	1. Comprensión de la realidad. Técnicas para crear relaciones basadas en la confianza. 2. Formación de equipos de investigación. Estrategias para gestión del conocimiento tácito y explícito. 3. Diagnóstico participativo. Análisis FODA como técnica de apoyo para construir la idea. 4. Los objetivos estratégicos. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible. 5. Las acciones, ejecución y seguimiento. La herramienta Aprendizaje en la Acción, Diagrama de Gantt y Nivelación de recursos. 6. La elaboración del reporte. El lenguaje escrito, las estructuras y la normalización (APA) y ejecución. 7. Publicación científica. El proceso de publicación. 8. La socialización del conocimiento. Los eventos científicos y redes sociales como medios para la socialización del conocimiento.	1. Seleccionar una comunidad a fin de crear un plan disruptivo. 2. Constituir un equipo de investigación. 3. Realizar un diagnóstico FODA junto al equipo de investigación. 4. Plantear objetivos estratégicos basados en las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. 5. Crear matriz de acciones, estrategias y recursos disponibles. 6. Hacer el diagrama de Gantt. 7. Ejecutar el plan y registrar el resultado.	1. Presentar el resultado de investigación acción participante mediante un reporte científico. 2. Identificar los posibles eventos o medios científicos para presentar el informe científico.

Entre las competencias que definen a un ciudadano multialfabetizado se encuentra su capacidad para idear y ejecutar soluciones factibles a los desafíos que enfrenta la sociedad. En este contexto, el tercer módulo, presentado en la Tabla 3, se centra en la competencia investigativa, específicamente en la investigación acción

participante (IAP). La IAP permite al individuo poner a prueba su capacidad de comprender una realidad compleja, aplicando tanto los conocimientos adquiridos como las habilidades desarrolladas. Sin embargo, lo que distingue a este enfoque es la importancia que se le da a la empatía, elemento fundamental para lograr el objetivo común del bienestar social y comunitario.

La investigación acción participante se desarrolla en consonancia con las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), lo que exige al investigador involucrarse activamente en la ejecución de proyectos que beneficien a las comunidades. Esta participación activa es crucial para generar estrategias colaborativas probadas que garanticen el éxito de las iniciativas y permitan actuar de manera disruptiva frente a los problemas sociales.

En este sentido, la competencia investigativa se define como el conjunto de habilidades, destrezas y actitudes que permiten a un individuo observar una comunidad desde una perspectiva crítica, involucrarse en ella para liderar cambios positivos, fomentar un entorno colaborativo, gestionar los recursos de información disponibles, realizar propuestas creativas, ejecutar acciones sostenibles orientadas a mejorar la calidad de vida y evaluar los resultados obtenidos [16].

Reflexiones finales

Formar a los profesores y estudiantes para el futuro es una garantía de una sociedad equilibrada, dinámica y productiva. Los entornos promocionados en el ciberespacio se han hecho cada vez más presentes en todo el mundo, y esto trae consigo nuevos retos en la enseñanza y en el aprendizaje, los cuales solo serán afrontados con entereza si procuramos dotarnos de herramientas y técnicas que nos permitan la adaptabilidad ante los paradigmas emergentes.

Venezuela, por ahora, se encamina hacia una visión integradora de la realidad y la virtualidad, siendo necesaria la alfabetización en el manejo y uso responsable de las TIC, el dominio del idioma globalizado, en la investigación y en la comunicación digital. Cabe resaltar que esta formación es lo que garantiza un pensamiento crítico, reflexivo y orientado a la solución de los conflictos sociales que puedan presentarse, así como lograr la eficiencia en la productividad y la economía.

Este programa educativo permite dotar a los participantes con las competencias requeridas para la Sociedad del Conocimiento. Pues, centra su contenido en el desarrollo de las habilidades y destrezas que fomentan la creatividad y el ingenio para la construcción de un nuevo modelo de país. Asimismo, es un programa educativo que se adapta con facilidad a toda institución universitaria, tanto pública como privada, puede dictarse de forma presencial (en laboratorios de Computación) o virtual. Y, puede plantearse como una cátedra libre u obligatoria.

Hacer proyecciones para el futuro implica prepararnos hoy. No obstante, esto requiere motivación, de ahí subyace el inicio del contenido de este programa, pues autogestionar el aprendizaje obliga hacerse un autoexamen y diagnosticar nuestros requerimientos.

Para finalizar, aunque se ha repetido otras veces, es totalmente cierto que la clave del éxito siempre será conocer nuestras debilidades, transformarlas en fortalezas y nuestras amenazas, procurar su evolución en oportunidades.

Referencias bibliográficas

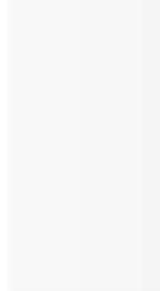
[1] Pasadas Ureña, C. “**Multialfabetización y redes sociales en la universidad**”. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, vol. 7 no.2, (2010), pp.17-27. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78016225017>

[2] Hobbs, R. “**Digital and Media Literacy: A Plan of Action**” The Aspen Institute. (2010). https://www.aspeninstitute.org/wp-content/uploads/2010/11/Digital_and_Media_Literacy.pdf

- [3] UNESCO. “**ALFIN: una experiencia de la alfabetización de adultos en una sociedad de transición**”. Perspectivas: revista trimestral de educación, Vol.1, (1976). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000018349_spa?posInSet=2&queryId=4f9127a5-eb7c-41db-9ef7-9c0fa0a32244
- [4] UNESCO. “**Alfabetización mediática e informacional: curriculum para profesores**”. Quito: Oficinas de la UNESCO. (2011). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216099>
- [5] Centro Nacional de Tecnologías de Información. “**Plan Nacional de Alfabetización Tecno-lógica**” (2014). <https://www.cnti.gob.ve/ti-libres-venezuela/sector-ti-venezolano/proyectos/formacion/programa-nacional-de-alfabetizacion-tecnologica.html>
- [6] Lau J. “**Directrices sobre desarrollo de habilidades informativas para el aprendizaje permanente.**” IFLA. (2019) <https://www.ifla.org/wp-content/uploads/2019/05/assets/information-literacy/publications/ifla-guidelines-es.pdf>
- [7] Díaz, F. y Hernández, G. “**Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una interpretación constructivista**”. 2a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, (2002). https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf
- [8] Churches, A. “**Bloom’s Taxonomy Blooms Digitally**”. ResearchGate, (2009). https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/churches-blooms-digital-taxonomy-v3_01.pdf
- [9] Ponce, M. “**La autogestión para el aprendizaje en estudiantes de ambientes mediados por tecnología**”. Diálogos sobre educación, Núm. 12(7), (2009). <https://doi.org/10.32870/dse.v0i12.258> <http://dialogossobreeducacion.cucsh.udg.mx/index.php/DSE/article/view/258>
- [10] Estrada, B., Echevarría I., y Echevarría, M. “**Competencias blandas para la autogestión del aprendizaje en la emergente educación electrónica**”. La educación en México en la nueva normalidad. Asociación Normalista de Docentes Investigadores. México, (2022). <https://unade.edu.mx/docs/libro-la-educacion-en-mexico-en-la-nueva-normalidad.pdf#page=38>
- [11] Gargallo, B., Pérez-Pérez, C., Garcia-Garcia, J., Giménez, J. A., y Portillo Poblador, N. “**La competencia aprender a aprender en la universidad: propuesta de modelo teórico**”. Educación XX1, 23(1), (2020). <https://doi.org/10.5944/educxx1.23367>
- [12] Pérez, E., y Reyes-Rodríguez, Y. “**Competencias Tecnológicas: Un Nuevo Modelo Pedagógico**”. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0, 11(2), (2021) <https://doi.org/10.37843/rted.v11i2.246>
- [13] Contreras, C. “**Métricas de un instrumento para evaluar la competencia informacional autopercebida por estudiantes universitarios**”. Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información, 37 (94), (2023). <http://rev-ib.unam.mx/ib/index.php/ib/issue/view/4490>
- [14] Ferrés, J. “**La competencia en comunicación audiovisual: dimensiones e indicadores**”. Comunicar, XV (29), 100-107, (2007). https://www.cac.cat/sites/default/files/2019-04/Q25_ferres2_ES.pdf
- [15] Canga, A. “**Competencia lingüística y su dimensión socio-cultural en el léxico disponible de estudiantes de inglés como lengua extranjera**”. La competencia lingüística en la comunicación: visiones multidisciplinares y transversalidad. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, (2019). <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/20912>
- [16] Zapata, F. y Rondán, V. “**La investigación - acción participativa: Guía conceptual y metodológica del Instituto de Montaña**”. Lima: Instituto de Montaña, (2016). <https://mountain.pe/recursos/attachments/article/168/Investigacion-Accion-Participativa-IAP-Zapata-y-Rondan.pdf>

Nota Especial

Artículo presentado en el Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Profesor. Área temática: Desarrollo institucional, regulatorios o normativos para la sociedad productiva: Elementos novedosos que deben incorporarse a raíz de la Sociedad 5.0.



Normas para la presentación de trabajos científicos

La **Revista Tecnocientífica URU** es una publicación arbitrada y de divulgación adscrita a la Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela. Es una revista de difusión científica, contentiva de artículos de investigación originales e inéditos en las áreas de Ingeniería Química, Civil, Eléctrica, Computación, Telecomunicaciones, Industrial, Producción Animal, Arquitectura y otras disciplinas directamente relacionadas con estas, de autoría individual o colectiva, que cumplan con las normas de publicación que se presenta a continuación:

ENVÍO DE TRABAJOS

Para enviar su trabajo a la Revista, los autores deben adjuntar una carta de cesión de derechos de autor debidamente firmada por todos los coautores. Este documento, disponible en nuestra página web: <https://revistas.fondoeditorial.uru.edu/index.php/tecnocientificauru/libraryFiles/downloadPublic/4>, certifica la originalidad del trabajo y otorga a la Revista los derechos exclusivos para su publicación. La carta debe presentarse en formato digital y enviarse junto con el manuscrito a la siguiente dirección de correo electrónico: tecnocientifica@uru.edu. O bien, puede entregarse en persona en la Dirección del Fondo Editorial (Edificio de Biblioteca, oficina B2-02). En caso de que el trabajo sea resultado de un Trabajo Especial de Grado y cuente con la recomendación de la Escuela correspondiente, esta última se encargará de gestionar el envío. Se recuerda a los autores la importancia de cumplir con todos los requisitos establecidos en las normas de publicación de la Revista.

IDIOMAS

1. Se reciben trabajos en el idioma español o inglés. En caso de trabajos escritos en idioma inglés se recomienda la revisión por un experto en esa lengua.

ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

2. La estructura de los artículos de investigación y las notas técnicas es la siguiente: Portada, resumen (en español e inglés), introducción, fundamentos teóricos (en caso que aplique), parte experimental, resultados, discusión de resultados, conclusiones, agradecimiento (en caso que aplique) y referencias bibliográficas.

3. La estructura de los trabajos indicados en los puntos 9 al 13 se recomienda que contenga como mínimo: Portada, resumen (en español e inglés), introducción, el cuerpo del trabajo, conclusiones, agradecimientos (en caso que aplique) y referencias bibliográficas, aunque también pueden tener la estructura IMRyD.

TÍTULOS, INTERLINEADO Y TIPO DE LETRA

4. Los trabajos científicos debe escribirse con el tipo de letra Times New Roman, tamaño 12 pts, y texto con alineación justificada. El título del trabajo debe ser de tamaño 16 pts con negritas y centrado y los títulos de las Figuras, Tablas y textos subordinados en tamaño 10 pts.

5. El nombre de cada sección se escribirá en negritas. Estos deberán estar centrados.

6. El nombre de las subsecciones se escribirá en negritas a la izquierda del texto y en mayúsculas y minúsculas.

7. El interlineado se debe realizar a doble espacio a excepción del resumen, agradecimiento y referencias bibliográficas que van a un espacio.

TIPO DE TRABAJOS

Se aceptarán para la publicación trabajos científicos y técnicos originales e inéditos. No se aceptan

PrePrint o material enviado a otro órgano de divulgación científica. Los trabajos se recibirán con una extensión de un máximo de veinte (20) páginas y en documento editable, escrito en MICROSOFT OFFICE WORD. Se consideran trabajos científicos los siguientes:

8. Artículos de investigación: son trabajos que plantean un resultado derivado de la aplicación y experimentación de un proceso investigativo en las áreas de conocimiento de la revista.

9. Artículos de actualización: son trabajos que resumen el “Estado del Arte” de las áreas de conocimiento de la revista.

10. Artículos de reflexión: son trabajos que tratan un tema específico de las áreas de conocimiento de la revista, desde una perspectiva analítica, interpretativa y crítica del autor, recurriendo principalmente a las fuentes originales.

11. Artículos de revisión: es un estudio pormenorizado, selectivo y crítico donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas, sobre una temática especializada de las áreas de conocimiento de la revista.

12. Artículos de discusión: son trabajos que presentan un debate de afirmaciones realizadas en artículos publicados en la revista.

13. Artículos de invitados especiales: son trabajos científicos sobre una temática de interés de la revista, donde un autor especializado ofrece su punto de vista, por tanto, requiere de una invitación para publicar.

14. Notas técnicas: son trabajos que reflejan las mejoras de un proceso en ingeniería, resultados de investigaciones derivadas del ejercicio profesional en la ingeniería y ciencias afines, con un máximo de ocho (8) páginas.

LA PORTADA DEL TRABAJO

Los trabajos deben presentar en la portada los siguientes datos:

15. Título del trabajo en español e inglés en letras mayúsculas y minúsculas, excepto cuando contiene siglas o acrónimos, en cuyo caso se escriben en mayúsculas.

16. Nombre(s) del autor(s), hasta un máximo de seis (6) autores. Cada autor debe declarar su respectiva adscripción institucional, ciudad, país, correo electrónico y código ORCID.

17. Resumen del trabajo en español e inglés (abstract) con un máximo de doscientas (200) palabras, sin sangría, escrito en un solo párrafo que contenga de forma breve los siguientes aspectos: objetivo general, metodología empleada, resultados más relevantes y una conclusión global.

18. Palabras clave en español e inglés (Key words) con un máximo de cinco (05) palabras.

CITAS, REFERENCIAS, TABLAS, ECUACIONES Y FIGURAS

19. Se reciben trabajos en el idioma español o inglés. En caso de trabajos escritos en idioma inglés se recomienda la revisión por un experto en esa lengua.

20. La estructura de los artículos de investigación y las notas técnicas es la siguiente: Portada, resumen (en español e inglés), introducción, fundamentos teóricos (en caso que aplique), parte experimental, resultados, discusión de resultados, conclusiones, agradecimiento (en caso que aplique) y referencias bibliográficas. La estructura de los trabajos indicados en los puntos 9 al 13 se recomienda que contenga como mínimo: Portada, resumen (en español e inglés), introducción, el cuerpo del trabajo, conclusiones, agradecimientos (en caso que aplique) y referencias bibliográficas, aunque también pueden emplearse la estructura IMRyD.

21. El nombre de cada sección se escribirá en negritas. Estos deberán estar centrados.

22. El nombre de las subsecciones se escribirá en negritas a la izquierda del texto y en mayúsculas y minúsculas.

23. El interlineado se debe realizar a doble espacio a excepción del resumen, agradecimiento y referencias bibliográficas que van a un espacio.

24. Las fotografías, mapas, diagramas, flujogramas y gráficos e imágenes deben denominarse como Figura y numeradas con números arábigos, incluir un título y leyenda (si aplica). Y, además, deben mencionarse dentro del texto correspondiente. En caso, que la Figura no pertenezca al autor o autores, se debe incluir la fuente de la misma entre corchetes al final del título de la Figura. Ejemplo:

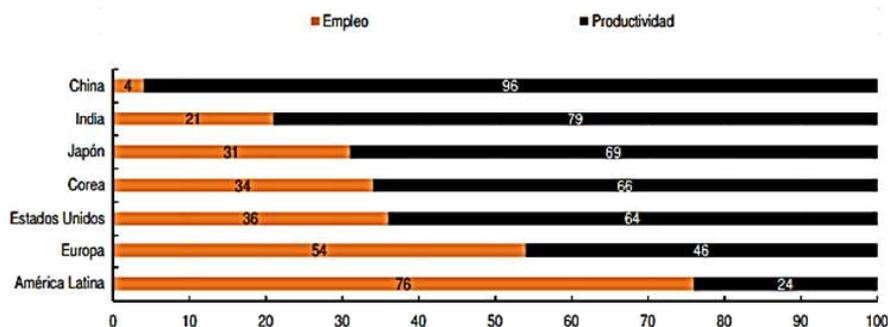


Figura 1. Contribución del empleo y la productividad al crecimiento del PIB en países y regiones seleccionados, 2000-19 [12].

25. Los cuadros y tablas deben denominarse como Tabla, numeradas con números arábigos, incluir un título y leyenda (si aplica). Y, además, deben mencionarse dentro del texto correspondiente. En caso que la Tabla no pertenezca al autor o autores, se debe incluir la fuente de la misma entre corchetes al final del título de la Tabla. Ejemplo:

Tabla 1. Datos de entrada para la simulación del proceso

Equipo	Parámetros		
Reactor de RWGS	$T_{ent} = 1223$ K, adiabático	$H_2/CO_2 = 3$	$P = 2500$ KPa
Reactor de FT	$T_{ent} = 488$ K	Relación de Ribblett = 0.5	$P = 2460$ KPa
ATR	$T_{ent} = 1073$ K, adiabático		$P = 2330$ KPa

26. Las fotografías, mapas, diagramas, flujogramas y gráficos e imágenes incluidas en el trabajo científico se anexarán al envío por separado con excelente calidad con resolución de 240-300 ppp y en formato JPG.

27. Las fotografías, mapas, diagramas, flujogramas y gráficos e imágenes de todo tipo y forma deben estar a color o en su defecto a blanco y negro, bien contrastadas y brillantes, de un ancho máximo de 12,5 cm.

28. Todos los símbolos matemáticos deben estar escritos en forma clara y legible, con los subíndices y superíndices ubicados correctamente en la matriz o ecuación.

29. Deben enumerarse todas las ecuaciones matemáticas en forma consecutiva con números arábigos entre paréntesis y ubicados en el margen derecho. Ejemplo:



30. Las citas dentro del documento se escriben con el apellido de sus autores, seguido con un número entre corchetes que corresponde a la referencia bibliográfica y, en caso que aplique, se debe agregar el número de página de la cita. Para el caso, de tres o más autores, se agrega al primer autor y, luego, se escribe la expresión et al. En cursiva. Ejemplo:

Para citas no textuales: García [1]. Para citas textuales: Moreno [3, Pág. 19-24] o para ambos tipos de citas se ubica el número de la referencia sin colocar autor [1], o [3, Pág. 19-24]. Para tres o más autores en la cita se emplea: Nishimoto et al. [2].

31. Las referencias bibliográficas deben registrarse con un número entre corchetes, autor(es) personal(es) o corporativo(s). Si tiene varios autores, se registran todos y cada uno separándolos con una coma. Los autores se escriben con apellido e inicial del nombre con mayúsculas y minúsculas. Se deben registrar en la sección de referencias bibliográficas según su orden de aparición en el desarrollo del trabajo. Ejemplo:

[1]. Izquierdo, J.

[2]. De la Plaza, Ma. A., Troitiño, Ma. D.

[3] Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

32. Las referencias bibliográficas de libros deben registrarse con un número entre corchetes, autor(es), título de la publicación entre comillas, edición, país, editorial, año de publicación entre paréntesis. Se debe registrar el URL o DOI en caso de material electrónico o digital.

33. Para capítulos de libros debe registrarse un número entre corchetes, autor(es) del capítulo, título del capítulo entre comillas, título del libro, edición, país, editorial, año de publicación entre paréntesis. Se debe registrar el URL o DOI en caso de material electrónico o digital. Ejemplo:

[1] Hurtado, J. “**Metodología de la investigación Holística**”. 4ta edición. Caracas, Fundación Sypal, (2010).

[2] Nouredine, A. “**FTIR Microspectroscopy : Selected Emerging Applications**”. New York, Springer, (2021). [DOI: 10.1007/978-3-030-84426-4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-84426-4) doi

[3] Jumbo G. W., Í. “**La tecnoética al cuidado del ambiente en la Revolución Industrial 4.0.**” Filosofía, tecnociencia e industria 4.0: una mirada desde el medioambiente. Quito: Editorial Abya-Yala, (2021). <https://books.scielo.org/id/fdkvy/pdf/jumbo-9789978106778-04.pdf>

34. Las referencias bibliográficas de artículos de revistas o separatas deben contener un número entre corchetes, autor(es), título de la publicación entre comillas, título de la revista, volumen (Vol.), número (No.), año de publicación entre paréntesis, número de páginas de inicio y final de la publicación y DOI o URL en caso de material electrónico o digital. Ejemplo:

[1] Marín, J., García, C., Alaña, J., Martínez, K., & Faría, J. “**Modelo de Nernst-Planck aplicado a la cinética de Intercambio Iónico del sistema PO4-3-Cl- en leche**”. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia, Vol. 30, No. 3, 236-243. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702007000300005&lng=es&tlng=es

35. Las referencias bibliográficas de normativas deben contener organismo, centro o institución responsable de la norma, título, edición (si aplica), datos de aprobación, ciudad, país, editorial, año de publicación. URL en caso de material electrónico o digital. Ejemplo:

[1] Comisión Venezolana de Normas Industriales. **COVENIN 1753-2006: Proyecto y construcción de obras de concreto estructural. Comité Técnico de Normalización CT-03: Obras civiles, Subcomité Técnico SC-1: Edificaciones en su reunión No. 04-06 de fecha 30-08-2006.** Caracas, Venezuela. Fondonorma, (2006).

36. Las referencias bibliográficas de estándares o patentes debe contener autor, título de la patente entre comillas, número, ciudad, país, mes, día, año de emisión de la patente. URL, en caso de material electrónico o digital. Ejemplo:

[1] Weibull, G. **Continuous Process for preparing Monoalkanolamines from Ammonia and Alkylene Oxides.** Ornskoldsvik, Suecia: Mo och Aktiebolag. Patente: SE: 3,697, 598. (1968).

37. Las referencias bibliográficas de catálogos deberá contener nombre del producto, empresa, ciudad, país, URL del producto. Ejemplo:

[1] **Motor trifásico NEMA Siemens 1LE2225-1AB21-4AA3-Z D05, GSL Industrias**, Nuevo León, México. <https://industriassgsl.com/collections/motores/products/motor-trifasico-nema-siemens-1le2225-1ab21-4aa3-z-d05>

38. Las referencias bibliográficas sobre informes técnicos deben contener autor (es) o entidad responsable, título del informe, nombre de la empresa, sede la empresa, tipo de informe, número de informe, año de publicación. Ejemplo:

[1] Villalobos, K. **“Informe Técnico de mantenimiento de caldero”**, Compañía Gaseosas Nature, Maracaibo, Venezuela. (1997).

39. Las referencias bibliográficas de aplicaciones debe contener nombre de la empresa, nombre del producto (versión), descripción del producto entre corchetes y medio de difusión, fecha de creación, URL. Ejemplo:

[1] Sage AI. **ChatGPT - Chat GPT AI CHAT (Beta)** [Aplicación móvil]. Google Play. (2022). https://play.google.com/store/apps/details?id=ai.chat.gpt.app&hl=es_VE&gl=US

40. En todas las referencias bibliográficas utilizadas y disponibles en la Internet (libros, artículos de revistas, monografías, tesis, entre otros) se coloca la descripción de la fuente como se muestra en los puntos anteriores y posteriormente se añade el DOI o URL de la publicación al final de la referencia.

41. En los trabajos deben emplearse el Sistema Internacional de Unidades para identificar cualquier magnitud medible de interés en la investigación: metro (m), kilogramos (Kg), Segundo (s), entre otras. Se recomienda consultar el National Institute of Standards & Technology. Guide for the Use of the International System of Units (SI) en <https://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>

ARBITRAJE

42. El trabajo científico es recibido por el Editor(a) principal, quien evaluará su contenido en función de las normas para los autores (Temática y Pertinencia con las áreas de la revista) luego, será enviado al Comité Editorial para su revisión y asignación de tres árbitros.

43. El método de arbitraje que sigue la revista es de evaluación por pares de tipo “doble ciego”, que, consiste en que, tanto los árbitros como los autores desconocen sus respectivas identidades. Este método se aplica para todos los tipos de trabajos postulados.

44. Los trabajos científicos serán evaluados de acuerdo a los siguientes criterios: claridad, originalidad del contenido, aportes al campo de conocimiento, coherencia del discurso, adecuada organización interna, calidad de las referencias bibliográficas, adecuada elaboración del resumen y pertinencia del título.

45. En caso de recibir observaciones por parte de los árbitros, estas serán enviadas al autor para su corrección. Después de realizar las correcciones, el autor devolverá la versión corregida al correo electrónico indicado para el envío. El trabajo científico será nuevamente revisado por el Comité Editorial.

46. Una vez que el trabajo haya recibido la aprobación por parte de los árbitros y el Comité editorial, se llevarán a cabo correcciones de pruebas, para lo cual se enviará a los autores para su revisión final.

47. Cuando el trabajo científico es aceptado para la publicación, los autores serán informados acerca del número y año de publicación de su trabajo. Si, es rechazado, los autores podrán remitir al Editor(a) Jefe una comunicación exponiendo argumentos a favor de su artículo. El Comité Editorial considerará las acciones a tomar.

48. Cada autor del artículo publicado recibirá una (1) separatas digital en sus respectivos correos electrónicos junto a la constancia de publicación en la revista.

DIRECTRICES ÉTICA

49. *Trabajos Originales e Inéditos.* Los trabajos enviados a la Revista Tecnocientífica URU deben ser originales e inéditos. Esto significa que no deben haber sido publicados previamente en ningún medio (impreso, digital, congresos, conferencias o sitios web) ni estar siendo evaluados para su publicación en otra revista.

50. *El plagio y las similitudes en los trabajos.* La originalidad de los trabajos es responsabilidad exclusiva de los autores. Cualquier evidencia de plagio y similitudes con trabajos ya publicados resultará en el rechazo inmediato del manuscrito.

Los autores deben asegurarse de los siguientes aspectos:

- Citas y referencias correctamente formateadas y sigan las normas editoriales de la Revista.
- Incluir las referencias de todas las fuentes utilizadas en el trabajo.
- Parafrasear o citar correctamente las ideas y textos de otras fuentes.
- Evitar el plagio en todas sus formas.

El Comité Editorial se reserva el derecho de realizar revisiones adicionales para garantizar la originalidad de los trabajos, incluso tras superar los controles de plagio. Estas revisiones incluyen la evaluación exhaustiva de las referencias bibliográficas y la conformidad con las normas editoriales.

Si el Comité Editorial determina que el trabajo no cumple con los estándares de originalidad o calidad de la Revista, los autores serán notificados y el manuscrito será rechazado.

51. *Adherencia a las recomendaciones del Comité de Ética de Publicaciones (COPE).* Los autores y editores de la Revista Tecnocientífica URU deben cumplir con las recomendaciones establecidas en el Comité de Ética de la Publicación (COPE), disponibles en: Las “Guidelines” del Committee on Publication Ethics (COPE).

52. *Investigaciones con experimentos.* Las investigaciones que involucran a seres humanos, animales de experimentación, organismos modificados genéticamente (OMG), agentes biológicos peligrosos y organismos exóticos, los autores deben declarar haber cumplido con el Código de Bioética y Bioseguridad (2008) del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y Tecnología, 3era edición, Parte I y II, disponible en el siguiente enlace: <http://fisica.ciens.ucv.ve/postfismed/normas/cbbconicit.html>

CONSIDERACIONES FINALES

53. Los conceptos u opiniones emitidos en los artículos, serán de exclusiva responsabilidad de los autores.

54. Los autores conservarán sus derechos morales y se hará una difusión de los artículos bajo una licencia Creative Commons.

55. El Comité Editorial se reserva el derecho de los arreglos de estilo que considere conveniente.

56. Bajo ninguna circunstancia, la revista devolverá los originales de los artículos enviados a la revista.

57. Lo no previsto en las presentes normas será resuelto por el Comité Editorial.

Revista Tecnocientífica URU
Número 25, 2023
Maracaibo - Venezuela
Fondo Editorial Universidad Rafael Urdaneta