

MÁRGENES

Revista multitemática de desarrollo local y sostenibilidad

CUBA

ISSN: 2664-2190

RNPS: 2460

Mayo - Agosto / 2020

Vol. 8 No. 2





CONSEJO EDITORIAL

Director (a)

Dra. C. Katia Caraballosa Granado

Editor (a) Científico

MSc. Laura María Pérez de Valdivia

Correctores (a) de Estilo

MSc. Liliam Juana Monteagudo García

Traducción y Redacción en Inglés

Lic. Jani Yaquelin Perdomo Garcés

Diseñador

MSc. Yorján Ruiz Torres

Webmáster

MSc. Yamila Milagros Antúnez Pérez

MSc. Yusely Pérez García

CONTENIDOS

EDITORIAL

DISEÑO DE UN FILTRO PARA LA REDUCCIÓN DE H₂S PRESENTE EN UNA CORRIENTE DE BIOGÁS

Lilyana Carbonell Sorí, Dra. C Lisbet Mailín López González, MSc. Félix Orestes Hermida García

.....8

METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TELEMANDO EN LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SANCTI SPIRITUS 1

Ing. Daniel Enrique Yero Gómez, Ing. Roberto Vera Montero, Dra. C. Marta Bravo de las Casas

.....26

DIMENSIONAMIENTO SOLAR FOTOVOLTAICO Y CALCULO DE HUELLA DE CARBONO DE LA UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS

MSc. Yudelkys Ponce Valdés, MSc. Yenima Martínez Castro, MSc. Dayned Rega Armas

.....39

PROGRAMA DE EDUCACIÓN STEM PARA EL SISTEMA EDUCATIVO DE ANGOLA

Lic. Junilson Yaba, Dra. C Anna Lidia Beltrán Marín, Dr. C Carlos Sebrango Rodríguez

.....61

ACCIONES PARA LA ATENCIÓN A ESTUDIANTES CON TALENTO EN MATEMÁTICA

MSc. Lissette Rodríguez Rivero, Dr. C Andel Pérez González, Dailanis de la Caridad Díaz Hernández

.....73

PAPEL DE LA BIOMASA EN LA MATRIZ ENERGÉTICA RENOVABLE. ESTUDIO DE CASO EN SANCTI SPÍRITUS

Dr. C. Ing. Osvaldo Romero Romero, Dr. C. Katia Caraballosa Granado, Dr. Michael Hartmann

.....93

LA EDUCACIÓN EN VALORES DESDE LA EDUCACIÓN SUPERIOR. FUNDAMENTO ESTRATÉGICO DE LA REVOLUCIÓN CUBANA

MSc. José Manuel Castillo González, Lic. Carlos Alberto Rodríguez Quintana, Lic. Norberto Pérez Lara

.....115

REFLEXIONES TEÓRICAS SOBRE LA ENSEÑANZA BASADA EN PROYECTOS

MSc. Amilkar Faíldes López, Dr. C. Joaquín de Jesús Obregón Luna

.....134

Editorial

Sin lugar a dudas este 2020 será inolvidable por todo el impacto devastador que ha traído consigo la pandemia del Coronavirus, paralizando más de 140 países en el globo terráqueo, en el que se acumulan hasta julio, más de 12 millones de casos de coronavirus (SARS-CoV-2) y 560 000 muertes en todo el mundo, encabezando esta triste lista Estados Unidos con más de 135 500 decesos, seguido de Brasil con más de 69 300, según datos referidos en el sitio <https://es.statista.com/estadisticas/1095779/numero-de-muertes-causadas-por-el-coronavirus-de-wuhan-por-pais/>.

El Observatorio mundial de la salud de la Organización Mundial para la Salud (OMS) (https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/es/) hace referencia al significado y origen de la enfermedad, sus implicaciones negativas, tratamiento, enfrentamiento y otros datos e información de interés al público lector, referidos y difundidos en la prensa nacional cubana. Es importante destacar que el director general de la OMS, Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, anunció en julio de 2020 que “incluso durante la lucha contra esta pandemia, debemos prepararnos para futuros brotes que puedan afectar a todo el planeta y a las numerosas dificultades que enfrentamos, como la resistencia a los antimicrobianos, la desigualdad y la crisis climática”.

Según el Banco Mundial, la economía mundial se reducirá a un 5,2% este año, ello hace que se hunda la economía mundial en la peor recesión desde la Segunda Guerra Mundial, y la primera desde 1870 en que tantas economías experimentarían una disminución del producto per cápita. Por su parte, en la región de las Américas y el Caribe se espera que el producto interno bruto (PIB) regional disminuya más que el promedio mundial, un 7,2% aunque con matices entre las diferentes economías. Según el sitio de Statista, las perspectivas de crecimiento de Perú, Brasil y México son las más perjudicadas por esta crisis mundial.

En tanto, Cuba con 11 338 138 habitantes tiene una tasa de pacientes confirmados por coronavirus, hasta julio de 2020, de 2 403 personas confirmadas, lo que representa el 21,19 por cada 100 mil habitantes, hasta el momento con 86 fallecidos según datos ofrecidos en <https://datosmacro.expansion.com/otros/coronavirus/cuba>.

En el escenario cubano, a sabiendas que es un país del tercer mundo y con un bloqueo económico impuesto por Estados Unidos por más de 60 años consecutivos, ha trabajado sin descanso alguno ante el enfrentamiento a la pandemia por más de cuatro meses, alertando cada día a la población cubana por todos los medios de difusión masiva y priorizando la salud de sus ciudadanos.

La mayor de las Antillas, aprobó desde enero de 2020 el Plan Nacional de Enfrentamiento a la COVID-19 que involucra a organismos y organizaciones sociales y comunitarias, creó además el Grupo Temporal Nacional, presidido por el presidente de la República, Miguel Díaz Canel-Bermúdez, y el Grupo Técnico para el análisis e implementación de las medidas sanitarias creado por el Ministerio de Salud Pública, con la evaluación diaria y la propuesta sistemática de nuevas acciones al Grupo Temporal Nacional. Además, como parte de la gestión de la ciencia fue conformado un Comité de Innovación con varios grupos de expertos que cada semana se reúne con la máxima dirección del país. El gobierno refuerza las medidas para el enfrentamiento a esta pandemia e incrementa las medidas de distanciamiento social, cuyos efectos han sido representados con la máxima puntuación en el índice Oxford, según se hace referencia en <https://salud.msp.gob.cu/ministro-de-salud-sera-necesario-estar-mas-unidos-ser-mas-solidarios-modestos-y-altruista>

Cada día es mayor el número de altas que de nuevos infectados, según sugieren varios estudios basados en herramientas matemáticas, del grupo de investigación de NECSI, institución de investigación estadounidense independiente que integra expertos dedicados al avance de la analítica, formado por profesores y científicos de importantes universidades estadounidenses como MIT, Harvard, Brandeis, y otras. El estudio revela que si bien Cuba ha sido ubicada entre los países que están venciendo a la COVID 19, sus autoridades siguen tomando medidas restrictivas más severas en los últimos días, con el interés de que la curva no se dispare y evitar colocarse directamente en la lista de países que necesitan atención urgente, por los rebrotes que ya se han producido en algunas naciones, así refiere el sitio oficial <https://www.mes.gob.cu/es/noticias/cuba-entre-los-paises-que-mejor-han-manejado-la-pandemia-dice-investigacion-de> .

En tiempos de Covid-19, Cuba con el Contingente Internacional de Médicos Especializados en el Enfrentamiento de Desastres y Graves Epidemias “Henry Reeve”, ha extendido su labor solidaria ante dicha enfermedad por varios países

como Italia, Azerbayan, etc. quienes reconocen la labor extraordinaria y altruista de los médicos cubanos, los cuales combatieron y ayudaron a miles de personas lejos de su patria.

El Dr. Tedros refiere que “La COVID-19 nos ha quitado mucho pero nos está dando la oportunidad de romper con el pasado y reconstruir mejor”.

Con este breve comentario de lo sucedido a nivel mundial, bajo las condiciones impuestas por el Sarv Cov 2, dejamos a su criterio estas interesantes contribuciones en diversas áreas del conocimiento en los que nuestros contribuyentes no han dejado de investigar durante su obligado aislamiento social:

- Diseño de un filtro para la reducción de H₂S presente en una corriente de biogás
- Metodología para la implementación del telemando en la subestación eléctrica Sancti Spiritus 1
- Dimensionamiento solar fotovoltaico y calculo de huella de carbono de la Universidad de Sancti Spíritus
- Programa de educación STEM para el sistema educativo de Angola
- Acciones para la atención a estudiantes con talento en Matemática
- Papel de la biomasa en la matriz energética renovable. Estudio de caso en Sancti Spíritus.
- La educación en valores desde la educación superior. Fundamento estratégico de la revolución cubana.
- Reflexiones teóricas sobre la enseñanza basada en proyectos

Muchas Gracias

Dr. C. Katia Carballoso Granado
Directora de la revista Márgenes

¿Cómo citar este artículo?

Carbonell Sorí, L., López González, L. M., & Hermida García O. (mayo-agosto, 2020). Diseño de un filtro para la reducción de H₂S presente en una corriente de biogás. Revista *Márgenes*, 8(2), 1-20.

Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/>

TÍTULO: DISEÑO DE UN FILTRO PARA LA REDUCCIÓN DE H₂S PRESENTE EN UNA CORRIENTE DE BIOGÁS

TITLE: THE DESIGN OF A FILTER FOR THE REDUCTION OF H₂S IN A BIOGAS STREAM

Autores: Ing. Lilyana Carbonell-Sorí¹, Dra. C Lisbet Mailín López-González², MSc. Félix Orestes Hermida-García³

¹ Ingeniera Química. Adiestrada. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI), Sancti Spíritus, Cuba. [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8252-8452](https://orcid.org/0000-0002-8252-8452)
Correo electrónico: lcarbonell@uniss.edu.cu

² Ingeniera Química. Doctora en Ciencias Técnicas. Profesora Titular. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI), Sancti Spíritus. Cuba. [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2362-5703](https://orcid.org/0000-0002-2362-5703)
Correo electrónico: lisbet@uniss.edu.cu

³ Ingeniero Químico. Máster en Eficiencia Energética. Profesor Auxiliar. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI), Sancti Spíritus. Cuba. [ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7645-5947](https://orcid.org/0000-0002-7645-5947)
Correo electrónico: fhermida@uniss.edu.cu

RESUMEN

El biogás es una de las energías renovables más accesible, dada la facilidad de su obtención. Su uso para la generación de electricidad y la cocción de alimentos, es una alternativa viable al desarrollo energético sostenible. El presente trabajo se lleva a cabo con el objetivo de diseñar un filtro con carbón activado a escala de laboratorio, capaz de reducir las concentraciones hasta 10 ppm de sulfuro de hidrógeno en corrientes de biogás provenientes de residuales ganaderos, de manera que, si este brinda buenos resultados, pueda ser utilizado en un futuro no muy lejano, para la cocción de alimentos como uso final. Los métodos empleados para el diseño incluyeron las propiedades del material adsorbente, las características del biogás y los principales parámetros de diseño para torres de carbón activado. El filtro propuesto posee un volumen de 0,0183 m³ (18,3 L) para manejar un flujo

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

máximo de biogás de 20 m³/d, lo cual provocó un valor de pérdidas por caída de presión del fluido a través del lecho, de 0,0597 Pa. El resultado alcanzado fue satisfactorio, pues se obtuvo un biogás con las características adecuadas para su uso final.

Palabras clave: adsorción; carbón activado; filtros.

ABSTRACT

The path towards a development based on sustainable energy has increasingly maximized the use of renewable energy sources like biogas for the generation of electricity and for cooking food. Biogas composition mainly consists of methane (40-75%), carbon dioxide (15-60%) and trace elements such as water vapor, hydrogen sulfide, ammonia, carbon monoxide and other organic volatile compounds. The analyzed biogas is intended to be used for cooking food, for which the concentration of hydrogen sulfide was reduced to 10 ppm, an established parameter to prevent corrosion in kitchen stoves and avoid damage to human health. Currently, various technological advancements have been developed for the removal of this compound from biogas streams, among which adsorption filters with activated carbon can be mentioned. In this article, a filter was designed to reduce the H₂S concentration in a biogas stream from livestock waste. The applied methods included the properties of the adsorbent material, the characteristics of the biogas and the main parameters for the design of activated carbon towers. The proposed filter has a volume of 0.0183 m³ (18.3 L) to handle a maximum flow of biogas of 20 m³ / d, which caused a loss of 0,0597 Pa due to a drop in the fluid pressure through the bed. The design's result was satisfactory, since a biogas was obtained with the appropriate characteristics for its final use.

Keywords: adsorption; activated carbon; filters.

INTRODUCCIÓN

El camino hacia el desarrollo energético sostenible ha permitido ampliar cada vez más, el empleo de fuentes de energía renovables para la generación de electricidad y para la cocción de alimentos. En Cuba, en el año 1993, se aprobó el Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, con el cual se ha incentivado la generación y aprovechamiento del

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

biogás, llamado a convertirse en una fuente energética de primera importancia Ortega et al. (2015).

Merino (2017, pp.1-101) plantea:

Que el biogás es un producto de la digestión anaerobia de desechos orgánicos, su composición consiste principalmente en metano (40-75%), dióxido de carbono (15-60%) y componentes traza como vapor de agua, sulfuro de hidrógeno (H_2S), amoníaco, monóxido de carbono y otros compuestos volátiles orgánicos (COV's).

Según Tacuri (2015) y Varnero et al. (2012), el sulfuro de hidrógeno (H_2S) es uno de los únicos compuestos dentro del biogás que es altamente recomendable eliminar, indiferentemente de su uso, debido a que es un gas extremadamente tóxico e irritante, produce inconsciencia en los seres humanos, conjuntivitis, dolor de cabeza, entre otros. Además, puede causar daños internos en generadores eléctricos, microturbinas y demás equipos donde se utilice biogás.

En Cuba existen muchas instalaciones donde se genera una gran cantidad de residuales agrícolas y ganaderos, los cuales son fuentes de materia prima para la producción de biogás, sin embargo, presentan altos contenidos de sulfuro de hidrógeno. Esto está corroborado por Fernández (2014) quien indicó un contenido de H_2S entre 100 y 7000 ppm en el biogás producido en biodigestores alimentados con residuos agrícolas y ganaderos. En este rango también se encuentra el 0,1% (1000 ppm) reportado por (Araujo et al., 2015).

Uno de los usos más frecuentes que está teniendo el biogás en la actualidad es para la cocción de alimentos. Para ello es importante la remoción previa del H_2S , ya que según (Rincón et al., 2015) el biogás que se utiliza para esta finalidad, admite una concentración máxima permisible de 10 ppm, pues es el valor tolerado por estufas de cocina para evitar su corrosión.

Según lo abordado anteriormente, sería útil el diseño de un método a escala de laboratorio, capaz de reducir las concentraciones hasta 10 ppm de sulfuro de hidrógeno en corrientes de biogás provenientes de residuales ganaderos, de manera que, si este brinda buenos

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

resultados, pueda ser empleada en un futuro no muy lejano para la cocción de alimentos como uso final.

Entre las diversas tecnologías que se han desarrollado para la remoción de sulfuro de hidrógeno se encuentran las basadas en la adsorción. Estos procesos involucran la transferencia de un componente en la corriente de biogás a la superficie de un material sólido donde se concentra, principalmente, como resultado de fuerzas físicas de tipo Van der Waals. Los materiales adsorbentes que se utilizan habitualmente son carbón activado, gel de sílica, alúmina o zeolitas. Estos materiales se caracterizan por tener una alta superficie específica. En el caso de la etapa de adsorción, se hace recircular la alimentación por el lecho de adsorbente que adsorbe uno o varios componentes de la mezcla a separar, ya sea porque se trate del adsorbato de interés o bien porque se trate de una impureza que se desea eliminar, dejando pasar el resto de componentes de la mezcla. Cuando el lecho alcanza su capacidad máxima de adsorción, la alimentación se envía a otro lecho fresco mientras se procede a la regeneración del primer lecho saturado (Álvarez, 2016)

El carbón activado supone una inversión de capital y alto costo de operación tanto funcionando en sistema a batch como en continuo, principalmente debido a la necesidad de regeneración. La regeneración del adsorbente consumido es la parte más difícil y cara de la tecnología de adsorción. Conlleva aproximadamente el 75% del costo de operación y mantenimiento de una unidad de filtración en carbón activado granular de lecho fijo (Ures et al. 2014).

La viabilidad económica de la aplicación del carbón activado depende de la existencia de un medio eficaz para su regeneración y recuperación, una vez agotada su capacidad de adsorción. El carbón activo granular se regenera fácilmente por oxidación de la materia orgánica y su posterior eliminación de la superficie del carbón en un horno. En este proceso se destruye parte del carbón, entre un 5 y un 10%, y es necesario reemplazarlo por carbón nuevo o virgen. Es conveniente aclarar que la capacidad de adsorción del carbón regenerado es ligeramente inferior a la del carbón virgen. (Montoya-Delgado y Matute-Sánchez, 2015)

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Por este motivo, es necesario realizar un estudio en el laboratorio sobre el tiempo de agotamiento del carbón activado como material adsorbente, de manera que este pueda ser renovado cada vez que lo requiera o reactivado de ser posible, y de esta forma el filtro cumpla con su función de manera eficaz. También es recomendable desarrollar esta misma tecnología para el diseño de un filtro con carbón de madera obtenido del marabú, que por un lado permita reducir los costos de mantenimiento, y por el otro, contribuya a la disminución de esta planta invasora e indeseable de los campos cubanos; aunque para ello es esencial su caracterización previa.

El objetivo del presente artículo es diseñar un filtro para la reducción de la concentración de H₂S en una corriente de biogás proveniente de residuales ganaderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el diseño de un filtro de carbón activado se siguió la metodología utilizada por Víquez (2018) y Rosabal Vega y Valle Matos (2006), donde se tuvieron en cuenta las características del carbón activado utilizado y del biogás que se pretende filtrar. Para el cálculo de sus principales parámetros se empleó una Hoja de Excel.

Bases para el diseño

El biogás que se empleó para el diseño tiene un flujo de 20 m³/día, presión 131,7 kPa y temperatura 302,15 K y sus principales características fueron obtenidas a partir de un análisis bibliográfico, donde se tomaron las siguientes consideraciones:

- La concentración de H₂S a la entrada fue la reportada por (Araujo et al., 2015), la cual está dentro de los intervalos reportados por Fernández (2014) para el biogás producido en biodigestores alimentados con residuales ganaderos.
- El valor del resto de los componentes del biogás fueron el resultado del promedio entre los valores límites de cada uno de ellos, reportados para residuales agrícolas y ganaderos (Fernández, 2014).
- La densidad del biogás ρ (kg/m³) fue determinada teniendo en cuenta las condiciones de temperatura y presión de entrada, a partir de la ecuación de Clapeyron, suponiendo comportamiento ideal: $\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$ (Ec. 1)

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Donde T (K) y P (kPa) corresponden a temperatura y presión en condiciones reales, M es la masa molar del biogás (kg/mol) y R la constante de los gases ($\text{m}^3\text{Pa/molK}$).

Las tablas 1 y 2 recogen estos datos.

Tabla 1. Datos de partida del biogás de residuales ganaderos

Parámetros		Referencias
Flujo de biogás a la entrada Q_b (m^3/d)	20	
Presión a la entrada P (kPa)	131,7	
Temperatura a la entrada T (K)	302,15	
Masa molar M_b (kg/mol)	0,0265	Espinal et al. (2016)
Densidad real ρ_{rb} (kg/m^3)	1,39	
Viscosidad μ_b (kg/ms)	$1,28 \cdot 10^{-5}$	Hernán (2017)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Composición del biogás

Componentes		Referencias
Concentración de CH_4 (%)	65	Fernández (2014)
Concentración de CO_2 (%)	40	
Concentración de N_2 (%)	0,5	
Concentración de O_2 (%)	0,5	
Concentración de H_2 (%)	1	
Concentración de CO (%)	0,5	
Concentración del H_2S a la entrada X_{ent} (ppm)	1 000	Araujo et al. (2015)
Concentración del H_2S a la salida X_{sal} (ppm)	10	Rincón et al. (2015)
Concentración del H_2S a eliminar X_e (ppm)	990	

Fuente: Adaptado de Fernández (2014)

El carbón activado presenta una eficiencia de adsorción (E_c) de 100 g H_2S /kg carbón según Díaz (2018). En este caso el adsorbente que se empleará en el filtro es el carbón activado

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

industrial Calgon BPL. Las principales propiedades se recogen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 3. Propiedades del carbón Calgon BPL

Calgon BPL		Referencias
Densidad aparente ρ_{ac} (kg/m ³)	450	Fernández (2014)
Densidad real ρ_{rc} (kg/m ³)	2 100	
Diámetro de partícula D_p (m)	$4 \cdot 10^{-3}$	Sevillano et al. (2013)

Fuente: Elaboración propia

El diámetro de partícula seleccionado fue de 4 mm en forma de pellets, los cuales suelen ser cilíndricos debido a que normalmente se producen por extrusión. El porqué de esta selección es que mientras menores son las partículas de carbón, trabajan con una rapidez sustancialmente mayor, aunque también causan una mayor caída de presión. Lo primero se debe a que se acorta y se facilita el acceso del adsorbato a la superficie interna del carbón. Este autor también plantea que la principal ventaja de los pellets consiste en que causan una menor caída de presión que los carbones granulares, lo que los hace muy útiles en la purificación de aire y otros gases en los que existe una baja presión disponible. Según lo que se plantea en ese artículo, comercialmente se encuentran en diámetros de 0,8 a 5 mm, siendo el de 4 mm el más común (Sevillano et al., 2013).

Cálculo de los parámetros de diseño del filtro

Para el diseño del filtro se siguieron dos metodologías: la expuesta por Rosabal Vega y Valle Matos (2006) en el capítulo 4 sobre flujo a través de medios porosos, y la presentada por Viquez (2018) en la revista *RedBioLac*.

Se partió de la estimación de la cantidad de H₂S a eliminar q_{H_2S} (kg/h):

$$q_{H_2S} = Q_b \cdot X_e \quad (\text{Ec. 2})$$

Siendo Q_b el flujo de biogás a la entrada (m³/h) y X_e Concentración del H₂S a eliminar (kg/m³)
Luego se estimó la cantidad de carbón requerido W_c (kg) para remover el H₂S calculado en la ecuación 2:

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

$$W_c = \frac{q_{H_2S}}{E_c} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde E_c es la eficiencia del carbono (kg H_2S /kg carbón)

Para el caso de la determinación del volumen real del biogás dentro del relleno V_b (m^3), se calculó primeramente el volumen de la cama V_c (m^3), que corresponde al volumen que ocupa la cantidad de carbón determinado en la ecuación 3. En el cálculo se tuvo en cuenta la porosidad del carbón ε , pues el biogás solo se conduce por el espacio poroso del mismo.

$$V_c = \frac{W_c}{\rho_{ac}} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_{ac}}{\rho_{rc}} \quad (\text{Ec. 5})$$

$$V_b = V_c * \varepsilon \quad (\text{Ec. 6})$$

Siendo ρ_{ac} (kg/m^3) y ρ_{rc} (kg/m^3) las densidades aparente y real del carbón respectivamente.

También fue determinado el tiempo de residencia del biogás t_c (s) a través del carbón a partir de la siguiente ecuación:

$$t_c = \frac{V_b}{Q_b} \quad (\text{Ec. 7})$$

Con respecto al volumen del filtro V_f (m^3) se consideró para el cálculo, que este es igual al volumen que ocupa el material adsorbente (V_c). Conociendo que La relación de esbeltez entre la altura de la columna y el diámetro de la columna según (Perry, 2008), es $\frac{L}{D} = 3$, se procede al cálculo del diámetro D_f (m) y altura de la columna H_f (m). Para facilitar la construcción y aumentar la resistencia de la misma, generalmente, son circulares en la sección transversal, así lo plantea (Acosta, 2005), por lo que el volumen de la columna corresponde al volumen de un cilindro:

$$V_f = \frac{\pi * D_f^2}{4} * H_f \quad (\text{Ec.8})$$

De esta forma se realiza un sistema de 2 ecuaciones con dos incógnitas y se obtienen los valores de H_f y D_f .

Se determinó además la velocidad ficticia del biogás dentro del relleno V_0 (m/s) y el área del flujo aparente del lecho A (m^2), que es el área del lecho perpendicular al flujo y se identifica con el área del recipiente que contiene al lecho:

$$V_0 = \frac{Q_b}{A} \quad (\text{Ec.9})$$

$$A = \frac{\pi * D_f^2}{4} \quad (\text{Ec.10})$$

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

La velocidad real del biogás dentro del relleno U (m/s) se puede determinar por dos formas: la ecuación 11, que está determinada por la velocidad ficticia y la porosidad del carbón; y la ecuación 12, que incluye la longitud recorrida por el gas (equivale a la altura de la columna H_f) y el tiempo recorrido (corresponde al tiempo de contacto del gas con el adsorbente t_c). Con ambas ecuaciones se obtienen los mismos resultados:

$$U = \frac{V_0}{\varepsilon} \quad (\text{Ec.11}) \qquad U = \frac{H_f}{t_c} \quad (\text{Ec.12})$$

La superficie específica volumétrica del lecho a_p (m^2/m^3), el volumen de partícula V_p (m^3) y la superficie de la partícula S_p (m^2) fueron calculados a través de las ecuaciones 13, 14 y 15 respectivamente:

$$a_p = \frac{6 \cdot (1-\varepsilon)}{D_p} \quad (\text{Ec.13}) \qquad V_p = \frac{\pi \cdot D_p^3}{6} \quad (\text{Ec.14}) \qquad S_p = \frac{a_p \cdot V_p}{1-\varepsilon} \quad (\text{Ec.15})$$

Siendo D_p el diámetro de partícula del carbón (m).

En los lechos d rellenos se acostumbra a identificar las pérdidas de energía con las pérdidas o caídas de presión del fluido a través del lecho ΔP (Pa) Rosabal Vega y Valle Matos (2006). Para el cálculo de ΔP , primeramente se debe determinar las pérdidas por fricción ΣF (J/kg). Para ello se emplea la ecuación de Ergun (Ecuación 18), la cual aplica para flujo laminar y turbulento. Esta ecuación está influenciada por la esfericidad ψ , el valor de Reynold modificado Re_0 , así como otras variables determinadas anteriormente. Las ecuaciones 16 y 17 facilitan su cálculo.

$$\psi \cdot D_p = \frac{6 \cdot V_p}{S_p} \quad (\text{Ec.16}) \qquad \psi \cdot Re_0 = \psi \cdot \frac{D_p \cdot V_0 \cdot \rho_b}{\mu_b} \quad (\text{Ec.17})$$

$$\Sigma F = \frac{(1-\varepsilon) \cdot V_0^2}{\varepsilon \cdot \psi \cdot D_p} \cdot \left(\frac{150 \cdot (1-\varepsilon)}{\psi \cdot Re_0} + 1,75 \right) \cdot H_f \quad (\text{Ec.18})$$

Donde μ_b (kg/ms) y ρ_b (kg/m^3) son la viscosidad y la densidad del biogás respectivamente.

Finalmente se determina el valor de (ΔP), para el cual se emplea la ecuación 19:

$$\Delta P = \rho_b \cdot \Sigma F \quad (\text{Ec.19})$$



Diseño del sistema de tuberías

El biogás debe ser conducido por un sistema de tuberías para su transporte de una etapa de acondicionamiento a otra. Puesto que el biogás es una mezcla corrosiva se utilizan tuberías de PVC.

El parámetro principal que caracteriza a una tubería es su diámetro interior. El diámetro interior D_{int} (m) es función del caudal y de la velocidad del fluido que circula por su interior v_{tub} (m/s), según se muestra en la siguiente ecuación:

$$Q_b = \frac{\pi \cdot D_{int}^2}{4} * v_{tub} \quad (\text{Ec. 20})$$

Para llevar a cabo el diseño se han realizado las siguientes suposiciones:

1. El caudal del biogás no varía a través del sistema.
2. La velocidad del biogás en la tubería (v_{tub}) se toma como 5 m/s, valor máximo recomendable por la experiencia del equipo experto del curso de Formación Especializada en Biogás para Profesionales (EBP) (Hernán, 2017).

Sustituyendo el diámetro de la ecuación 20 se obtiene la siguiente expresión:

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_b}{\pi \cdot v_{tub}}} \quad (\text{Ec. 21})$$

A partir del valor de diámetro obtenido se selecciona una tubería de PVC con características específicas para el transporte de gas (Anón s/f (c)).

Con el diámetro interior de la tubería seleccionada se recalcula la velocidad real del biogás en la misma.

$$v_{real\ tub} = \frac{4 \cdot Q_b}{\pi \cdot D_{int}^2} \quad (\text{Ec. 22})$$

Análisis económico y ambiental

Para lograr la explotación eficaz de un proceso Químico Tecnológico no es suficiente solo diseñar los equipos, sino que además resulta imprescindible velar por su economía. La identificación de los gastos en una instalación tecnológica es de suma importancia para establecer prioridades en el esquema de evaluación y control.

Costo total de inversión:

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

El costo total de inversión depende del valor del material con el que se fabricará el filtro y las tuberías que transportan el biogás. La ecuación que permite su determinación de muestra a continuación:

$$CTI = CF + CT \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde CTI es el costo total de inversión (\$), CF es el costo del filtro (\$) y CT (\$) es el costo de las tuberías.

En el caso del costo de las tuberías, este depende de la longitud de las mismas, por lo cual se consideró para el cálculo un valor de 3 m, suficiente para el transporte del biogás.

Costo total de producción:

Con respecto al costo total de producción, se determinó que, en este caso, solo depende del costo de operacional, el cual a su vez depende del costo del material adsorbente. En el caso del carbón empleado en el diseño, no se dispone de su precio por lo que se ha dispuesto el del carbón activo de la compañía Norit con las propiedades más similares ($\rho_a=4,60 \text{ kg/m}^3$ y área superficial total=1100 m^2/g). Con respecto al periodo de agotamiento del carbón no fue analizado en este artículo, por lo que el cálculo quedara en función del mismo. Se tiene entonces que:

$$CTP = CO \quad (\text{Ec. 24})$$

$$CO = \frac{Wc}{\text{periodo de agotamiento}} * Pc \quad (\text{Ec. 25})$$

Donde CTP (\$/periodo de agotamiento) es el costo total de producción, CO es el costo operacional (\$/periodo de agotamiento), Wc es la cantidad de carbón requerido (kg), Pc (\$/kg) precio del carbón.

Análisis ambiental:

La instalación de un filtro con carbón activado para la desulfuración del biogás destinado a la cocción de alimentos, produce un impacto importante en el medio ambiente, por lo que es necesario analizar las posibles consecuencias que se puedan generar desde el punto de vista ambiental.

Para su correcta evaluación es importante destacar que el uso del biogás como combustible es una forma de reducir el empleo de combustibles fósiles, lo cual contribuye a evitar

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

emisiones de gases al medio y provoca un ahorro de energía y dinero al país. Un análisis más detallado revela que el sulfuro de hidrógeno en combinación con el vapor de agua en el biogás crudo, puede formar ácido sulfúrico (H_2SO_4) el cual es muy corrosivo para los motores y sus componentes según Tacuri (2015), por lo que en cuanto a este aspecto, un filtro con carbón activado diseñado para tratar el biogás, es una tecnología que permite reducir las concentraciones de este componente evitando la corrosión en estufas de cocina y a su vez la contaminación atmosférica. Por otra parte, el carbón utilizado como adsorbente se puede reactivar a través de la oxidación térmica, lo que permite ser utilizado hasta 30 veces o más sin pérdida apreciable del poder de adsorción. (Julián-Valero, 2011). El reciclaje del carbón permite prevenir el desuso de materiales potencialmente útiles, reducir el consumo del material virgen, además de reducir el uso de energía. El reciclaje es bueno para el medio ambiente y el principio de una economía circular, que implica reducir los desperdicios a un mínimo, así como reutilizar, reparar, restaurar y reciclar materiales y productos existentes. (Anón, 2018)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el desarrollo de las metodologías empleadas en este trabajo, se logró dar cumplimiento a los objetivos propuestos al inicio. Los resultados obtenidos de los principales parámetros del filtro, se muestran por medio de la siguiente tabla:

Tabla 4. Parámetros de diseño del filtro de carbón activado

Parámetros	Valores
Cantidad de H_2S filtrada q_{H_2S} (g_{H_2S}/h)	825
Cantidad de carbón requerido W_c (kg)	8,25
Volumen real del biogás dentro del relleno V_b (m^3)	0,0144 (14,4 dm^3)
Volumen de la cama V_c (m^3)	0,0183 (18,3 dm^3)
Porosidad ϵ	0,7857
Volumen del filtro (m^3)	0,0183 (18,3 L)
Diámetro del filtro (m)	0,198 (198 mm)
Altura del filtro (m)	0,595 (595 mm)

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Tiempo de residencia del biogás t_c (s)	62,23
Velocidad ficticia del biogás dentro del relleno V_o (m/s)	0,0075
Área del flujo aparente del lecho A (m ²)	0,0308
Velocidad real del biogás dentro del relleno U (m/s)	0,0096
Superficie específica volumétrica del lecho a_p (m ² /m ³)	321,43
Volumen de partícula V_p (m ³)	3,3493E-08 (33,493 mm ³)
Superficie de la partícula S_p (m ²)	50,24E-06 (50,24 mm ²)
Pérdidas por fricción ΣF (J/kg)	0,0429
Caída de presión a través del lecho ΔP (Pa)	0,0597

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Parámetros de diseño del sistema de tuberías

Parámetros	Descripción / Valor
Material	Tubería PVC (manguera)
Diámetro Interior (m)	0,0085 (8,5 mm)
Espesor (m)	0,0075 (2,75 mm)
Velocidad real del biogás en tuberías (m/s)	4,08

Fuente: Elaboración propia

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

La siguiente figura representa de forma general el diseño básico del filtro propuesto



Figura 1. Esquema básico del filtro

Fuente: Víquez (2018)

La caída de presión obtenida dentro de la torre (0,0597 Pa) fue baja, ya que el por ciento que representa con respecto a la presión inicial resultó ser ínfimo (0,000045 %). El cálculo del mismo se muestra a continuación: $\frac{0,0597 Pa}{131722,5 Pa} * 100 = 0,000045 \%$

Para completar el diseño se dejó un espacio abierto en el tope de la torre para asegurar la buena distribución del gas en el relleno, en este caso que el flujo será descendente. También se incluyó una rejilla lo suficientemente fuerte para sostener el peso del material adsorbente (8,25 kg). Al filtro se le colocó una tapa removible, por la cual será cambiado el medio filtrante una vez agotado, y con cierre hermético para que no le entre aire y tampoco se salga el biogás. En la parte inferior se dejó un espacio para acumular el agua condensada durante el

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

proceso de adsorción y se incluyó una entrada y una salida para el biogás. El filtro fue construido de tubería PVC por la alta disponibilidad de este en el mercado, su bajo costo comparado con otros materiales y porque así se evita la corrosión por sulfuro de hidrógeno.

El análisis económico realizado indicó que el factor de mayor incidencia sobre el costo de producción lo marcó el costo operacional, debido a que el uso del carbón activado industrial incurre en grandes gastos, pues la capacidad de adsorción del carbón, a pesar de no haber sido analizado en este trabajo, se deteriora gradualmente con el uso. Cuando la calidad del efluente alcanza el nivel mínimo establecido en los estándares de calidad, el carbón agotado debe ser regenerado o extraído (Ures et al., 2014). Las tablas que se muestra a continuación muestra los resultados obtenidos sobre el costo total de inversión y el costo total de operación.

Tabla 6. Costo total de inversión

Aspecto	Cantidad	Costo (Unidad)	Referencia
Costo del filtro CF	1	25 (€)	(Anón s. f.(a))
Costo de las tuberías CT	2	1 (€/m)	(Anón s. f. (b))
Costo total de inversión CTI		31 (€)	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Costo total de producción

Aspecto	Costo (Unidad)
Costo del carbón activado	3,5 €/kg
Costo total de producción CTP	26 €/period de agotamiento

Fuente: Elaboración propia

En relación al análisis ambiental realizado, reveló que la construcción de un filtro con las características ya mencionadas constituye un paso de avance para un desarrollo sostenible, pues por un lado permite reducir las concentraciones de sulfuro de hidrógeno a la atmósfera y por otra parte contribuye a minimizar el consumo de energía eléctrica, evitando la corrosión

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

de los equipos y aumentando así su vida útil. Además, el carbón una vez reactivado, puede ser reutilizado, lo que aporta beneficios al medio ambiente y favorece la economía circular.

CONCLUSIONES

A partir de las metodologías empleadas en este artículo, se diseñó un filtro con carbón activado para tratar una corriente de biogás de 20 m³/d proveniente de residuales ganaderos. El filtro propuesto posee un volumen equivalente a 0,0183 m³ (18,3 L), un diámetro de 0,198 m y una altura de 0,595 m. En cuanto a las tuberías que transportan el biogás, poseen un diámetro de 0,0085 m (8,5 mm) y espesor de 0,00275 m (2,75 mm).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Moreno, F. (2005). *Desodorización de las emisiones de una estación depuradora de aguas residuales mediante adsorción química*. Tesis de Grado. Cádiz, España. Universidad de Cádiz.
- Álvarez-Gutiérrez, N. (2016). *Proceso de adsorción para la captura de CO2 en corrientes de biogás*. Tesis Doctoral. Oviedo, España, Universidad de Oviedo.
- Anón.s.f Ferretería online. Reciclaje: el uso inteligente de las materias primas - Fundación Bioplanet. *Bioplanet*. Recuperado de <https://paris2015cop21.org/reciclaje-uso-inteligente-materias-primas>
- Anón. s. f. ⇒Ferretería online .Tubería pvc serie b 200 barra de 1 metro ▷ Precio. Las Mejores Ofertas 2020-2021. Recuperado de https://www.modregohogar.com/material-fontanería/accesorios-pvc/tuberías-de-pvc/tubería-pvc-serie-b-200-barra-de1metro.html?search_query=tubería+de+198+mm+de+diámetro&results=2501
- Anón. s. f. Ferretería Online. Naranja Pvc De Gas Glp Manguera Natural Flexible Manguera De Gas Para La Estufa - Buy Manguera De Gas Para Horno De Pvc Naranja, Manguera De Gas Natural Flexible Para Estufa, Tubería De Gas Glp Reforzado Con Fibra De Pvc Product on Alibaba.com». Recuperado de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Orange-PVC-LPG-Gas-Hose-Flexible-541773091.html?spm=a2700.galleryofferlist.2017127.10.1ea38277JsqcII&s=p>

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Anón. s. f. Ferretería online «PVC Tubo De Alta Presión Para El Petróleo, El Gas Y El Transporte - Buy Tubería De Alta Presión, Tubería Para Aceite Y Gas, Tubería De Gas De Pvc Product on Alibaba.Com». *Www.Alibaba.Com*. Recuperado de https://www.alibaba.com/product-detail/PVC-high-pressure-pipe-for-oil_60833373228.html)

Araujo, A. G. T., y Ramírez Vázquez. A. (2015). Técnicas para la disminución en la concentración de ácido sulfhídrico en el biogás. *Jóvenes en la ciencia*, 1(2), 1449-53.

Díaz, M. (2018). *Ecuaciones y cálculos para el tratamiento de aguas*. Madrid, España. Ediciones Paraninfo.

Espinal-Arellano, J., Olivera-García. O., Hernández-Gómez, V. y Morillón-Gálvez, D. (2016). Potencial de generación de biogás de un rancho ganadero en la comunidad de San Bartolo Cuautlalpan. *Revista de Sistemas Experimentales* 36(52).

Fernández-Prado, B. (2014). *Ingeniería básica de una planta de acondicionamiento de biogás para uso en pilas de combustible de carbonatos fundidos (MCFC)*. Tesis de Grado, Sevilla, España. Universidad de Sevilla.

Hernán-Quiroz, M. y de la Cerda, C. (2017). *Diseño de Plantas Medianas y Grandes*. Recuperado de <http://4echile.cl/4echile/wp-content/uploads/2017/11/Biogas-modulo4-Diseno-de-Plantas-Medianas-y-Grandes-11-2017.pdf>

Julián-Valero, S. 2011. *Tratamiento de aguas residuales industriales con materia orgánica no biodegradable*. Tesis de Grado, Zaragoza, España. Escuela Universitaria Técnica Industrial de Zaragoza.

Merino-Rodarte, M. A. (2017). *Ecodiseño de un sistema de remoción de sulfuro de hidrógeno en un biodigestor pecuario*. Tesis de Maestría. Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

Montoya-Delgado, O. E. y Matute-Sánchez, R. H. (2015). *Evaluación del carbón activado obtenido a partir de la vaina de Malinche para adsorción de fenol del agua residual de laboratorio CIDEA-UCA*. Tesis de Grado, Managua, Nicaragua. Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, Nicaragua.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

- Ortega-Viera, L. Rodríguez, S., Fernández-Santana, E. y Pérez, L. (2015). Principales métodos para la desulfuración del biogás. *Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, (36), 45-56.
- Perry, Robert H. (2008). Sección 16 Adsorption and Ion Exchange. *Chemical Engineers' Handbook*. Estados Unidos: McGraw-Hill. p 69
- Rincón-Martínez, J. M. y Electro Eduardo Silva-Lora, E. E. (2015). *Bioenergía: Fuentes: conversión y sustentabilidad*. 1. Edic. Bogotá, Colombia: Corporación Ema.
- Rosabal-Vega, J. M., y Valle-Matos, M. (2006). *Hidrodinámica y Separaciones Mecánicas*, Vol. 2, 3ra ed. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
- Sevillano, A. S., y Torres, P. B. (2013). Obtención de carbón activado a partir de madera. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323652916007.pdf>
- Tacuri-Ayala, F. J. (2015). *Mejoramiento del proceso de endulzamiento de un gas utilizado como combustible*. Tesis de Maestría, Quito, Ecuador. Univesidad Central del Ecuador.
- Ures-Rodríguez, P., Jácome-Burgos, A. y Suárez-López, J. (2014). Adsorción en carbón activo (ft-ter-002). Recuperado de <https://www.wateractionplan.com/documents/177327/558161/Adsorci%C3%B3n+en+carb%C3%B3n+activo.pdf/29bfa658-fbd1-c98b-1606-8eb1252fc1b9>
- Varnero, M. T., Carú, M., Galleguillos, K. y Achondo, P. (2012). Tecnologías disponibles para la Purificación de Biogás usado en la Generación Eléctrica. *Información tecnológica*, 23(2), 31-40.
- Viquez-Arias, J. (2018). ¿Cómo diseñar un filtro para biogás? *Revista RedBioLac*, (2), 1-76.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

¿Cómo citar este artículo?

Yero Gómez, D. E., Vera Montero, R., & Bravo de las Casas, M. (mayo-agosto, 2020). Proceso de implementación del telemando en la subestación eléctrica Sancti Spíritus 1. Revista *Márgenes*, 8(2), 21-33. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/>

TÍTULO: METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TELEMANDO EN LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SANCTI SPIRITUS 1

TITLE: A METHODOLOGY FOR CONTROL REMOTE IMPLEMENTATION IN THE ELECTRIC SUBSTATION SANCTI SPIRITUS 1

Autores: Ing. Daniel Enrique Yero-Gómez¹, Ing. Roberto Vera-Montero², Dra. C. Marta Bravo-de las Casas³

¹ Colaborador del Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI) de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” (UNISS). Especialista B en Relees, automática y circuitos secundarios. Empresa Eléctrica Provincial de Sancti Spíritus., Cuba. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3000-9340> Correo electrónico: dyero@elecssp.une.cu

² Especialista A en Relees, automática y circuitos secundarios. Empresa Eléctrica Provincial de Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0495-7251> Correo electrónico: roberto@elecssp.une.cu

³ Profesora Titular. Universidad “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), Centro de Estudios Electroenergéticos, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Santa Clara, Cuba. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8242-0222> Correo electrónico: mbravocasas@gmail.com

RESUMEN

En el presente artículo se propone una metodología para la implementación del telemando en subestaciones eléctricas con el uso del *Modbus*.

Se utiliza el método inductivo-deductivo para establecer las generalidades en cuanto al diseño del telemando de las subestaciones, a partir de las experiencias particulares de los técnicos y especialistas, quienes participarán en la misma. En el desarrollo del artículo se tuvo en cuenta las características del equipamiento disponible en la subestación y las más actuales topologías y tecnologías empleadas en el mundo.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

La propuesta, después de analizar y fundamentar teóricamente los riesgos informáticos, presenta una solución factible a este problema para las subestaciones en Cuba.

Palabras clave: riesgos informáticos; subestaciones eléctricas; telemando.

ABSTRACT

An algorithm for remote control implementation in electric substations by using Modbus was proposed in this paper. The inductive-deductive method is used to define the general characteristics of a substation's remote control design based on the experiences of the technicians and specialists involved in the study. Furthermore, the characteristics of the available equipment in the substation and the cutting-edge technology and topology used in the world were taken under consideration. After analyzing and theoretically expound the computing risks, a feasible solution is proposed to solve this problem in Cuban electric substations.

Keywords: computing risks; electric substations; remote control.

INTRODUCCIÓN

Debido al incremento de la integración de fuentes renovables de energía a la red, se hace necesario contar en Cuba con un sistema eléctrico que, al aprovechar el avance en las tecnologías de las comunicaciones y la información, transforme el sistema eléctrico de potencia tradicional en un sistema complejo y multidimensional: sistema ciber-físico eléctrico de potencia. Todo esto para tener un control en tiempo real, que permita respuestas rápidas en las operaciones del sistema y la asignación eficiente de los recursos energéticos (Vellaithurai, Srivastava, Zonouz, & Berthier, 2015).

Los sistemas ciber-físicos actuales, comparados con los relativamente robustos sistemas eléctricos de potencia antiguos, tienen más vulnerabilidades a la seguridad que deben ser estudiados. Lo anterior se refiere a los ataques cibernéticos a la operación y control de los sistemas eléctricos de potencia que, pueden tener un serio impacto dentro del sistema, por la afectación a la seguridad, la producción industrial y el servicio a la población (Sun, Hahn, & Liu, 2018).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Con el desarrollo de la Revolución Energética en Cuba se ha realizado un proceso inversionista que incluye un paso de modernización de subestaciones, la mayoría con una tecnología de más de veinte años de explotación. El primer paso en la implementación del telemando en Sancti Spíritus es la construcción de la subestación Cabaiguán 110/33 kV, hoy un ejemplo de los beneficios en cuanto operatividad y eficacia para el manejo de la red. Todo realizado con la utilización de la tecnología aportada por fabricante chino *NRTechnology*.

En el presente artículo, después de analizar los distintos elementos que componen estos sistemas y sus riesgos, se plantea una solución eficaz de implementación del telemando en las subestaciones, para su aplicación en la red eléctrica de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Método de trabajo

En el desarrollo de la metodología que se propone para la implementación del telemando, los autores establecieron un ordenamiento. Esta estructura mostrada en la Figura 1, facilita y es consistente para la realización de trabajos similares de este perfil.

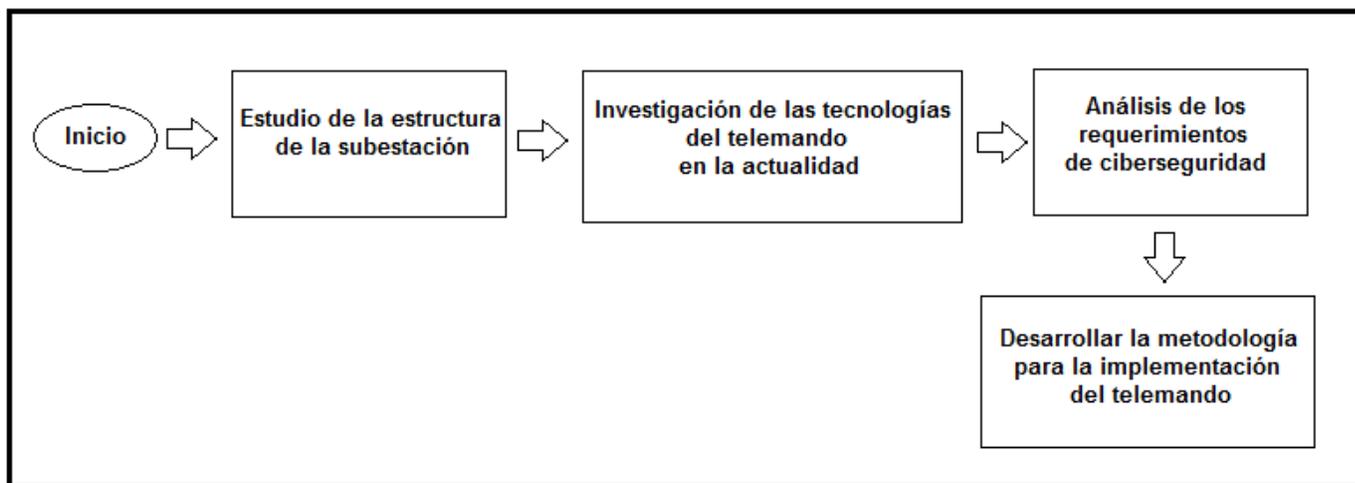


Figura 1. Pasos para la elaboración de la metodología

Fuente: Elaboración propia

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Elementos de la subestación

A partir de un estudio del diseño físico de la subestación Sancti Spíritus 1, se define la existencia de una configuración de barra única. Este proceso se realiza con el objetivo de precisar los requerimientos técnicos y prácticos necesarios en la implementación del Telemando.

Con el análisis del sistema automatizado se concluye que este es descentralizado, según la definición aportada por Bamber et al., 2011. El siguiente paso en la implementación del telemando es la definición de los equipos que componen el sistema:

Dispositivos electrónicos inteligentes (IEDs por sus siglas en inglés). Introducen una función específica o varias de ellas, en un circuito o barra de conexión en la subestación. Ejemplos: microprocesador base de un relee de protección o de un instrumento de medición, etc. (Hawk & Kaushiva, 2014; Wei & Wang, 2016).

Módulo o controlador de bahía. Dispositivo que contiene, en la mayoría de las ocasiones, todo el software requerido para el control y manejo remoto de una bahía en la subestación (alimentador de un circuito, línea de transmisión, etc.).

Interfaz hombre-máquina (HMI por sus siglas en inglés). Principal usuario final de la interfaz de comunicación, generalmente es una PC (computadora) de escritorio, usada de forma común, pero pueden encontrarse computadoras especializadas en aplicaciones específicas.

Bus de comunicaciones, enlaces de varios dispositivos. En una nueva subestación, todos los elementos del sistema automatizado usan el mismo bus o varios buses, para obtener una adecuada relación costo-efectividad.

Enlace al sistema Supervisor de Control y Adquisición de Datos (SCADA por sus siglas en inglés). Este puede ser provisto por una unidad dedicada a este fin, puede ser un HMI o de un IEDs con un esquema de sincronización en tiempo real, y un sistema de comunicaciones que permita un monitoreo remoto de todas las funciones y parámetros de la subestación, siendo este un punto crítico de los ciberataques dentro del sistema (Wang, Hui, & Yiu, 2015; Yan, Tang, Zhu, He, & Sun, 2015; Yu & Chin, 2015).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Una vez puntualizados los elementos presentes se procede a seleccionar la topología de implementación para el sistema de comunicaciones, que son definidas por Bamber et al., 2011. En este proyecto se selecciona la Unidad Terminal Remota (RTU por sus siglas en inglés) básica debido a su rentabilidad económica y disponibilidad de equipos. Esto se aprecia en la Figura 2.

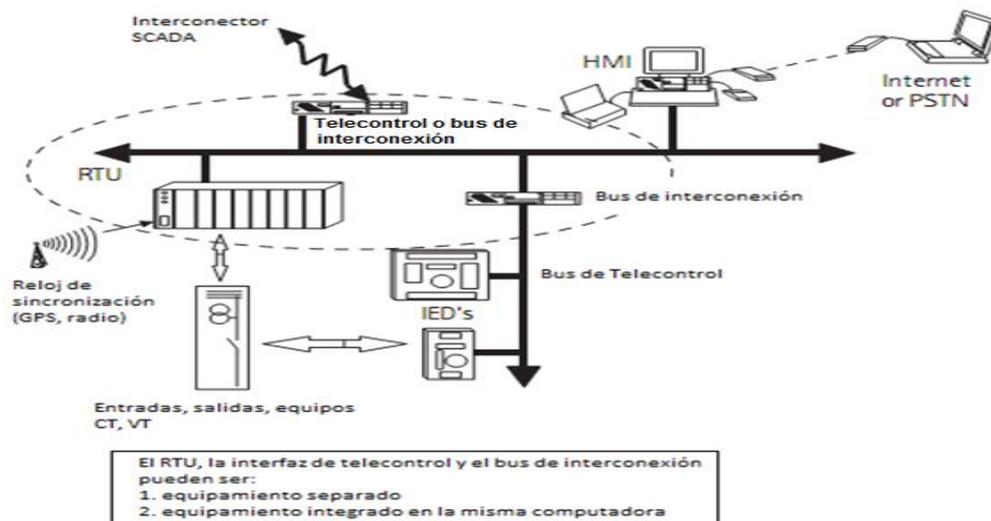


Figura 2. RTU- topología básica

Fuente: Adaptado de (Bamber et al. 2011)

Tecnologías de las comunicaciones

El modelo de transferencia de datos emplea un sistema abierto de interconexión (OSI por sus siglas en inglés) descrito por Aguilar, 2014. De los estándares de conexión física más comunes en las subestaciones eléctricas son el RS-232, el RS-485 y el *Ethernet*, en este proyecto se emplean los dos últimos. El primero de ellos en la conexión entre los dispositivos con el *ION7350* y el segundo para la conexión de este con el despacho provincial de carga, esto se logra apoyados en la información que aportan Rush et. al., 2016.

Del conjunto de protocolos de comunicación serie que se emplean en el telemando de subestaciones IEC 61850 *Ethernet* (Bamber et al., 2011), IEC 60870-5-103 (Rush et. al., 2016), DNP3 (Pánuco, 2017), (González, 2017), *Profibus* (CarrionGordillo, 2018), y el Modbus, este trabajo emplea la última alternativa en su versión: *ModbusTCP/IP* (Protocolo

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

de Control de Transmisión/Protocolo Internet) para comunicarse con el despacho. Esto se logra a partir de la información que se brinda por Buendía, 2008 y Rush, et. al., 2016. *Modbus*TCP/IP encapsula una trama *Modbus*RTU estándar en un segmento TCP. Este proporciona un servicio orientado de conexión fiable, lo que significa que toda consulta del maestro espera una respuesta del esclavo. El encapsulado se muestra en la Figura 3.

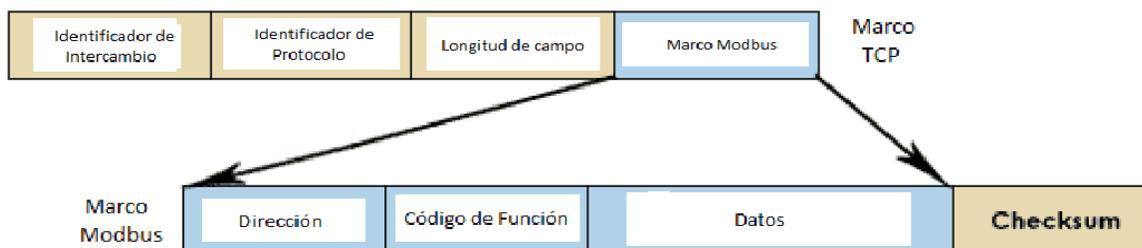


Figura 3. Encapsulamiento de *Modbus* RTU en segmento TCP.

Fuente: Adaptado de Buendía (2008)

Esta técnica de consulta/respuesta encaja perfectamente con la naturaleza *Maestro/Esclavo* de *Modbus*, añadido a la ventaja del determinismo que las redes Ethernet conmutadas ofrecen a los usuarios para su aplicación en el telemando de subestaciones.

Ciberseguridad

Con el incremento de la utilización de protocolos abiertos de comunicación en la interconexión de las subestaciones, aumentan de forma significativa los riesgos a los que estas se exponen. Algunos de los factores a considerar en la ciberseguridad se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores en el contexto de la ciberseguridad

FACTORES	UTILIDAD
Confidencialidad	Prevenir el acceso no autorizado a la información.
Integridad	Prevenir la modificación no autorizada de la información, como inyección de datos falsos.
Disponibilidad/ Autenticación	Prevenir la denegación del servicio, y asegurar la autorización al acceso a la información.
No rechazo	Prevenir la denegación de una acción que teniendo lugar.
Rastreo/ Detección	Monitorear y registrar las actividades para detectar intrusiones y analizar los eventos.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Fuente: Elaboración propia

En el marco de la ciberseguridad es necesario eliminar los errores no intencionados (desastres naturales, errores humanos) o intencionados (llamados ciberataques, entre los que se destacan la inyección de datos falsos que pueden provocar el colapso de un sistema estable. Variantes y sus consecuencias se abordan de forma detallada por Hawk & Kaushiva, 2014; Beck, Vu, Huang, & Xiang, 2015; Liang, Sankar & Kosut, 2016 y Liu & Li, 2016. En la actualidad los controles de seguridad son implementados dentro de las capas de transporte y aplicación, aunque esta última es más común debido a las flexibilidades de implementación que brinda.

Ejemplos de las vulnerabilidades más frecuentes a las que están sometidas las redes de telemando para las subestaciones se destaca por Bamber et al., (2011); Langer, Skopik, Smith, & Kammerstetter (2016) y Wei & Wang (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las condiciones económicas actuales de Cuba, este trabajo desarrolla la metodología para la implementación de telemando con un el aprovechamiento máximo de los recursos instalados en la subestación Sancti Spíritus 1. El algoritmo empleado se muestra en la Figura 4.

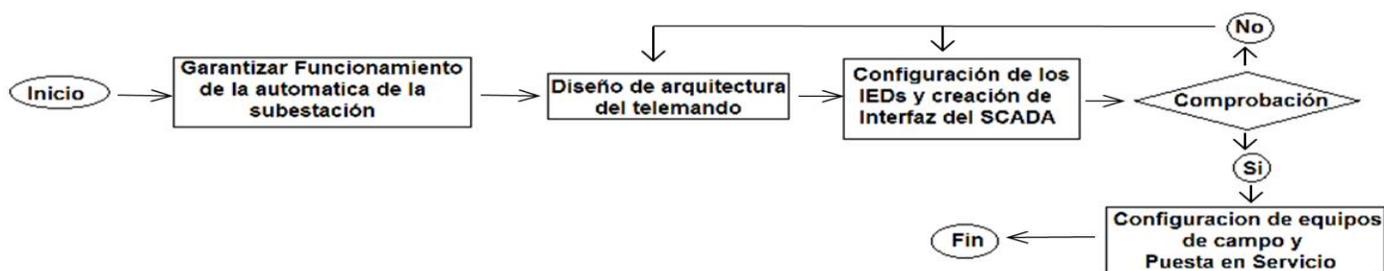


Figura 4. Algoritmo para la implementación del telemando.

Fuente: Elaboración propia

El primer paso previo a la aplicación de esta investigación, es garantizar que la automática de la subestación que incluye alcambias *taps* del transformador y mecanismos de apertura-cierre de los interruptores funcionen de forma correcta. Un detalle para tener en cuenta es que el control de encendido de la ventilación y el cambio *taps* del transformador de la *Márgenes* publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

subestación Sancti Spíritus 1, se realiza a través de un Controlador Lógico Programable (PLC por sus siglas en inglés) que trabaja de forma independiente y autónoma al conjunto de la subestación, lo que implica que no sea necesario tenerlo en cuenta dentro del diseño de esta propuesta.

A continuación, se define el diseño de la arquitectura del sistema propuesto para la implementación del telemando. El sistema seleccionado se muestra en la Figura 5, definido como una conexión en estrella simple (Bamber et al., 2011).

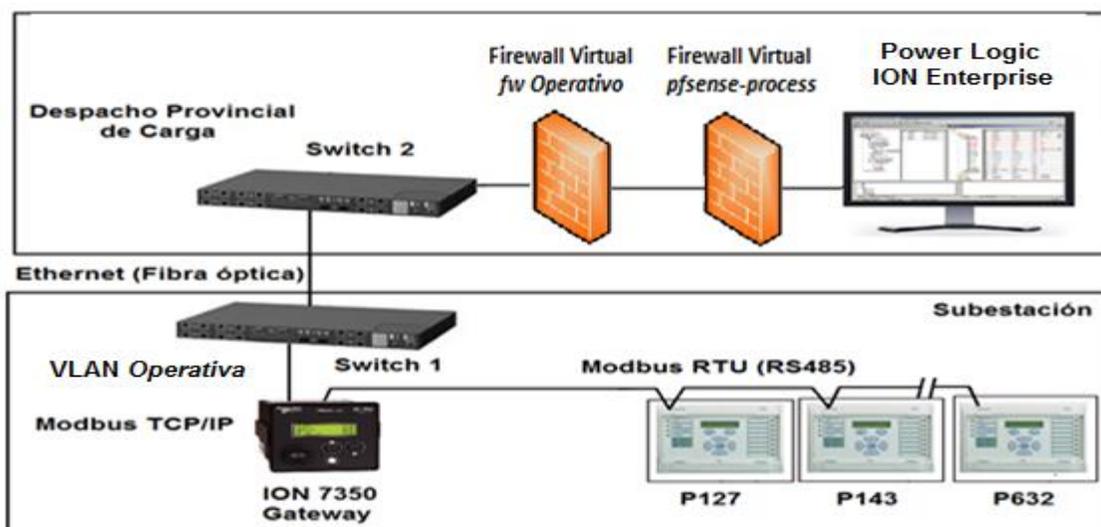


Figura 5. Arquitectura para la implementación del telemando

Fuente: Elaboración propia

Una vez precisados estos aspectos se propone la tecnología a utilizar. En este artículo se emplea el protocolo serie *Modbus* RTU sobre una conexión RS-485 entre cada uno de los IEDs que tiene al ION 7350 como *Gateway* (convertidor de protocolo), para luego unirse con un protocolo *Modbus* TCP/IP a una red *Ethernet* sobre la fibra óptica que hoy es la red de comunicación existente entre en el despacho provincial de carga y la subestación Sancti Spíritus 1. El software empleado para el SCADA del telemando es el *PowerLogicION Enterprise*, Figura 6, cuya licencia está disponible en Cuba.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

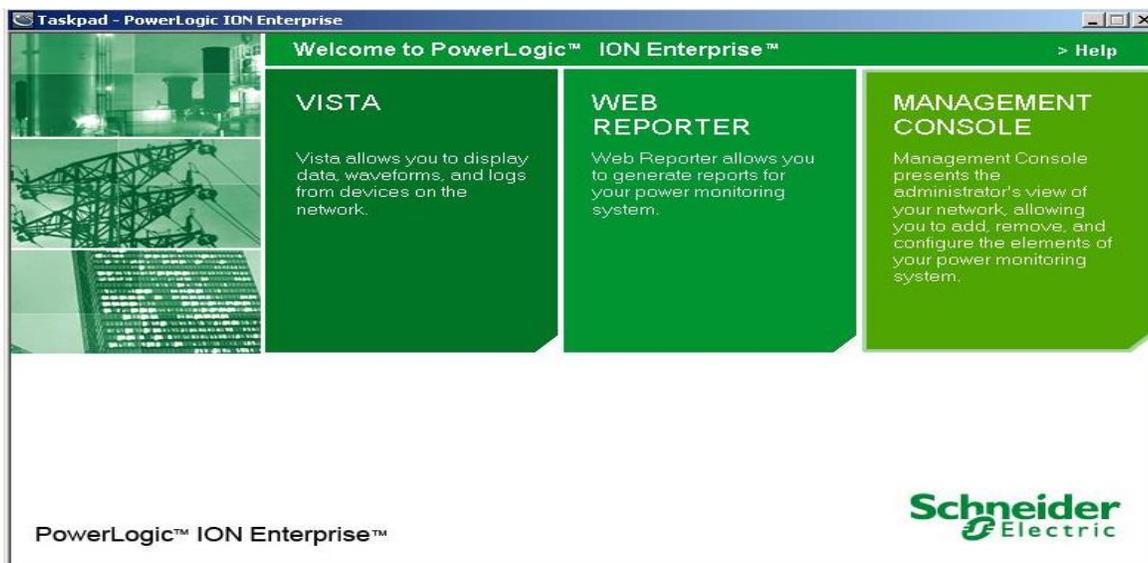


Figura 6. Portada del software *PowerLogicION Enterprise*

Dentro del *ManagementConsole* del *PowerLogicION Enterprise*, se realiza el proceso de configuración de los IED, en este caso los P127, P143 y el P632, todos bajo el protocolo *Modbus* con la información disponible en (Rush, et. al. 2016). La ventana de configuración de los IED aparece en la Figura 7.

Label	Modbus Register	Request Type	Format	Mask	Scale	Multiplier	Offset	Enumeration
DOUT 1	0x0008	R	MaskedBool	0x0001	1	1	0	False
DOUT 2	0x0008	R	MaskedBool	0x0002	1	1	0	False
DOUT 3	0x0008	R	MaskedBool	0x0004	1	1	0	False
DOUT 4	0x0008	R	MaskedBool	0x0008	1	1	0	False
DOUT 5	0x0008	R	MaskedBool	0x0010	1	1	0	False
DOUT 6	0x0008	R	MaskedBool	0x0020	1	1	0	False
DOUT 7	0x0008	R	MaskedBool	0x0040	1	1	0	False
DOUT 8	0x0008	R	MaskedBool	0x0040	1	1	0	False
DOUT 9	0x0008	R	MaskedBool	0x0080	1	1	0	False
DOUT 10	0x0008	R	MaskedBool	0x0200	1	1	0	False
DOUT 11	0x0008	R	MaskedBool	0x0400	1	1	0	False
DOUT 12	0x0008	R	MaskedBool	0x0800	1	1	0	False
DOUT 13	0x0008	R	MaskedBool	0x1000	1	1	0	False
DOUT 14	0x0008	R	MaskedBool	0x2000	1	1	0	False

Figura 7. Ventana de configuración del P143 en *PowerLogicION Enterprise*.

Fuente: Elaboración propia

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Luego se crea la interfaz para el manejo por parte del usuario dentro de la pestaña Vista del *PowerLogicION Enterprise*. Una vez terminado este proceso se procede a la creación del servidor de sistema, un punto importante a destacar es la definición de los niveles de acceso para cada usuario, mediante el uso de claves con diferentes privilegios. Todo lo cual contribuye a garantizar la ciberseguridad requerida, a través un adecuado manejo de los datos durante la operación del sistema.

Una vez terminado el proceso de configuración de los equipos, el servidor y el diseño del SCADA, se realiza la comprobación la ejecución de los comandos y las lecturas de las mediciones con el uso de la maleta de calibración *PONOVO* de fabricación China, con el propósito de detectar y eliminar posibles errores humanos en el proceso de configuración. Esta acción es realizada por el departamento de protecciones de la provincia Sancti Spíritus. Se comprueba solo hasta el relé, quedando para la prueba de campo la comprobación total del esquema.

Durante la puesta en servicio en la subestación del telemando diseñado, se necesita la configuración del ION 7350, donde se define la dirección IP, velocidad de trasmisión de datos y la paridad, entre otros parámetros del equipo obligatorios para que el ION 7350 funcione como Gateway en la conversión del *Modbus RTU* al *Modbus TCP/IP*. Otro paso que debe cumplirse es pasar a los relés P127, P143 y el P632 al modo de operación: opto-remoto-normal (que ejecute los comandos que provengan de entradas binarias, llaves y a través del relé) con el objetivo de que estos respondan a los comandos desde el servidor creado.

Para enfrentar los desafíos de la ciberseguridad citados por Liu & Li, 2017 y después de analizar para la investigación algunos sistemas de defensa, se propone un esquema que utiliza los datos extraídos por el SCADA de tele medición de la subestación, hoy en servicio y los datos del sistema propuesto para la implementación de un algoritmo simple de comparación de los datos obtenidos. El procedimiento desarrollado se basa en la obtención de la potencia que circula y que es medida por cada relé, para luego aplicar una ecuación similar a la ley de Kirchhoff de las corrientes Ecuación (1).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

$$\vec{P}_{\text{entrada}} = \sum (\vec{P}_{\text{salida 1}} + \vec{P}_{\text{salida 2}} + \dots + \vec{P}_{\text{salida n}}) \quad (1)$$

Una vez obtenido este valor se procede a comparar su resultado, con el de un esquema similar que es logrado con los datos del sistema de tele medida. Esta propuesta se justifica gracias a la configuración de barra única del sistema en la subestación representada en la Figura 1.

A la vez se debe garantizar la protección de los instrumentos de medición, ubicados dentro de la subestación con el personal de seguridad y los operadores de subestaciones. De esta forma se promueven las buenas prácticas detalladas en el acápite llamado Ciberseguridad. Mientras tanto los programas *fw Operativo* y *pfence-process* son los encargados de brindar la necesaria protección *firewall* (corta fuegos) dentro del sistema, para este caso estos son *firewalls* virtuales.

CONCLUSIONES

En la propuesta, teniendo en cuenta las especificidades del equipamiento que se encuentra instalado en la subestación Sancti Spiritus 1, se diseña la metodología para la implementación de un sistema de telemando en subestaciones eléctricas. El trabajo profundiza en los requerimientos y las características de los protocolos de comunicación que se emplean en la actualidad, en especial en el MODBUS y sus variantes. Aporta una solución efectiva a los desafíos de la ciberseguridad en estos sistemas. Su implementación de estos sistemas, con la aplicación de esta metodología, en el escenario actual de la integración de fuentes renovables de energía intermitentes, puede, contribuye a aumentar la eficiencia con la que se manejan los recursos energéticos y la estabilidad del servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, E. J. V. (2014). *Análisis de los protocolos de comunicación para automatización de centrales eléctricas Licenciatura en Ingeniería eléctrica y electrónica*. UNAM, Ciudad de México. México.

Bamber, M. et al. (2011). *Network protection and automation guide*. Stafford UK.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

- Beck, J., Vu, Q. H., Huang, J. K., & Xiang, Y. (2015). A secure cloud computing based framework for big data information management of smart grid. *IEEE transactions on cloud computing*, 233-244.
- Buendía, M. J. (2008). Protocolo Modbus. Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia.
- Carrion Gordillo, K. F. (2018). *Diseño de un Prototipo de Red LAN IEC 485 para su Implementación como Medio Diagnóstico del Control de una Subestación Eléctrica* (Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. Ecuador.
- González Morales, O. (2017). National Instruments. Recuperado de <http://www.ni.com/white-paper/52134/es/>
- Hawk, C., & Kaushiva, A. (2014). Cybersecurity and the Smarter Grid. *Electric Journal*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tej.2014.08.008>
- Liang, J., Sankar, L. & Kosut, O. (2016). Vulnerability analysis and consequences of false data injection attack on power system state estimation. *IEEE Trans Power Syst*, 3864-3872.
- Langer, L., Skopik, F., Smith, P., & Kammerstetter, M. (2016). From old to new: assessing cybersecurity risks for an evolving smart grid. *Computers & Security*. doi: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.cose.2016.07.008>
- Liu, X. & Li, Z. (2016). Making transmission line outage via false data attack. *IEEE Trans Inf Forensics*, 1592-1602.
- Liu, X. & Li, Z. (2017). False data attack models, impact analyses and defense strategies in the electricity grid. *The Electricity Journal*, 2-8. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tej.2017.04.001>
- Pánuco, C. A. (2017). *Norma IEC 61850 Siemens*. Paper presented at the Curso UNE_SIEMENS 4to Encuentro. La Habana. Cuba.
- Rush, P. et. al. (2016). *MiCOM P14X, P141, P142, P143, P144 & P145. Feeder management Relay*. Francia: Schneider Electric.
- Sun, C. C., Hahn, A., & Liu, C. C. (2018). Cyber security of a power grid: State of the art. *Int J Electr Power Energy Syst*, 99(3), 45–56.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

- Vellaithurai, C., Srivastava A., Zonouz S., & Berthier, R. (2015). Cyber-physical vulnerability assessment for power-grid infrastructures. *IEEE Trans Smart Grid*, 6, 566–75. doi: <https://doi.org/10.1109/TSG.2016.2561266.1-1>
- Wang, J., Hui, L. C., & Yiu, S. (2015). *Data framing attacks against no linear state estimation in smart grid*. Global Communications Conference Workshop (GLOBECOM), IEEE, <http://dx.doi.org/10.1016/Glocomw.2015.7414067>
- Wei, M., & Wang, W. (2016). Data-centric threats and their impacts to real-time communications in smart grid. *Computer Networks*, 174-187. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.comnet.2016.05.003>
- Yan, J., Tang, Y., Zhu, Y., He, H., & Sun, Y. (2015). *Smart grid vulnerability under cascade-based sequential line-switching attacks*. IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), IEEE, 1-7. Recuperado de <http://www.ieeexplore.ieee.org>
- Yu, Z. H., & Chin, W. L. (2015). Blind false data injection attack using pcaapproximation method in smart grid. *Smart Grid, IEEE Transactions*, 1219-1226. doi: <http://dx.doi.org/10.1009/TSG.2015.2382714>

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Fecha de presentación: 3/07/2020 Fecha de aceptación: 14/09/2020 Fecha de publicación: 6/11/2020

¿Cómo citar este artículo?

Ponce Valdés, Y., Martínez Castro, Y., & Rega Armas, D. (mayo-agosto, 2020). Dimensionamiento solar fotovoltaico y cálculo de huella de carbono de la Universidad de Sancti Spíritus. Revista *Márgenes*, 8(2), 34-53. Recuperado de

<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/>

TÍTULO: DIMENSIONAMIENTO SOLAR FOTOVOLTAICO Y CALCULO DE HUELLA DE CARBONO DE LA UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS

TITLE: ESTABLISHING THE SOLAR PHOTOVOLTAIC DIMENSIONS AND THE CARBON FOOTPRINT OF THE UNIVERSITY OF SANCTI SPÍRITUS

Autores: MSc. Yudelkys Ponce-Valdés¹, MSc. Yenima Martínez-Castro², MSc. Dayned Rega-Armas³

¹ Máster en Ciencias de la Educación. Profesora Asistente. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI), Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2893-0790> Correo electrónico: yponce@uniss.edu.cu

² Máster en Ciencias de la Educación. Profesora Asistente. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI), Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5819-3309> Correo electrónico: yenima@uniss.edu.cu

³ Máster en Ciencias Pedagógicas. Profesora Auxiliar. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Departamento Matemática- Física, Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4078-2217> Correo electrónico: drega@uniss.edu.cu

RESUMEN

Las actividades laborales y académicas realizadas en las Instituciones de Educación Superior emiten gases de efecto invernadero que determinan su huella de carbono. En la Universidad de Sancti Spíritus, la Sede Central es el campus de mayor área y de mayor consumo eléctrico. Por otro lado, en el Docente I existe un centro dedicado al estudio e implementación de las fuentes renovables de energía.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

El objetivo del presente artículo es calcular la huella de carbono por concepto de consumo eléctrico de ambos campus y dimensionar una instalación solar fotovoltaica conectada a la red para cubrir su demanda.

Para el cálculo se siguió la metodología de la Norma UNE-ISO 14064-1 y las Directrices del *Intergovernmental Panel on Climate Change* de las Naciones Unidas. Para el dimensionamiento, principios de diseño establecidos en la literatura.

Como resultado, se determinó que durante 2018 estos campus emitieron más de 314 t CO₂ eq por concepto de consumo eléctrico. Se calculó que tal demanda podría cubrirse con una instalación solar fotovoltaica conectada a la red de 650 paneles policristalinos de 265 Wp, para la Sede Central y 200, para el Docente I, lo que disminuiría su huella de carbono.

Palabras clave: dimensionamiento; huella de carbono; sistema solar fotovoltaico.

ABSTRACT

Academic and working activities carried out in Higher Education Institutions emit greenhouse gasses determining their carbon footprint. At University of Sancti Spíritus, the Central Campus is the largest area and the one with the highest electricity consumption. On the other hand, at Campus I there is a center devoted to the study and implementation of energy-renewable sources. The objective of this paper is to calculate the carbon footprint by electricity consumption of both campuses and to establish the dimensions of a solar photovoltaic installation connected to the grid to meet their demand. For calculating, the methodology of the Norm UNE-ISO 14064-1 and the Guidelines of the United Nations' Intergovernmental Panel on Climate Change were followed. For establishing the dimensions, the design principles found in literature were considered. As a result, it was determined that in 2018 the aforementioned campuses emitted more than 314 t CO₂ eq by electric consumption and accordingly, the calculating system concluded that their demand could be met with a solar photovoltaic installation connected to the grid of 650 poly-crystalline panels of 265 Wp for the Central Campus, and 200 for Campus I, consequently decreasing their carbon footprint.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

Keywords: dimension; carbon footprint; photovoltaic solar system.

INTRODUCCIÓN

El deterioro de la naturaleza y de la biodiversidad que se viene presentando en el planeta responde al cambio climático drástico que ha provocado la actividad humana. Una de las principales causas identificadas es precisamente el aumento de los gases de efecto invernadero (GEI) presentes en la atmósfera, lo que equivale a una alteración en el efecto invernadero natural, por las actividades antrópicas como el crecimiento demográfico y las actividades de diversos sectores (Quirós-Vindas, 2015, Rodríguez Buitrago & Gutiérrez-Fernández, 2017). La cantidad de GEI que se emiten a la atmósfera por la acción directa o indirecta de un individuo, organización, evento o producto se expresa mediante un indicador ambiental conocido como huella de carbono (HC).

Este fenómeno puede ser susceptible a cambios en pro de revertir la situación presente, pero sobre todo mejorar el panorama futuro. Es un proceso que podría mitigarse de forma paulatina abordándolo con consciencia y sobre todo con compromiso (Quirós-Vindas, 2015).

En tal caso, se hizo necesario reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático. Es por eso que La Conferencia de Río fue testigo de la aprobación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, UNFCCC, que afirma la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y condujo a la firma en 1997 del Protocolo de Kyoto, que cuenta con medidas más enérgicas y jurídicamente vinculantes.

Más tarde, en 2015, se firma el Acuerdo de París, con el que se busca mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, con el fin de reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza. Para ello, entre otros objetivos, se pretende:

a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático (UNFCCC, 2015).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Luego, en reporte de 2018, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, conocido por el acrónimo en inglés IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) de las Naciones Unidas, se refiere a la necesidad de transiciones "rápidas y de gran alcance" en la tierra, la energía, la industria, los edificios, el transporte y las ciudades para limitar el calentamiento global a 1,5°C (IPCC, 2018).

Sería necesario que las emisiones netas globales de CO₂ de origen humano disminuyeran en 2030 alrededor de un 45% respecto a los niveles de 2010, y así gradualmente hasta alcanzar el "cero netos" alrededor de 2050. Eso significa que se necesitaría compensar cualquier emisión remanente por medio de remover CO₂ de la atmósfera (IPCC, 2018).

Cuba ya en el año 2015, bajo la coordinación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), comenzó un proceso de actualización de los documentos ya aprobados por el Consejo de Ministros para el enfrentamiento al cambio climático, conocidos como Tarea Vida. Este macro-proyecto tiene un alcance y jerarquía superiores a los documentos antes elaborados, referidos al tema. Su implementación requiere de un programa de inversiones progresivas que se irán ejecutando a corto (año 2020), mediano (2030), largo (2050) y muy largo (2100) plazos. Cuenta con cinco acciones estratégicas y 11 tareas (CITMA, 2017).

Específicamente la tarea 8 plantea "Implementar y controlar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático derivadas de las políticas sectoriales en los programas, planes y proyectos vinculados con la seguridad alimentaria, la energía renovable, la eficiencia energética (...)" (CITMA, 2017).

Por otra parte, el 23 de marzo de 2017, se firmó en Cuba el Decreto Ley No. 345, Del Desarrollo de las *Fuentes Renovables y el Uso Eficiente de Energía*, que tiene como objeto establecer las regulaciones para el desarrollo de las fuentes renovables de energía (FRE) y el uso eficiente de la energía. Para disminuir la emisión de los GEI y por tanto contribuir a la mitigación del cambio climático.

Cuba como país se propone alcanzar para el 2030 un 24% de generación de energía eléctrica a partir de las FRE (Arrastía, 2015). Escalonadamente, los diferentes sectores toman medidas y

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

ejecutan acciones para dar cumplimiento a la Tarea Vida. El Ministerio de Educación Superior (MES) no es la excepción.

En su quehacer diario, las personas no perciben que producir la energía eléctrica necesaria para las actividades laborales y académicas realizadas en las Instituciones de Educación Superior también emite gases de efecto invernadero que contribuyen a su HC. Como generalmente los lugares donde se genera la electricidad están alejados de los núcleos poblacionales, no es posible apreciar la contaminación que emite su producción en las unidades de generación que emplean combustibles fósiles (Arrastía, 2015).

Dentro de las acciones de enfrentamiento al cambio climático, el MES cuenta con varias IES cubanas que trabajan en relación con las FRE y da prioridad a potenciar las investigaciones vinculadas con la instalación y uso de FRE y el ahorro de combustibles fósiles, liderados por la Red de Energía del MES (MES, 2016). Una de esas instituciones es la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” (UNISS).

La UNISS está localizada en el centro del país. Es de conocimiento de las autoras de este trabajo que, en correspondencia con las prioridades del país, esta institución tiene un plan de ahorro de energía y cuenta con varios aparatos administrativos que controlan su cumplimiento. Sin embargo, sus consumos energéticos siguen dependiendo mayoritariamente de combustibles fósiles. Además, aun cuando en la UNISS funciona el Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI), con buenos resultados científicos en FRE, en la UNISS apenas se han implementado soluciones tecnológicas con FRE para disminuir su HC.

Dada la posición geográfica de Cuba, la energía solar brinda grandes posibilidades para implementar soluciones tecnológicas con FRE. La utilización de paneles solares, por ejemplo, abre paso a la eficiencia en la conservación y protección de los recursos naturales, así como a la reducción de la HC. Los sistemas fotovoltaicos (FV) tienen la capacidad de aprovechar la luz solar y convertirla en energía eléctrica para abastecer una demanda determinada.

El objetivo del presente trabajo es calcular la HC por concepto de consumo eléctrico de los campus Sede Central y Docente I de la UNISS y dimensionar una instalación solar fotovoltaica conectada a la red para cubrir su demanda.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

DESARROLLO

De acuerdo con el objetivo de esta investigación, es importante definir los conceptos de HC y dimensionamiento, así como referirse a las ventajas de la energía fotovoltaica, que hacen que sea la FRE seleccionada para la propuesta que aquí se presenta.

La HC es un indicador integral que representa la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera, tanto de forma directa como indirecta, derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios. Se expresa en toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂eq) y es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases que permite evaluar la presión de las actividades antropogénicas sobre los ecosistemas de remoción y almacenamiento de carbono (Guerra, Hsieh & Valderrama, 2013).

Como explica la Oficina Española de Cambio Climático (OECC 2016), las emisiones de GEI asociadas a las operaciones de una organización se pueden clasificar como emisiones directas o indirectas. Al referirnos a la HC de la organización y a las fuentes emisoras para su cálculo se recurre al término alcance, clasificándolos en alcances 1, 2 y 3.

Las emisiones de alcance 1, también denominadas emisiones directas, son aquellos GEI emitidos por la organización por el empleo directo de combustibles fósiles. Algunos ejemplos son en el uso de vehículos, calderas, hornos. En estos también se incluyen las pérdidas de gases refrigerantes y otros.

Las emisiones de alcance 2, son emisiones indirectas asociadas a la generación de electricidad adquirida por la organización. Mientras que las emisiones de alcance 3, también denominadas “otras emisiones indirectas”, son aquellas atribuibles a los productos y servicios adquiridos por la organización (Véase Figura 1).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

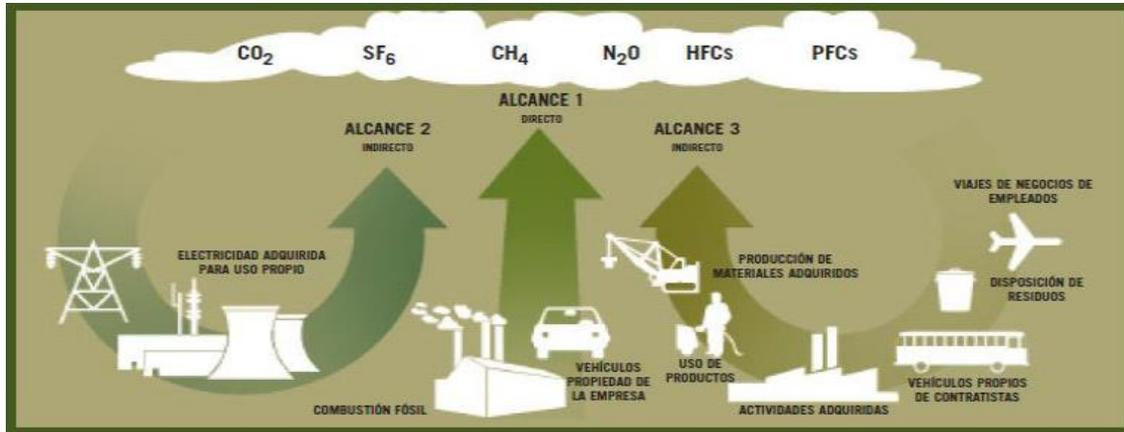


Figura 1. Esquema de los elementos que componen cada alcance.

Fuente: GHG Protocol en OECC (2016)

El diseño de un sistema fotovoltaico es un concepto muy amplio que incluye todas las tareas y especificaciones necesarias para que un sistema fotovoltaico funcione satisfactoriamente, con la mayor fiabilidad y al menor costo posible. El concepto de dimensionado o dimensionamiento, por su parte, es menos amplio y está incluido entre las tareas del diseño. Se entiende por dimensionamiento de un sistema fotovoltaico el cálculo del tamaño óptimo de la instalación; es decir, fundamentalmente, del tamaño óptimo del generador fotovoltaico. Aunque no es menos importante, en una fase posterior habrá que dimensionar también otros elementos de la instalación como son el inversor, el regulador de carga y el cableado (Aguilera & Hontoria, 2011), pero ello no constituye objetivo de la presente investigación.

En cuanto a las ventajas de la energía fotovoltaica, Stolik (2018) se refiere a las siguientes: Está disponible en todo el mundo. En términos de energía, la superficie del planeta recibe radiación solar en un rango desde 700 KWh/año/m² hasta 2 400 KWh/año/m²; el promedio total que recibe la superficie de la Tierra es de 1 700 KWh/año/m². La de Cuba es superior al del promedio mundial, debido a su localización geográfica, con unos 1 825 KWh/año/m². Además, es la más instantánea de las energías solares y es aditiva, o sea, se puede hacer una ampliación de la instalación FV en cualquier momento. Posee aplicaciones de amplio rango de potencia; desde fracciones de Watt hasta instalaciones actuales de cientos de Megawatts.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Por otra parte, el silicio está disponible en todo el mundo. El 94% de los módulos FV son de silicio cristalino (Si-c). Ellos son de fácil traslado y rápida instalación. Utiliza poca agua (solo se usa para limpiar los módulos) y son benignas para el medio ambiente, ya que los módulos se pueden reciclar. Igualmente, es silenciosa, es decir, no produce intrusión auditiva y puede instalarse contigua a la presencia de personas.

Los costos de operaciones y mantenimiento son más bajos que otras tecnologías (menos de 1% anual del costo inicial). Puede generar energía para su almacenamiento con la utilización de baterías u otros tipos de acumulación eléctrica. Se puede utilizar corriente directa y corriente alterna.

MATERIALES Y MÉTODOS

Existen varias metodologías para el cálculo de la HC, tanto de productos como de organizaciones. En la presente investigación se utilizó la norma UNE-ISO 14064-1 IHOBE, (autor corporativo) (2012).

Esta norma se desarrolló en 2006 de acuerdo con el *Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol)*, elaborado por el Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible. Luego, en 2015 fue corregida y, por tanto, perfeccionada. La misma especifica los principios y requisitos a nivel de organización para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI (OECC, 2016).

Además, se tomó en consideración las directrices del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, conocido por el acrónimo en inglés IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) de las Naciones Unidas (IPCC, 2006), organización internacional que rige las acciones para mitigar el cambio climático.

Para el cálculo de la HC, la norma UNE-ISO 14064-1 establece que deben tomarse previamente una serie de decisiones (IHOBE, 2012 y OECC, 2016).

1. Establecer los límites de la organización y los límites operativos.
2. Elegir el periodo para el que se va a calcular la HC.
3. Recopilar los datos de actividad de estas operaciones.
4. Buscar los factores de emisión adecuados.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Los límites de la organización y los límites operativos se refieren a qué áreas de la organización se incluirán en la recolección de información y en los cálculos, así como en identificar las emisiones asociadas a las operaciones dentro de esas áreas, distinguiendo entre emisiones directas (Alcance 1) e indirectas (Alcances 2 y 3) (Figura 1).

Una vez tomadas las decisiones necesarias, es posible calcular la HC de alcance 2 en el período estudiado por medio de la Ecuación 1:

$$HC=CEE*FE \quad (1)$$

Donde CEE es el consumo mensual de energía eléctrica (kWh) y FE es el factor de emisión (kg CO₂ eq/kWh).

Como el dimensionamiento es la primera fase del diseño, en esta investigación se siguió la primera parte de la metodología recomendada por Mesa (2017) y Pérez (2019). En primer lugar, se analizaron las características solares de la zona en términos de irradiación, índice de claridad, irradiancia y horas de sol pico. En correspondencia con el recurso solar y teniendo en cuenta la demanda eléctrica a cubrir y se seleccionó el diseño según sus principales características, para a partir de ahí determinar el tipo de panel y proceder al dimensionamiento, es decir, calcular el número de paneles necesarios para generar la energía que ha de cubrir la demanda, lo cual se hace mediante la Ecuación 2:

$$No \ de \ módulos = \frac{Energía \ Necesaria}{HSP * Rendimiento \ del \ sistema * Potencia \ del \ panel} \quad (2)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Huella de carbono

La UNISS cuenta con cinco campus y varias sedes municipales. Para la presente investigación los límites de la organización seleccionados fueron la Sede Central y el Docente I de la UNISS. En el caso de la Sede Central, la selección se debió a que es el campus de mayor área y de mayor consumo eléctrico. Incluye la cocina-comedor central, la Residencia Estudiantil I, el Rectorado, la Facultad de Ciencias Pedagógicas, la Facultad de Ciencias Técnicas y Empresariales, la Facultad de Cultura Física, la Dirección de Informatización, talleres, almacenes, y otras áreas académicas y administrativas.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

En cuanto al Docente I (que incluye la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el Colegio Universitario, la Dirección de Desarrollo, la Dirección Posgrado y el CEEPI, entre otros), la selección estuvo relacionada con que allí radica el CEEPI, que como se explicó, es un centro de estudios dedicado al estudio e implementación de las FRE.

Los límites operativos lo constituyen las emisiones indirectas de GEI, ya que se decidió recolectar información y realizar los cálculos solamente a partir de emisiones procedentes de la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización (Alcance 2); ya que la contaminación ambiental asociada a la generación eléctrica es reconocida como uno de los problemas a resolver.

Generalmente el periodo para el que se calcula la HC es el año anterior al que se desarrolla el estudio. Sin embargo, en este caso se decidió utilizar los datos de enero a diciembre de 2018, porque en 2019 a causa de medidas extraterritoriales del Gobierno de Estados Unidos se produjo una contingencia energética en Cuba que condujo a tomar decisiones y medidas energéticas en el país (Figueredo Reinaldo, Fuentes Puebla, Doimeadios Guerrero & Romeo Matos, 2019) que hizo que durante varios meses los niveles de consumo eléctrico no se correspondieran con el histórico de la entidad.

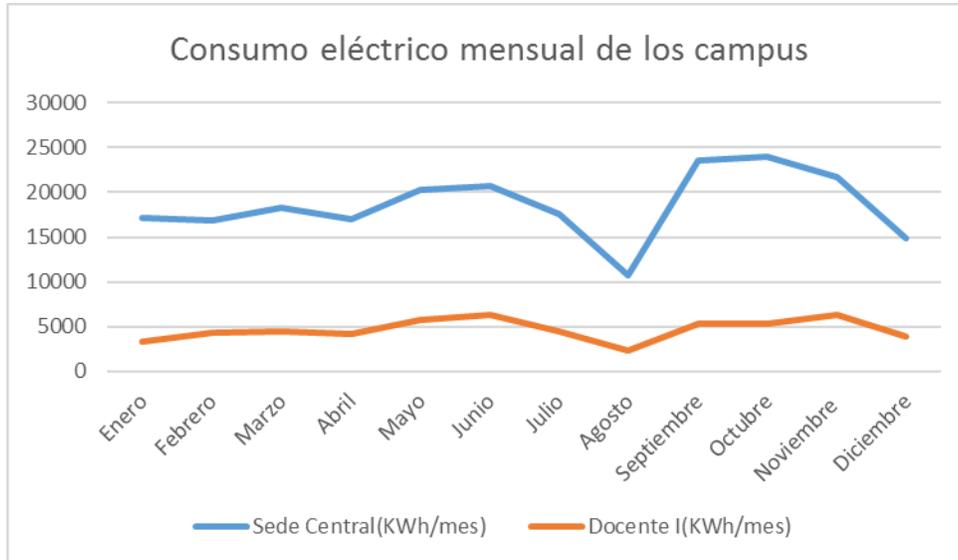
A partir de datos aportados por la Oficina de Planificación y Estadística de la UNISS, se recopilaron y tabularon los consumos de energía eléctrica (expresados en kWh) durante el año 2018. La Gráfica 1 muestra los consumos mensuales de los campus en cuestión, y sus valores máximos y mínimos.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu



Gráfica 1. Consumo energético mensual de los Campus Sede Central y Docente I de la UNISS en 2018

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la Oficina de Planificación y Estadística de la UNISS

Como era de esperar por la propia actividad de la UNISS, en el mes de agosto el consumo es mínimo, porque este mes y gran parte de julio constituye el periodo vacacional. Mientras que se aprecian mayores consumos en junio y de septiembre a noviembre; esto podría estar asociado al uso de ventiladores y aires acondicionados por las altas temperaturas ambientales y al incremento de actividades docentes que se generan a final y principio de curso. Los consumos máximos se produjeron en octubre en la Sede central y en noviembre en el Docente I.

El factor de emisión supone la cantidad de GEI emitidos por energía eléctrica consumida. Estos factores varían en función de la actividad que se trate. En relación a la actividad que se estudió, el factor de emisiones de la electricidad entregada en Cuba fue de 1,127 kg CO₂ eq/kWh, según la Oficina Nacional de Estadística e Información (Arrastía, 2015).

Como se explicó en la sección Materiales y Métodos, una vez tomadas las decisiones necesarias, a partir del consumo mensual de energía eléctrica de ambos campus (Gráfica 1), se calculó la HC de alcance 2 de ambos campus en todos los meses del periodo estudiado por medio de la Ecuación 1: $HC=CEE*FE$ (1)

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Donde CEE es el consumo mensual de energía eléctrica (kWh) y FE es el factor de emisión (kg CO₂ eq/kWh). Los resultados pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Consumo eléctrico y Huella de Carbono de alcance 2 de la Sede Central y el Docente I en la UNISS en 2018

Meses	Sede Central		Docente I	
	Consumo KWh/mes	HC (KgCO ₂ eq)	Consumo KWh/mes	HC (KgCO ₂ eq)
Enero	17209.96	19395.62	3310.80	3731.27
Febrero	16889.88	19034.89	4256.00	4796.51
Marzo	18338.98	20668.03	4447.88	5012.76
Abril	17058.00	19224.36	4218.00	4753.68
Mayo	20233.70	22803.37	5727.87	6455.30
Junio	20671.80	23297.11	6378.00	7188.00
Julio	17510.97	19734.86	4513.50	5086.71
Agosto	10746.77	12111.60	2344.80	2642.58
Septiembre	23577.90	26572.29	5250.90	5917.76
Octubre	24019.73	27070.23	5347.50	6026.63
Noviembre	21679.80	24433.13	6267.90	7063.92
Diciembre	14912.86	16806.79	3817.80	4302.66
Promedios	18570.86	20929.36	4656.74	5248.15
Sumatoria	222850.35	251152.34	55880.95	62977.83

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la Oficina de Planificación y Estadística de la UNISS

Además, se determinó que el promedio mensual de la HC de alcance 2 de la Sede Central es de alrededor de $21 \cdot 10^3$ KgCO₂eq y el del Docente I es $5,2 \cdot 10^3$ KgCO₂eq, lo que representa al año emisiones de aproximadamente $251 \cdot 10^3$ KgCO₂eq y $63 \cdot 10^3$ KgCO₂eq, respectivamente. O sea, un total entre ambos campus de $314 \cdot 10^3$ KgCO₂ eq (Tabla 1). Ello representa más de 314 t CO₂ eq de GEI emitidos a la atmósfera en un año.

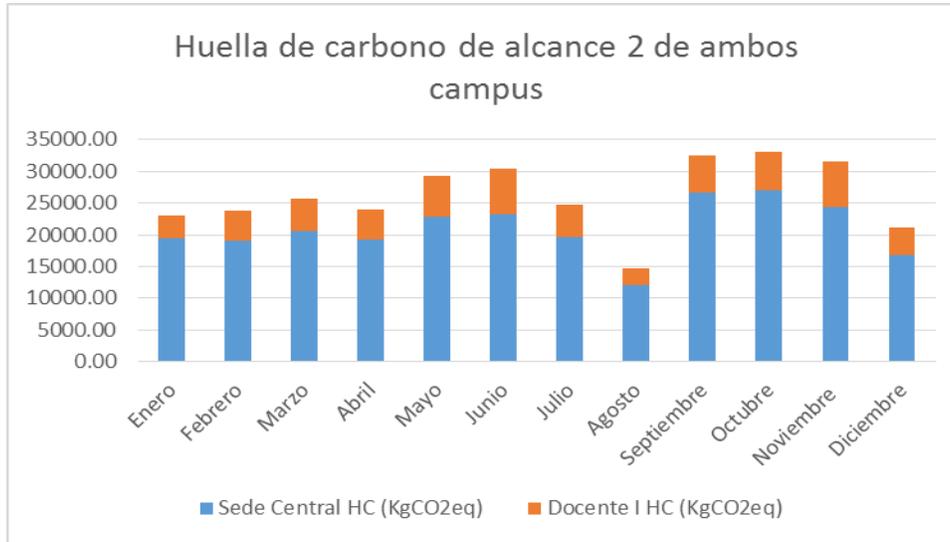
Si bien la Tabla 1 muestra los valores específicos, la Gráfica 2 permite visualizar los meses en que la HC de alcance 2 (expresada en Kg CO₂eq) de los campus Sede Central y Docente I alcanzaron los mayores valores en 2018: junio, y de septiembre a noviembre, en correspondencia con los consumos eléctricos.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu



Gráfica 2. Huella de carbono de alcance 2 en Kg CO₂eq por meses de los campus Sede Central y Docente I de la UNISS

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la Oficina de Planificación y Estadística de la UNISS

Dimensionamiento solar fotovoltaico

Datos aportados por el Centro Meteorológico Provincial de Sancti Spíritus permitieron estudiar la característica solar de la zona donde se encuentra la UNISS. Las Figuras 2 y 3 muestran cómo se comporta la irradiación, el índice de claridad y la irradiancia por meses. El promedio de Horas de sol pico (energía por unidad de superficie que se recibiría con una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m²) para la región de Sancti Spíritus es de aproximadamente 6 kWh/m²/d. Ello quiere decir que durante 6 horas al día los paneles FV proporcionarían su potencia pico, lo que se considera buen rendimiento, según Pérez (2019).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

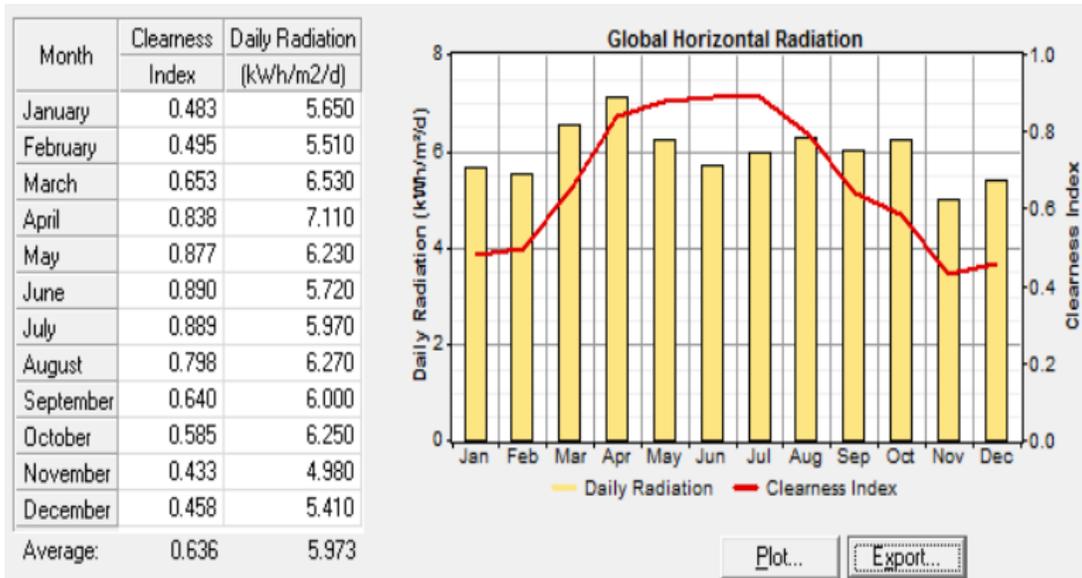


Figura 2. Horas de sol pico (HSP), Índice de claridad

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por el Centro Meteorológico Provincial de Sancti Spíritus empleando HOMER Legacy (v2.68 beta)

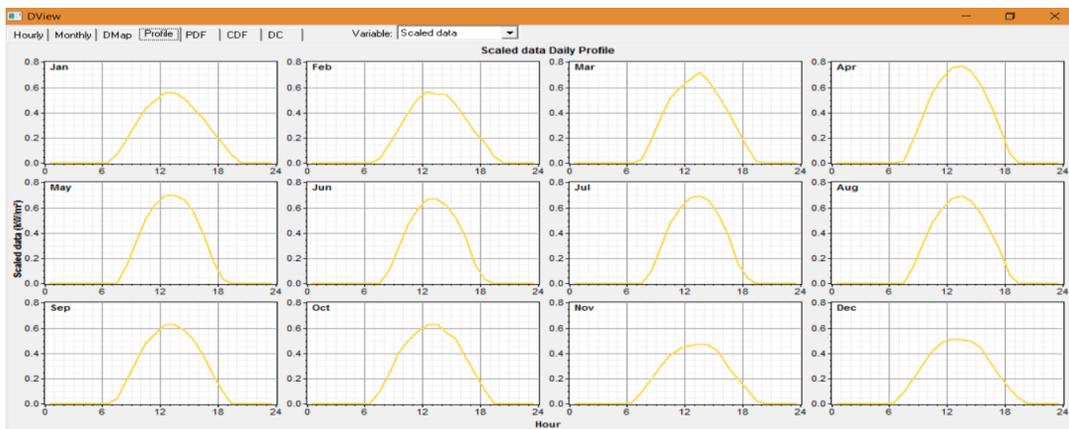


Figura 3. Insolación (Hora de salida del sol y hora de puesta)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por el Centro Meteorológico Provincial de Sancti Spíritus empleando HOMER Legacy (v2.68 beta)

A partir de la característica solar y teniendo en cuenta los altos costos de las baterías y su mantenimiento, para la presente investigación, se seleccionó un diseño FV conectado a la red sin almacenamiento (Figura 4). Los sistemas conectados a la red se componen,

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

fundamentalmente, de los módulos FV que integran el generador FV, el inversor-regulador que convierte la corriente continua de los paneles en alterna con la frecuencia de red adecuada y la inyecta a la misma, y el contador de energía.

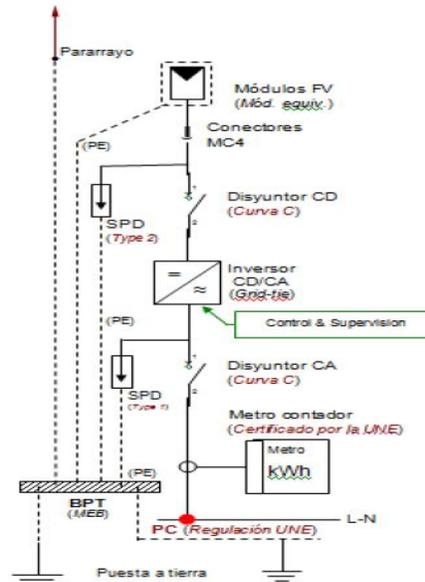


Figura 4. Esquema de un diseño fotovoltaico, conectado a la red sin almacenamiento.

Fuente: Pérez (2019)

Los paneles solares son los principales componentes de los módulos FV. Son dispositivos creados para aprovechar la energía en forma de radiación solar que llega a la Tierra. Los paneles basan la producción de electricidad en lo que se denomina efecto fotoeléctrico, el cual consiste en la producción de voltaje en un material que tenga características semiconductoras mediante la absorción de radiación electromagnética como el haz de luz. Dichos materiales se utilizan para formar lo que se denomina las células FV (Quirós-Vindas, 2015), las que se encapsulan entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Los paneles se asocian eléctricamente en diferentes combinaciones, ya sean en serie o paralelo, o una combinación de ambos, que permiten obtener los valores de corriente y tensión necesarios para una aplicación determinada. Pueden ser: monocristalinos, policristalinos y amorfos o de lámina delgada (Mesa, 2017).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Los más utilizados en Cuba son los policristalinos ya que es posible aprovechar sus valores de eficiencia dada la irradiancia de la zona geográfica donde se encuentra. Específicamente, son de uso muy común, y por ello seleccionados para esta investigación, los módulos de 265 Wp de potencia máxima, generalmente fabricados en China. Algunas de sus características técnicas son:

- Corriente de cortocircuito del módulo: $I_{sc} = 9,03 \text{ A}$
- Corriente de máxima potencia: $I_{mp} = 8,44 \text{ A}$
- Tensión a circuito abierto: $V_{oc} = 38,6 \text{ V}$
- Tensión de máxima potencia: $V_{mp} = 31,4 \text{ V}$

Para instalaciones FV conectadas a la red en las que los módulos fotovoltaicos van sujetos a una estructura fija, la inclinación de los módulos debe favorecer la máxima producción de energía al año. Según estudios realizados por el Centro Meteorológico Provincial, en la zona donde está ubicada la UNISS los paneles deben estar inclinados al sur con un ángulo de inclinación de aproximadamente 17° .

Para determinar la cantidad necesaria de paneles solares a utilizar de 265 Wp de potencia máxima que cubra la demanda de los campus, se utilizó la Ecuación 2:

$$No \ de \ módulos = \frac{Energía \ Necesaria}{HSP * Rendimiento \ del \ sistema * Potencia \ del \ panel} \quad (2)$$

Para realizar los cálculos se tuvo en cuenta el rendimiento del sistema o rendimiento energético de acuerdo con los siguientes parámetros:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor
- Otros

A partir de los valores que se mostraron en la Gráfica 1, se definieron los picos de consumo de energía eléctrica de los campus Sede Central y Docente I en 2018, teniendo en cuenta que ese

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

consumo se comportó de manera similar a los años anteriores, según reportó la Oficina de Planificación y Estadística de la UNISS. Estos valores representan la Energía Necesaria en la Ecuación 2. Así se pudo definir que la cantidad de paneles para cubrir la demanda de la Sede Central es de aproximadamente, 650 y de 200 para el Docente I, o sea, que se necesita un total de 850 paneles policristalinos de 265 Wp para cubrir la demanda de ambos campus.

Luego, con la Ecuación 3, es posible calcular la producción de energía media de los paneles solares por días.

$$E. mg = \frac{W(\text{pico}) * HSP * \eta(\text{total})}{1000W/m^2} \quad (3)$$

Donde E.mg es Energía media generada por día en KWh/d; W (pico) es potencia pico del panel; HSP son las horas de sol pico para la región; y $\eta(\text{total})$ es la eficiencia total del sistema.

Este valor se multiplica por la cantidad de días de cada mes y se obtiene la energía mensual generada por el sistema. La Tabla 2 muestra el consumo del 2018 por meses y la producción prevista para el dimensionamiento calculado.

A partir de estos datos, se elaboraron las Gráficas 3 y 4 que permiten apreciar que si estos campus de la UNISS mantienen un consumo eléctrico similar al del periodo estudiado, con el dimensionamiento calculado es posible suplir la demanda de ambos campus durante las horas de mayor actividad, que coinciden con las HSP de la región, durante casi todo el año. En la noche, los campus se abastecerían del SEN. En el caso del mes de noviembre, al ser el período de menor HSP, índice de claridad e irradiancia, si fuera necesario se consumiría una parte de la corriente eléctrica del SEN en horas del día. De igual manera, el exceso de energía producida durante el día gran parte del año podría aportarse al SEN.

Tabla 2. Consumo por meses (2018) y producción de energía eléctrica (prevista) del sistema fotovoltaico propuesto para la Sede Central y el Docente I de la UNISS

Meses	HSP	Sede Central		Docente I	
		Consumo kWh/d	Producción kWh/d	Consumo KWh/d	Producción KWh/d
Enero	5.65	555.16	681.24	106.80	209.61
Febrero	5.51	603.21	664.36	152.00	204.42
Marzo	6.53	591.58	787.35	143.48	242.26
Abril	7.11	568.6	857.28	140.60	263.78
Mayo	6.23	652.7	751.18	184.77	231.13

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



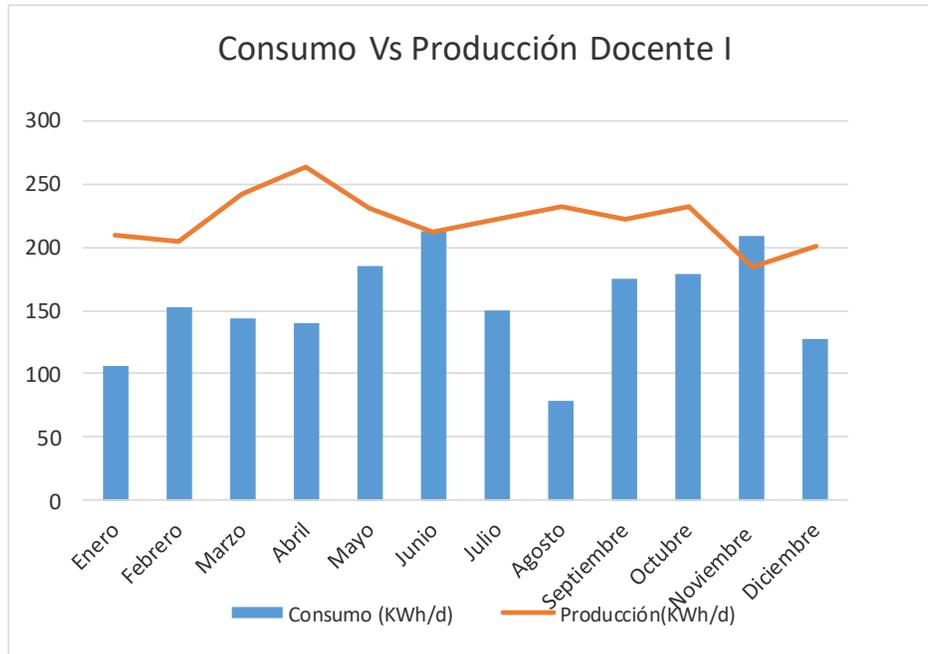
<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Junio	5.72	689.06	689.68	212.60	212.21
Julio	5.97	564.87	719.83	150.45	221.48
Agosto	6.27	346.67	756.00	78.16	232.61
Septiembre	6	785.93	723.45	175.03	222.60
Octubre	6.25	774.83	753.59	178.25	231.87
Noviembre	4.98	722.66	600.46	208.93	184.75
Diciembre	5.41	481.06	652.31	127.26	200.71

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 3. Relación entre el consumo (2018) y la producción de energía (prevista) del sistema fotovoltaico propuesto para la Sede Central

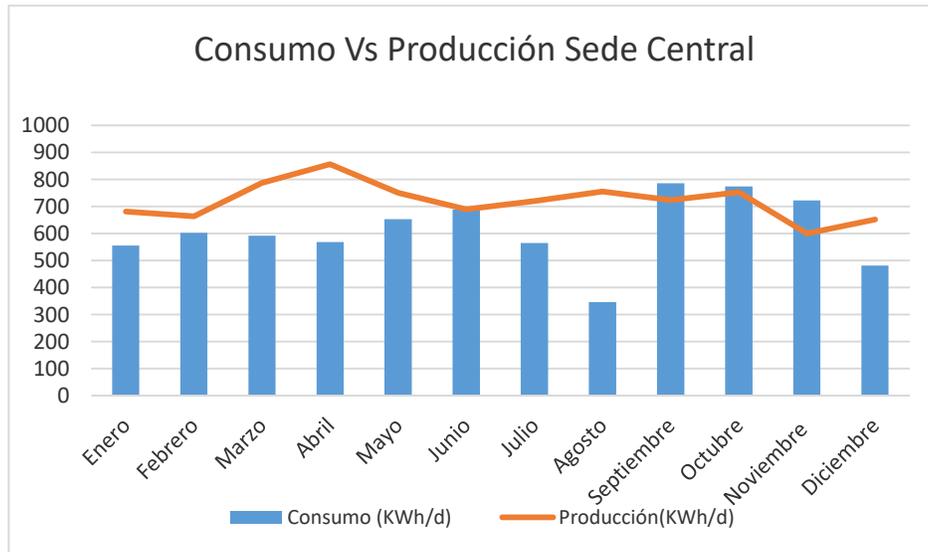
Fuente: Elaboración propia

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu



Gráfica 4. Relación entre el consumo (2018) y la producción de energía eléctrica (prevista) del sistema fotovoltaico propuesto para el Docente I

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

El aumento de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera es la principal causa del drástico cambio climático que pone en riesgo la vida en el planeta. La huella de carbono (HC) es un indicador ambiental que expresa la cantidad de GEI que se emiten a la atmósfera por la acción directa o indirecta de un individuo, organización, evento o producto. Para tener conciencia de cuánto la actividad humana influye en el cambio climático, es recomendable el cálculo de la HC de las organizaciones. La investigación realizada permitió calcular la HC de alcance 2 de los campus Sede Central y Docente I de la UNISS en el año 2018. Se demostró que entre ambos campus se emitieron aproximadamente 314 t CO₂ eq de GEI a la atmósfera por concepto de consumo eléctrico.

Para disminuir la emisión de los GEI y por tanto contribuir a la mitigación del cambio climático, se han establecido regulaciones para el desarrollo de las fuentes renovables de energía y el uso eficiente de la energía en Cuba. Específicamente, la energía fotovoltaica posee ventajas que hacen que sea la fuente seleccionada para la propuesta que aquí se presenta.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

A partir del análisis de las características solares de la zona, se seleccionó el diseño fotovoltaico y el tipo de panel, y se determinó el número de paneles. Es decir, se calculó el dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica sin almacenamiento conectada a la red para cubrir la demanda. Se demostró que, si se mantiene el comportamiento histórico de consumo, con 650 y 200 paneles policristalinos de 265 Wp, se supe la demanda de energía eléctrica de la Sede Central y Docente I, respectivamente. O sea, que se necesitarían 850 paneles con las características antes especificadas.

Para presentar una propuesta más completa del sistema fotovoltaico para estos campus, sería necesario determinar aún algunos de los principales elementos del sistema tales como el inversor-regulador, conectores y sistemas de aterramiento contra descargas eléctricas, pero estas actividades están más allá del alcance de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, J., & Hontoria, L. (2011). Dimensionado de sistemas fotovoltaicos autónomos. Recuperado de <https://manuelberaun.files.wordpress.com/2011/12/dimensionado-de-sfv-autonomos.pdf>
- Arrastía Avila, M. A. (2015). Electricidad y emisiones de CO₂. *Energía y Tú*, (70), 21-24.
- Figueredo Reinaldo, O., Fuentes Puebla, T., Doimeadios Guerrero, D. & Romeo Matos, L. (11 de septiembre, 2019). Presidente Díaz-Canel informa medidas coyunturales ante situación energética de Cuba. *Cubadebate*. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/noticias/2019/09/11/presidente-diaz-canel-informa-nuevas-medidas-ante-situacion-energetica-de-cuba/>
- Guerra, L. (2013). *Metodología para el análisis de la huella de carbono a través del análisis de ciclo de vida de sistemas lecheros de Costa Rica*. Recuperado de <http://gamma.catie.ac.cr/ecleds/wp-content/uploads/2013/04/Metodologia-de-HC-LCA140420131.pdf>
- Hsieh, T. & Valderrama, J. O. (2013). Determinación de la Huella del Carbono mediante el Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3) para una Empresa Vitivinícola en Chile. *Información tecnológica*, 24(4), 3-14.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

IHOBE (autor corporativo) (2012). *Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernadero en organizaciones*. Bilbao, España. Ediciones Bilbao.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Recuperado de https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_4_Ch4_Fugitive_Emissions.pdf

IPCC (2018). *Special Report. Global Warming of 1.5 °C*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr_181008_P48_spm_es.pdf

Mesa Lozano, M. (2017). *Electrificación de zonas rurales aisladas en África (Nikki)*. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Madrid, España.

Ministerio de Educación Superior, (MES) (2016). *Estrategia Ambiental del Ministerio de Educación Superior*.

Oficina Española de Cambio Climático (OECC) (2016). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Madrid, España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Pérez Lorenzo, A. (2019). *Tipos de sistemas fotovoltaicos y principios de diseño*. Material de clase. Integración de Sistemas Fotovoltaicos al Diseño de Proyectos Civiles, Industriales y Agroindustriales. Ciego de Ávila, Cuba. Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”,

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA) (2017). *Enfrentamiento al cambio climático en la República de Cuba*. La Habana. Cuba. Recuperado de <https://www.citma.gob.cu>.

Quirós-Vindas, G. (2015). *Determinación de la huella de carbono y utilización de energía solar en unidades productoras de leche como alternativa al cambio climático en la Región Huetar Norte de Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sede Regional San Carlos.

Rodríguez Buitrago, A. M. & Gutiérrez-Fernández, F. (2017). *Reducción de la huella de carbono por medio de la implementación de un sistema fotovoltaico en el sector hotelero. Caso de*

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

estudio anaira hostel (Leticia-Amazonas - Colombia). *Revista de Tecnología*, 16, 170.

Stolik Novygrad, D. (2018). Ventajas y desventajas de la energía fotovoltaica. Bosquejo integral para la aplicación de la FV. *Energía y Tú*, (82), 9-13.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio (UNFCCC) (2015). *Acuerdo de París sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <https://www.exteriores.gob.es>

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

¿Cómo citar este artículo?

Yaba, J., Beltrán Marín, A. L., & Sebrango Rodríguez, C. (mayo-agosto, 2020). Programa de educación stem para el sistema educativo de Angola. Revista *Márgenes*, 8(2), 54-65. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/>

TÍTULO: PROGRAMA DE EDUCACIÓN STEM PARA EL SISTEMA EDUCATIVO DE ANGOLA

TITLE: A STEM EDUCATION PROGRAM FOR THE ANGOLA EDUCATION SYSTEM

Autores: Lic. Junilson Yaba¹, Dra. C Anna Lidia Beltrán-Marín², Dr. C Carlos Sebrango-Rodríguez³

¹ Licenciado en Educación, Especialidad Matemática-Física. Estudiante de Angola de la maestría en Ciencias de la Educación de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Correo electrónico: internacionalcr7@hotmail.com

² Doctora en Ciencias Filosóficas. Profesora Titular. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Departamento de Marxismo e Historia, Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9527-0083> Correo electrónico: anna@uniss.edu.cu

³ Doctor en Ciencias Matemáticas. Profesor Titular. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Departamento Matemática, Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <https://orcid/0000-0001-6453-1538> Correo electrónico: sebrango@uniss.edu.cu

RESUMEN

El desarrollo de la llamada cuarta revolución industrial, que se respalda en el uso de la tecnología y la automatización para hacer más eficientes los procesos de producción, implica que alrededor del 50 % de los empleos de hoy no existirán en los próximos años. La oferta de trabajo irá cambiando al transformarse los requerimientos de las nuevas empresas, por lo que la educación de hoy juega un papel determinante en la preparación de los jóvenes si se quiere que estén listos para afrontar los retos de las carreras del futuro. En consecuencia, se demandan transformaciones en la educación para que esté

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

en correspondencia con el avance de la industria 4.0. Se plantea como objetivo desarrollar un programa de educación STEM para el sistema educativo de Angola.

Se emplearon métodos teóricos, fundamentalmente el histórico-lógico, inductivo-deductivo, analítico-sintético y entre los empíricos: el análisis documental, el criterio de expertos.

Entre los resultados obtenidos están la concepción de que se requiere aprendizaje crítico, resolución de problemas, creatividad, innovación, investigación, colaboración y liderazgo para crear competencias que permitan enfrentar el mundo laboral del siglo XXI. El programa consta de cuatro fases con acciones específicas: cursos, conferencias interactivas e interdisciplinarias con la participación de docentes, estudiantes y empresarios, foros STEM, S.T.E.M. (acrónimo en inglés de science, technology, engineering y mathematics que designa las disciplinas académicas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) para acercar a los estudiantes al mercado laboral y oportunidades de emprendimiento y la constitución de la red STEM angolana.

Palabras clave: educación; ciencia; ingeniería; matemática; tecnología.

ABSTRACT

The development of the so-called fourth industrial revolution, which supported by the use of technology and automation to make production processes more efficient, implies that around 50% of today's jobs will not exist in the upcoming years. The job offer will change as the requirements of new companies will be transformed. Therefore, today's education plays a decisive role in preparing young people if they are to be ready to face the challenges of future careers. Consequently, transformations in education are required for it to be in correspondence with the advance of industry 4.0. The objective of this paper is to develop a STEM education program for the educational system in Angola. Theoretical methods were used, mainly the logical-historical, inductive- deductive, synthetic-analytical. As to the empirical methods, the documentary analysis and the expert criteria

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

were applied. Among the obtained results are the conception that critical learning, problem solving, creativity, innovation, research, collaboration and leadership are required to create competencies that allow facing the 21st century workplace. The program consists of four phases with specific actions: courses; interactive and interdisciplinary conferences with the participation of teachers, students and employers; STEM forums to bring students closer to the labor market and entrepreneurship opportunities; and the establishment of the Angolan STEM network.

Keywords: education; science; engineering; mathematics; technology.

INTRODUCCIÓN

La falta de formación es una restricción clave para la innovación, obstaculiza el crecimiento de la productividad y el desarrollo económico. En particular, la escasez en la oferta de profesionales capacitados en las disciplinas relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas debilita el potencial innovador de una sociedad. La innovación es la fuerza que dirige el desarrollo de la economía, no es posible sin profesionales preparados en matemáticas y ciencias.

La sociedad contemporánea requiere profesionales capacitados en el sector de la tecnología avanzada, por lo que el sistema educativo es responsable de desarrollar competencias para estos aprendizajes, en los cuales las relaciones interdisciplinarias protagonizan la integración de estas disciplinas conocidas como STEM.

STEM además, es utilizado para abordar determinados tratamientos sobre temas relacionados con las ciencias, la educación, la fuerza de trabajo, la seguridad nacional o la inmigración. Puede incluir también química, informática, tecnología de la información, ingeniería, ciencias de la tierra, ciencias de la vida, ciencias matemáticas, física, astronomía, psicología o ciencias sociales.

La sociedad angolana se encamina a lograr las metas de desarrollo sostenible y en ese sentido se propone como bases para su materialización el Plan de Desarrollo Nacional

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

(PDN) 2018-2022. El presidente de Angola ha llamado a mejorar la calidad de la educación desde la enseñanza primaria como base del desarrollo cultural de la nación. En este sentido, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) suscribió en junio 2020 un convenio para promover la interacción entre empresas y universidades en favor del adelanto tecnológico y lograr la convergencia esperada entre educación, tecnología, ciencia e innovación como un factor de progreso económico y social (Prensa Latina, 2020).

Sin embargo, la educación en Angola, carece de articulación entre las diferentes enseñanzas y entre los años de la Educación Superior, a lo anterior se añade la ausencia de programas encaminados a la educación en Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas.

Este artículo adelanta algunos resultados de la investigación realizada por los autores, encaminada a solucionar uno de los retos de la educación en ese país africano. El objetivo del artículo es desarrollar un programa en educación STEM para el sistema educativo angolano, que contribuya a crear competencias que permitan enfrentar el mercado del trabajo en el presente siglo.

DESARROLLO

Para entender por qué es necesaria la educación STEM se debe partir del propio significado de las letras que integran el acrónimo. La S de ciencia abarca problemas que van desde el cambio climático o la medicina. La T de tecnología incluye computadoras hasta la era digital con Inteligencia Artificial y programación, la E de ingeniería comprende infraestructura, diseño de edificios, ciudades y puentes, la M de matemáticas contiene campos que van desde economía, contabilidad, inversiones e impuestos, analistas, criptógrafos, etc. En los países que han avanzado rápidamente en esta forma de educación, se añade la letra A, pues el arte y la creación artística son imprescindibles para perfeccionar estos modelos educativos.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

La educación STEM adquiere importancia creciente en varios países como resultado de la declaración de Beijing al final de 2014 realizada por el Inter Academic Panel, reforzado por el plan nacional sobre la educación STEM lanzado en Estados Unidos en 2015, donde el tema se encuentra presente y gana espacio; debido a que la integralidad del conocimiento adquirido por los estudiantes y la motivación que desarrollan por el estudio de estas áreas, coincide con la importancia actual de motivar y aumentar las matrículas de carreras en Ciencias, Ingeniería, Matemáticas y Tecnología para el desarrollo de los territorios.

STEM incita a los estudiantes a explorar, asimilar, aplicar conceptos y metodologías relacionados con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas; estimula al desarrollo en los estudiantes de habilidades de aprendizaje continuo que les posibilite colaborar en la solución de problemas personales y sociales. “STEM busca que a través de la robótica se utilicen herramientas tecnológicas que facilitan el aprendizaje, adquiriendo nuevos conocimientos de forma más ágil y sencilla” (Bastidas, s/f, párr. 1).

Estudios empíricos realizados revelan que países con una mayor proporción de graduados de ingeniería tienden a crecer más rápido que los países con una mayor proporción de los graduados en otras disciplinas (Kevin, 1991).

Además, el cambio tecnológico actual está vinculado a las habilidades y las tareas relacionadas con las asignaturas ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

La primera interacción con la ciencia y las matemáticas ocurre en la primaria y en la educación secundaria, la transición de la enseñanza media a la educación superior ha sido identificada como el punto en que la mayor parte de los estudiantes dejan la trayectoria de la ciencia y la tecnología (Kevin, 1991).

La demanda de perfiles STEM crece y las matrículas de estas carreras en las universidades no aumentan. Lo cual demuestra que los jóvenes no estudian los grados que requiere el mercado. La raíz de la falta de interés por estas carreras se remonta a la

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

enseñanza primaria y media, donde las asignaturas de ciencias como las matemáticas se presentan como materias complicadas y poco interesantes.

Xie & Shauman 2003 (como se citó en Bonder, 2017) apuntan, que se aprecia además una amplia brecha de género en todos los niveles de las disciplinas STEM en el mundo. Aunque las mujeres han logrado avances importantes en su participación en la educación superior, todavía están poco representadas en estos campos. Este problema es más agudo en los niveles más jóvenes en las jerarquías académicas y profesionales. La educación STEM efectiva despierta interés en la identificación de habilidades, activa el pensamiento científico y matemático, permite ganar habilidades prácticas y sustenta el interés en la ciencia, la matemática y la tecnología.

Entre los elementos que contribuyen a una educación STEM efectiva se encuentran:

- Estándares educativos
- Currículo
- Profesores bien calificados

El sistema educativo presenta desafíos para poder cumplir con el reto de formar las nuevas profesiones que requieren habilidades STEM, estos son:

- Profesionales altamente calificados
- Infraestructura escolar necesaria (computadoras, laboratorios, materiales, etc.).

Enfrentar estos desafíos permitirá incrementar la cantidad de empleados con conocimientos y habilidades; elevar el nivel básico de estos conocimientos en la sociedad; crear el potencial para incorporar a la mujer en las áreas relacionadas con la ciencia y la tecnología; desarrollar actitudes positivas en la sociedad hacia las asignaturas STEM y preparar a los estudiantes para el aprendizaje a lo largo de la vida.

La educación STEM requiere:

- Estudiantes: protagonistas del proceso de aprendizaje.
- Creatividad y pensamiento crítico.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

- Aprendizaje colaborativo, prácticas interdisciplinarias, coordinación con otros ámbitos (formativos y productivos).
- Experiencias recreativas y artísticas.
- Análisis de problemas y creación de soluciones.
- Comprensión de la dimensión ética y política de STEM.
- Análisis crítico de los sesgos de género en los paradigmas científicos y tecnológicos dominantes a través de la historia y en el presente.
- Ciudadanía informada en STEM.

MATERIALES Y MÉTODOS

En Angola a partir de la implementación de profundas transformaciones efectuadas desde 1977 y con la reforma educativa del 2001 se cuenta con una estrategia para el desarrollo del sistema de educación, lo que dio inicio a una nueva etapa caracterizada por la optimización del proceso docente educativo en todos los niveles de enseñanza.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2017 de la República de Angola, identificó a la falta de cuadros técnicos y profesionales formados en distintas disciplinas como una de las principales barreras que se oponen al desarrollo del país.

En 2016 la Asamblea Nacional aprobó una nueva Ley de la Educación, según la cual se amplía la educación obligatoria hasta el Noveno grado (que se cursa con 14 años). (Ley N° 17/16 de 17 de Octubre). En consecuencia, se prioriza, para la investigación científica, el financiamiento de proyectos, aseguramiento de laboratorios y el aumento del número de investigadores doctorados, como bases para la materialización de metas del Plan de Desarrollo Nacional 2018-2022.

El actual PDN, proyecta la estrategia “Angola 2025”, orientada a la implementación de políticas para el bienestar y la calidad de vida de las familias angolanas, así como aumentar la capacidad emprendedora y de la innovación y la creación de empleos.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

La Ministra de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Sambo (2020), expresó recientemente, que se construyen instalaciones que estarán conectadas con el centro de ciencias y debe educar y capacitar a los niños con mucha interactividad en este campo. Con el propósito de promover la cultura científica, contribuir a mejorar la enseñanza de las ciencias, generalizar la enseñanza y atraer a los jóvenes a carreras tecnológicas.

Según la nota de prensa de la embajada de Angola (2020) es necesario reformular la red de instituciones públicas de educación superior y dar valor a los principios de racionalización de los recursos existentes, la orientación de la nueva oferta de formación para cursos de pregrado, de acuerdo con la demanda real del mercado laboral y del desarrollo económico del país.

El sistema educativo angolano contempla en su estructura, la preparación en ciencias y matemática desde la primaria hasta la educación superior. Varias carreras universitarias incluyen estas asignaturas. Sin embargo, no se concreta la intención encaminada a desarrollar la educación orientada al conocimiento y habilidades que implican la impartición de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática que garantice el liderazgo de los egresados para el mercado laboral global actual.

Los estudiantes angolanos, con edades comprendidas entre los 10 a 20 años, constituyen la generación encargada del cambio global y la erradicación de los problemas relacionados con el desarrollo económico y social, en consecuencia, están comprometidos con la creación de tecnologías basadas en competencias STEM para asumir la denominada 4. revolución tecnológica y sean capaces de competir en el mundo laboral del presente siglo.

Para asumir el reto se requiere, además del apoyo gubernamental y de un sistema educativo que contemple la metodología específica para este tipo de enseñanza, la

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

participación de las empresas en el financiamiento de la educación STEM, lo cual implica que se habiliten:

- Temas de investigación STEM
- Certificación de maestros y profesores para que conozcan el método y modelo de pensamiento STEM.
- Sensibilizar a la sociedad sobre la necesidad de educación STEM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ante el reto de preparar a los jóvenes angolanos para enfrentar los grandes retos que impone la actual revolución tecnológica y ser competitivos en el mercado laboral del siglo XXI, se presenta un programa de educación STEM, el que tiene como objetivo desarrollar competencias para enfrentar el mundo laboral.

El programa parte de la caracterización del entorno educativo angolano, incluye una sistematización de los enfoques STEM que en la literatura científica actual se adecuan al contexto del país africano. Se determinan las técnicas y procedimientos para el desarrollo de competencias laborales en el contexto angolano. Dentro del contenido del programa se presentan acciones de capacitación a docentes, estudiantes, empresarios y agentes implicados en el desarrollo económico, científico y social actual.

Entre las principales acciones se proponen las siguientes:

- Cursos introductorios y de aplicación de las instrucciones para educación STEM.
- Conferencias interactivas.
- Foros STEM para acercar a los estudiantes al mercado laboral y oportunidades de emprendimiento.
- Crear la Red STEM de Angola.

Los temas que incluyen las acciones para el desarrollo de competencias se encuentran:

- El aprendizaje interdisciplinar de las asignaturas: matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología como método de la educación STEM.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

- El inminente avance de la llamada cuarta revolución industrial: uso de la tecnología y la automatización para hacer más eficientes los procesos de producción.
- Transformaciones en la educación en correspondencia con el avance de la industria 4.0.
- La educación STEM en el fortalecimiento de la estrategia de formación por proyectos.
- Las experiencias del British Council en educación STEM en el mundo.
- Necesidad de corregir la desigualdad y promocionar las carreras STEM.

Para lograr la efectividad de las acciones se requieren habilidades tales como:

- La educación STEM se enfoca en resolver problemas, una forma de incluirla en el aula es por medio del **trabajo en equipo**.
- Incorporar **aprendizaje práctico**: las clases que involucren las asignaturas STEM deben propiciar el desarrollo del pensamiento crítico, incluir investigación y exploración para diseñar sus propias investigaciones y aplicar lo descubierto.
- Favorecer el **contenido relevante** al enfocar la clase en hechos y problemas del mundo real.
- Comprender el problema y aprender los conceptos básicos, puede llevar al alumno a **innovar**, lo que es otra habilidad poderosa que buscan los empleadores.
- **Convertir errores en momentos positivos de aprendizaje**, donde se permite la prueba y error, lo cual da la oportunidad de crear y desarrollar soluciones distintas a los problemas.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

CONCLUSIONES

El programa en educación STEM para el sistema educativo de Angola, está orientado a crear competencias en las nuevas generaciones de angolanos que les permita, aun en las condiciones educativas de esta nación, enfrentar el mundo laboral del siglo XXI, no sólo como un llamado de los directivos del país y como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, sino como una realidad que se impone a la educación hoy.

Las acciones que contiene el programa se desarrollan a través de cursos, conferencias, foros, talleres y una Red, en los que participan docentes, estudiantes, directivos y empresarios involucrados en el proceso de formación de competencias laborales. Se abordan temas relacionados con la educación STEM como promotora de una educación interactiva, interdisciplinaria que promueve el aprendizaje de disciplinas encabezadas por las matemáticas con el propósito de activar el pensamiento crítico, impulsar la resolución de problemas mediante proyectos del mundo real, desarrollar la creatividad, impulsar la innovación como parte del desarrollo económico y social, ampliar las investigaciones en ramas de la ciencia y la tecnología aplicadas al contexto angolano y al desarrollo sostenible de la nación.

El programa en educación STEM para el sistema educativo de Angola se sometió a evaluación a través del criterio de expertos, los que consideraron que refleja los principios teóricos que lo sustentan, responde en su diseño a lo previsto en la metodología empleada para su confección, lo cual conduce al logro del objetivo propuesto. Es factible, ya que se requieren recursos que el país ha previsto en el PDN 2018-2022, es pertinente pues permite desarrollar este modelo educativo con la participación de las instituciones en función del crecimiento económico, la innovación, la creación de empleos y la mejora de los servicios. Responde a la necesidad actual de promover la interacción entre empresas y universidades en favor del adelanto tecnológico. Tiene novedad y originalidad, porque hasta el momento no existía un

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

programa, que contribuyera a la convergencia necesaria entre educación, tecnología, ciencia e innovación como factor de progreso económico y social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bastidas, D. (s/f). Innovación a través de la robótica pedagógica. UNIMINUTO. Corporación Universitaria Minuto de Dios. Recuperado de <http://www.uniminuto.edu/web/cundinamarca/-/innovacion-a-traves-de-la-robotica-pedagogica>

Bonder, G. (2017). El enfoque de género en la educación STEM: una ecuación compleja.

En G. Bonder. *Cátedra Regional UNESCO Mujer, Ciencia y Tecnología en América Latina*. FLACSO – Argentina. Recuperado de www.catunescomujer.org

Kevin M., Murphy, K. M., Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1991). The allocation of talent: implications for growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 503-530.

Plan del Desarrollo Nacional (PND) 2018-2022. (2018). Recuperado de http://m.portalangop.co.ao/angola/es_es/noticias/politica/2018/3/17/Aprobado-Plan-del-Desarrollo-Nacional-2018-2022,6f25cbea-a5db-4681-895d-137eed376ed0.html

Sambo, M. R. B. (2020). *Noticias de la embajada de Angola*. Recuperado de <http://www.embajadadeangola.com/noticias/noticia-170220-1.html>

Xie, Y., & Shauman, K. A.(2003). *Women in Science. Career Processes and Outcomes*. Cambridge: Harvard University Press.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

¿Cómo citar este artículo?

Rodríguez Rivero, L., Pérez González, A., & Díaz Hernández, D. de la C. (mayo-agosto, 2020). Acciones para la atención a estudiantes con talento en Matemática. Revista *Márgenes*, 8(2), 66-85. Recuperado de

<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/>

TÍTULO: ACCIONES PARA LA ATENCIÓN A ESTUDIANTES CON TALENTO EN MATEMÁTICA

TITLE: A GROUP OF ACTIONS TO ADDRESS STUDENTS WITH TALENT FOR MATHEMATICS

Autores: MSc. Lissette Rodríguez-Rivero ¹, Dr. C Andel Pérez-González ², Dailanis de la Caridad Díaz-Hernández ³

¹ Master en Computación Aplicada al Diseño de Fármacos. Profesora Auxiliar. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Departamento de Física y Matemática, Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8557-9781> Correo electrónico: lrrivero@uniss.edu.cu

² Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Departamento de Calidad y Acreditación, Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4435-4030> Correo electrónico: apgonzalez@uniss.edu.cu

³ Estudiante de 5to año de la carrera Licenciatura en Educación Matemática – Física. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Sancti Spíritus, Cuba. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9773-155X> Correo electrónico: dailanis.diaz@nauta.cu

RESUMEN

El artículo presenta los resultados de una investigación empírica vinculada a la atención de los estudiantes talentos en la asignatura Matemática. Su objetivo es socializar las acciones diseñadas con la finalidad de desarrollar, desde las clases de Matemática o en

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

actividades afines a estas, los estudiantes talentos de onceno grado. Dichas acciones se fundamentan en los elementos teóricos que desde la Didáctica de la Matemática se precisan para el trabajo diferenciado y se distinguen por exigir en los estudiantes la innovación, la integración y su participación activa.

Durante el desarrollo de la investigación se emplearon los métodos teóricos: histórico-lógico, inductivo-deductivo y analítico-sintético; y los métodos empíricos: observación pedagógica, entrevista y revisión documental.

Como principales resultados, se logró que los estudiantes avanzaran en la solución de ejercicios de mayor complejidad y se sintieran protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en sus grupos y en la escuela.

Palabras clave: actividades escolares; experiencia pedagógica; matemática; orientación pedagógica; talento.

ABSTRACT

The results of an empirical research on how to address students with talent for Mathematics are shown in this paper. The main objective is to socialize the designed actions in order to develop, either through Mathematics classes or other related activities, the aforementioned skills in pre-university students from the 11th grade. The actions are based on the required theoretical elements for the differentiated system of student support included in the didactics of the subject, such as innovation, integration and active participation. For the research, the following theoretical methods were used: historical-logical, inductive-deductive and analytic-synthetic; as to the empirical methods: pedagogical observation, interviews and documentary revision. Concerning the obtained results, students were capable of completing more complex exercises and assuming a role of leadership in the Mathematics teaching-learning process, in their groups and at school.

Keywords: pedagogical experience; school activities; educational guidance; talent.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

margenes@uniss.edu.cu

INTRODUCCIÓN

Las necesidades educativas antes del siglo XX incidían solo en la atención de los estudiantes con dificultades en el aprendizaje, los niños y jóvenes con talento no eran motivo de preocupación; aun en la actualidad cuando se habla de educación inclusiva se focaliza a grupos de niños con desventajas sociales marcadas, que presentan dificultades para integrarse al sistema educacional en cualquier país.

No obstante, se reconoce, en la literatura científica que aborda la temática y la propia práctica pedagógica, que en ambos casos se necesita de ayuda para incorporarlos adecuadamente a un proceso de enseñanza a veces no pensado en función de ellos. Los autores de la presente investigación opinan que al hablar de educación inclusiva se debe tener en cuenta a todos los grupos o tipos de estudiantes que no corresponden a la media, grupo hacia el cual se diseña el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, se considera, por lo general y desde hace años, que los estudiantes talentosos no requieren ayudas y recursos especiales para su educación; pues se piensa que ellos son capaces de aprender todo por sí mismos, esta visión ha contribuido durante mucho tiempo a que se les olvide. Actualmente, existe una mayor conciencia a nivel mundial respecto a que estos estudiantes sí requieren orientación psicopedagógica y didáctica para lograr el máximo desarrollo de sus capacidades y no quedarse por debajo de ellas; de ahí, la importancia de orientar a los profesores en cómo y qué acciones se pueden realizar para su atención adecuada desde una asignatura en particular.

La práctica pedagógica y las investigaciones relacionadas con el desarrollo del talento, reconocen que para concebir su atención, es necesario que el profesor, en primer lugar, seleccione una estrategia metodológica que posibilite la identificación y atención de los estudiantes talentos. Lo anterior, exige también contar con el diseño de un programa, conocer las potencialidades y dificultades de los estudiantes y seleccionar las actividades según su diagnóstico; en esta investigación se ofrecen orientaciones y ejemplos de acciones que pueden ayudar a los profesores en esta importante actividad.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Esto justifica la necesidad de intervenir desde la ciencia en esta temática, a partir de encontrar respuesta a la interrogante: ¿Cómo orientar el desarrollo de los estudiantes talentos de onceno grado desde el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de la Matemática? En tal sentido, el objetivo del artículo es: diseñar acciones para desarrollar, desde las clases de Matemática o en actividades afines a estas, los estudiantes talentos de onceno grado de la escuela “Camilo Cienfuegos” de Sancti Spíritus.

DESARROLLO

Para realizar la investigación se determinaron los principales fundamentos teóricos que sustentan la atención de los estudiantes talentos desde el PEA de la Matemática y sus particularidades en onceno grado al respecto, se asume la definición de PEA dada por Castellanos (2001, p. 42) el que expresa:

(...) el proceso sistémico de transmisión y apropiación de la cultura en la institución escolar en función del encargo social, que se organiza a partir de los niveles del desarrollo actual y potencial de los alumnos y las alumnas, y conduce al tránsito continuo hacia niveles superiores de desarrollo, con finalidad de formar una personalidad integral y auto-determinada, capaz de transformarse y transformar su realidad en un contexto histórico concreto.

En correspondencia con lo anterior, los autores son consecuentes con Castellanos (2001, p. 44) al plantear que: “(...) las diferencias individuales son aquellas condiciones de disparidad que tienden a obstaculizar o a favorecer de manera significativa el logro de los objetivos del aprendizaje desarrollador”.

Sobre esta arista particular, se reconoce desde la Psicología y la Pedagogía que la atención de las diferencias individuales en el PEA constituye un problema latente que en su desarrollo histórico no ha quedado resuelto totalmente. Sin embargo, para los precursores de ambas ciencias, siempre ha sido y es una preocupación tratar de encontrar los mecanismos y regularidades mediante las cuales el hombre aprende y cómo aprende.

Desde otra perspectiva, se retoman los resultados actuales de la didáctica de la Matemática y la experiencia pedagógica acumulada en los últimos años; que, a juicio de Álvarez et al. (2014, p.1) “(...) han motivado la necesidad de producir un *Márgenes* publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



cambio en el enfoque metodológico general de la asignatura, de manera que se aprovechen mejor sus potencialidades para la formación integral de los alumnos”. Al respecto, se reconocen los aportes de esta disciplina a la atención a las diferencias individuales, tanto de los estudiantes talentos, como de aquellos de mayores dificultades en el aprendizaje; aunque también en esta asignatura, la intención de los profesores ha estado puesta de manera enfática en los últimos. En relación a la diferenciación, la Didáctica de la Matemática plantea que: “En el proceso de enseñanza–aprendizaje de la matemática” (...) “se infiere la posibilidad de concebir dos formas de diferenciación en la enseñanza: una dentro de la clase (diferenciación interna o didáctica) y otra fuera de ella (diferenciación externa)” (Ballester et al., 2018, p.165).

Sobre la primera, Ballester et al. (2018, p. 214) afirma que (...) la diferenciación interna se refiere a la labor que se realiza en la clase o se orienta para el trabajo independiente. Es interna por su relación con los objetivos y el contenido del curso de matemáticas al que se refiere.

Por otro lado, según Ballester et al. (2018) la diferenciación externa tiene el objetivo de ampliar y profundizar en los contenidos de la matemática que aparecen en los programas de la asignatura de los diferentes grados y niveles de enseñanza; también en Ballester et al. (2018) se refiere que este tipo de diferenciación se realiza en trabajo extradocente y extraescolar; pues está dirigida a fomentar el interés por el estudio de la Matemática y fomentar el desarrollo individual de los estudiantes de acuerdo con los intereses sociales.

Este tipo de diferenciación, se desarrolla en actividades relativamente estables con grupos de estudiantes (Cursos Facultativos y Círculos de Interés) o en actividades extra docentes especiales (Concursos de conocimientos, Murales y Buzones de la Matemática, Entrenamientos para Olimpiadas).

Otro fundamento importante resulta ser la definición de talento y las consideraciones acerca de su tratamiento. Ante la pregunta: ¿qué se considera talento?, se reconoce que todavía no hay una respuesta que sea aceptada sin ambages. Por un lado, los ideales de democracia y equidad plantean como

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

premisa “todos somos iguales”, pero hay muchos patrones (aptitudes, temperamento, convicciones, orientaciones valorativas) que conducen a reconocer que “todos somos diferentes”.

Las diferencias individuales, en cuanto a la rapidez y satisfacción en el aprendizaje, se presentan como coeficientes de inteligencia. Este coeficiente, no es más que un puntaje que estima grosso modo la capacidad general disponible para el manejo de abstracciones mentales (palabras, números, conceptos, proposiciones, procedimientos).

Por si fuera poco, para hacer complejo el asunto, las diferencias individuales no sólo se basan en este coeficiente de inteligencia que cuantifica potencia y competencia. También influye, por ejemplo, la edad mental, que no coincide necesariamente con la edad cronológica, pues está condicionada por el sexo, el estado de salud y otros factores fisiológicos o medio ambientales.

Intentar definir un fenómeno tan complejo como es el talento, no es tarea fácil para los que investigan el tema. Para designar a los sujetos talentosos en la literatura se emplean diferentes términos: sobre-dotado, superdotado, precoz, genio, prodigio, niños de altas habilidades, intelectualmente bien dotados, súper-normales, sujeto de altas capacidades, súper-talento, entre otros, en este caso se asume el término talento.

Por tanto, los autores de este trabajo comparten el término de talento a partir de un enfoque materialista dialéctico del desarrollo psíquico humano y analizan varias definiciones de talento. Al respecto, Vera & Vera (2006, p. 42) afirman que:

(...) el talento es una configuración psicológica de la personalidad que integra de manera dinámica las capacidades generales y especiales, una motivación intensa y estable, el esfuerzo volitivo y la creatividad que puede condicionar el éxito en un contexto de la actividad humana personal y socialmente valiosa.

Según la Asociación costarricense para la detección y promoción del talento:

(...) es la capacidad que se presenta como significativa en cualquier persona y que la hace sobresalir dentro de su grupo. Puede representarse en cualquiera de los siguientes aspectos o puede manifestarse por la combinación de alguno de ellos:

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

capacidad intelectual; aptitud sobresaliente en algún área; capacidad para el liderazgo; capacidad en área motora; habilidad especial en artes gráficas, dramáticas, literarias, musicales o capacidad creativa y productiva. (Santamaría Vizcaíno, 2019, p.129).

Otras múltiples definiciones de talento han sido consultadas (Flores-Castillo, 2017; Suárez y López, 2018), de ellas los autores asumen que talento: “Es la combinación exitosa de las habilidades por encima del promedio, y en él contempla la creatividad y el compromiso ante la tarea” (Renzulli & Ries, 1984, p. 40). Esta definición tiene en cuenta además de las capacidades innatas del individuo las motivaciones y la influencia que ejerce el medio social en el desarrollo de una persona talentosa.

En la actualidad los referentes teóricos sobre el estudio de los sujetos con talento se agrupan en diferentes modelos; al respecto, prevalecen los modelos: de componentes cognitivos, los basados en el logro y el rendimiento y los socioculturales.

Los modelos de componentes cognitivos, centran sus estudios en los procesos cognitivos a través de los cuales se llega a la realización superior en el caso del talento. De esta forma, quedan definidas con más precisión las características del mismo y las diferencias con los sujetos de la media. Todo ello permite la comprensión del funcionamiento intelectual, tanto a nivel cualitativo como a nivel cuantitativo, haciendo más factible las necesidades educativas para la mejora cognitiva de los sujetos de alta, media y baja capacidad (González, 2014).

Los modelos asociados al logro y al rendimiento, aportan varias definiciones de talento y superdotación, que en la actualidad constituyen punto de partida de las investigaciones en este campo.

Los modelos socioculturales, incorporan el valor del contexto a la hora de definir la superdotación. Parten de la idea de que los contextos condicionan las necesidades y los resultados del comportamiento humano. En ellos, se considera que la sociedad y la cultura determinan qué tipos de productos poseen valor para suponer que son dignos de un talento especial. Algunos autores lo ven como la ampliación de los modelos basados en el rendimiento (González, 2014).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

En el contexto de la investigación que se realizó, los autores asumen el modelo sociocultural, específicamente en el tipo de talento detectado, que es el Lógico-Matemático. Este modelo, no sólo tiene en cuenta la existencia de capacidad y talento para el alto nivel de rendimiento de un estudiante, sino que parte de la idea de que el contexto en el cual se desarrolla la personalidad influye positiva o negativamente en el desarrollo de un determinado talento. Según esta posición, el estudiante talento puede elevar a un máximo nivel su desempeño, si logra compromiso y motivación por el aprendizaje en función del medio en el cual se desarrolla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta exploración se realizó como parte de la Tarea de Investigación “La formación didáctica del profesional universitario para enseñar a resolver problemas. Tendencias y retos actuales” dirigida por el Dr. C. Andel Pérez González (uno de los autores de este trabajo); que es a su vez parte del Proyecto Institucional: “El perfeccionamiento de la teoría pedagógica en función de la solución de los problemas educativos priorizados en la provincia de Sancti Spíritus: Alternativas para su solución”.

La exploración se desarrolló durante dos cursos por la estudiante Dailanis de la Caridad Díaz Hernández y forma parte de su tesis de grado para la culminación de estudios de la carrera Licenciatura en Educación Matemática-Física. Contribuyó además con la solución de uno de los problemas identificados por el claustro de profesores de Matemática de la escuela “Camilo Cienfuegos”.

La problemática estudiada surge a partir de que, en la escuela mencionada, fuese reconocido el desarrollo de los alumnos talentos como uno de los problemas a resolver; pues en la práctica persisten deficiencias en la atención diferenciada de ese sector estudiantil y prevalece la idea de que ellos “avanzan solos”. De ahí, que no desarrollen al máximo sus capacidades y habilidades para aprender y resolver ejercicios más complejos, en menos tiempo y con mejor calidad que sus compañeros y sobre todo, no logren su motivación y compromiso por aprender.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Durante su ejecución se trabajó con una muestra de seis estudiantes talentos de onceno grado, se seleccionaron por un equipo integrado por los profesores de matemáticas y las psicopedagogas de la escuela. El proceso investigativo exigió la evaluación de la variable cualitativa “nivel de aprendizaje de los contenidos matemáticos en los estudiantes talentos”, la cual fue medida, teniendo en cuenta los siguientes indicadores:

1. Operaciones con funciones numéricas compuestas.
2. Calcular operaciones complejas.
3. Rapidez en las respuestas de los ejercicios de altos niveles de complejidad.
4. Disposición para desarrollar las acciones.

Igualmente fueron utilizados variados métodos teóricos, empíricos y estadístico-matemáticos. De los primeros se utilizaron: el histórico-lógico, el inductivo-deductivo y el analítico-sintético. Estos permitieron caracterizar críticamente las posiciones teóricas acerca del desarrollo de los estudiantes talentos, determinar los logros y dificultades en la atención a los estudiantes talentos de onceno grado en la asignatura Matemática, así como la elaboración de la propuesta que orientará a los profesores para la solución del problema.

De los empíricos, se utilizaron: la observación, para diagnosticar el desarrollo de los estudiantes talentos y evaluar la aplicación de las acciones propuestas. El análisis documental, que permitió analizar las exigencias para el desarrollo de los estudiantes talentos en los documentos del Ministerio de Educación. Además, se utilizó la prueba pedagógica y la entrevista para conocer el estado inicial y final del aprendizaje y constatar las experiencias y valoraciones de los estudiantes respectivamente.

De los métodos estadístico-matemáticos, se utilizó la estadística descriptiva para analizar el comportamiento de las medidas de tendencia central y la representación gráfica de los datos obtenidos al analizar los instrumentos aplicados antes y después de aplicada la propuesta.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se realizó un estudio diagnóstico que permitió obtener información relacionada con el estado actual de la atención

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

diferenciada a los estudiantes talentos en la escuela donde se realizó la investigación.

Los métodos y técnicas aplicados tuvieron en cuenta la variable precisada antes y sus indicadores respectivos. La triangulación de los resultados de los diferentes métodos aplicados permitió la identificación de potencialidades y dificultades para la realización de la atención diferenciada de los estudiantes con talento en Matemática.

Se consideraron como potencialidades las siguientes:

1. La existencia de estudiantes con elevadas capacidades para aprender Matemática.
2. El reconocimiento previo de estudiantes con talentos en la esfera de las matemáticas, sustentados en resultados de concursos en diferentes niveles.
3. La disposición y motivación de los estudiantes para elevar su nivel de aprendizaje, según sus potencialidades.

También, se determinan las dificultades siguientes:

1. Los estudiantes que no concursan en la asignatura Matemática no se identifican por los profesores como talentos; tampoco ellos mismos piensan que lo son.
2. Solo se resuelven ejercicios y problemas diferenciados durante la clase y generalmente no tienen en cuenta las necesidades de los estudiantes talentos.
3. Falta protagonismo de los estudiantes talentos durante las clases y en otras actividades de la escuela, se limitan solo a resolver ejercicios y no socializan sus métodos y estrategias para obtener resultados por vías más ventajosas.
4. La motivación de los estudiantes talentos por participar en concursos, Sociedades Científicas y otras actividades que pueden promover su desarrollo es limitada.

Los resultados anteriores, confirman la necesidad de atender las diferencias individuales de todos los estudiantes, incluidas las que muestran aquellos que han sido considerados con talento. Con la precisión de las dificultades antes relacionadas se constata que los estudiantes con talento matemático no siempre

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

desarrollan al máximo sus capacidades y, aunque se reconoce que en ocasiones realizan ejercicios diferenciados desde la clase, no siempre estos tienen un nivel de exigencias acorde al desarrollo posible a alcanzar por ellos; igualmente, la motivación, el compromiso por la asignatura y el interés por “saber más” generalmente queda olvidada por estudiantes y profesores.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta como principal resultado de la investigación, las acciones que fueron elaboradas y validadas en la práctica pedagógica con la intención de resolver la problemática identificada. Pero ¿qué se entiende por acción?

Originado en el vocablo en latín *actio*, el concepto de acción se refiere a dejar de tener un rol pasivo, se trata también del efecto que un agente tiene sobre una determinada cosa, del desarrollo de un combate, una lucha o una pelea (Asale, 2017; Hernández & Massani, 2018; Espada & Parra, 2019).

A partir de su análisis, se asume la definición que señalan Bermúdez & Pérez (2004, p. 66) al decir que una acción es “(...) el proceso subordinado a una representación del resultado a alcanzar, o sea, a una meta u objetivo conscientemente planteado”, de ahí que se considera que la misma tiene vigencia y asequible en relación con el objetivo de la presente investigación.

Partiendo de los presupuestos teóricos analizados, sólo resta presentar algunas acciones que se diseñaron con la finalidad de aportar una posible solución al problema planteado. Estas acciones propician que la atención diferenciada a estos estudiantes se realice utilizando las dos variantes que plantea la Didáctica de la Matemática; la diferenciación intra matemática y la extra matemática.

Las acciones que se proponen para el desarrollo de los estudiantes talentos, tienen la siguiente estructura: título, objetivo y orientaciones generales. En su concepción, se tuvo en cuenta dos elementos esenciales, el papel del que dirige la acción (el profesor) y el rol del que participa en su realización (el o los estudiantes). Los autores del artículo consideran al profesor, como un agente de cambio que asume la dirección creadora de la planificación; así como el agente

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

que organiza, orienta y evalúa a los estudiantes durante el proceso de realización de la acción y del resultado obtenido.

La propuesta se organiza en dos bloques; el primero, dedicado a las acciones realizables desde el aula; espacio que constituye el escenario principal de aprendizaje de los estudiantes (Acción 1 hasta Acción 4) y el segundo, que incluye otras acciones que serían realizadas fuera del contexto áulico; en horario extraescolar y con la participación de los sujetos de la tríada escuela-familia-comunidad (Acción 5 hasta Acción 10). Seguidamente, se mencionan las acciones diseñadas y aplicadas (Tabla 1).

Tabla 1. Acciones para la atención a estudiantes con talento en Matemática

Acción	Título
1	Solucionar ejercicios matemáticos diferenciados.
2	Compartiendo los procedimientos, estrategias y técnicas para resolver problemas matemáticos.
3	Auto detección de errores matemáticos y autoevaluación.
4	Elaboración de un trabajo investigativo en forma de seminario.
5	Celebrando el Día de la Matemática y aprendiendo sobre la historia de la Matemática.
6	Mural del talento matemático.
7	A resolver ejercicios con el asistente matemático GeoGebra.
8	Concurso del mes.
9	Elaboración de ejercicios y problemas por parte de los alumnos talentos.
10	Realización de tareas para el fin de semana.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, algunos ejemplos de estas acciones:

Acción 2: Compartiendo los procedimientos, estrategias y técnicas para resolver problemas matemáticos.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Objetivo: Exponer el procedimiento, las estrategias y técnicas para resolver problemas matemáticos, de modo que desarrollen la creatividad y sus habilidades comunicativas.

Consulta los textos escolares de la asignatura Matemática, otros materiales relacionados con la resolución de problemas. Teniendo en cuenta la información teórica analizada y tu actuación durante la resolución de problemas matemáticos precisa cuáles son los pasos del procedimiento que utilizas para resolver un problema matemático.

- a) Lista las estrategias y las técnicas que has empleado u otras que pudiste encontrar. Si es posible ejemplifica su utilización.

Durante el control de esta acción los estudiantes deberán:

- Demostrar dominio de las exigencias teóricas relacionadas con los procedimientos, estrategias y técnicas para la resolución de problemas.
- Seleccionar los contenidos diferentes e identificar los procedimientos, estrategias y técnicas a exponer.
- Exponer los procedimientos, estrategias y técnicas durante la clase o al trabajar con los estudiantes con dificultades.

Acción 5: Celebrando el Día de la Matemática y aprendiendo sobre la historia de la Matemática.

Objetivo: Identificar conocimientos de la historia, a partir de la celebración del Día de la Matemática, de modo que eleven su motivación por el estudio de la asignatura.

Elabora, conjuntamente con los monitores de Matemática, una guía de actividades para la celebración del Día de la Matemática en la escuela. Ten en cuenta que las actividades a realizar deben estar protagonizadas y dirigidas por los estudiantes y pueden realizarse durante el matutino, el horario de estudio y en conversatorios en la biblioteca u otros espacios de la ciudad.

Una vez elaborado el plan de actividades, coordina con los directivos del centro para celebrar el Día de la Matemática el 14 de marzo (Día del número Pi).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Procede a la divulgación de las actividades (con un mes de antelación) utilizando para ello las vías a tu disposición en la escuela.

Para la realización de esta acción los estudiantes deberán:

1. Realizar una búsqueda de información acerca de la historia de la Matemática para explicar por qué se conoce este como el Día del número Pi.
2. Seleccionar preguntas de agilidad mental, fragmentos de la historia de la matemática y curiosidades para utilizarlas en las actividades planificadas, siempre evidenciando la creatividad propia de los estudiantes talentos en función de la celebración de este día, con el asesoramiento de los profesores.

Acción 7: A resolver ejercicios con el asistente matemático GeoGebra.

Objetivo: Transferir de una representación a otra las funciones, de modo que desarrollen habilidades informáticas y matemáticas a partir del empleo del asistente matemático GeoGebra.

Analiza los ejercicios que incluye la guía elaborada para la sistematización de la función seleccionada y precisa cuáles de ellos pueden ser resueltos de manera ventajosa y segura utilizando el asistente matemático GeoGebra. ¿Cuáles de los ejercicios, expresa las aplicaciones de la Matemática a la Física?

Para la realización de esta acción los estudiantes deberán:

- Analizar y resolver primero con lápiz y papel los ejercicios de la guía.
- Analizar los ejercicios que también se pueden resolver con ayuda del GeoGebra, el tiempo que disponen para ello, así como la forma en que se les controlará la actividad que realizan.
- Elaborar una presentación que incluya los ejercicios resueltos con el GeoGebra para exponerlos en una clase que se realizará en el laboratorio.

Nota: Un estudiante talento seleccionado previamente, divulgará en matutinos y en el mural del TALENTO MATEMÁTICO los resultados de mayor calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la selección de la muestra de estudiantes talentos utilizados durante la aplicación de las acciones elaboradas se siguieron determinados pasos. En una primera etapa se intercambió con el gabinete psicopedagógico de la escuela para

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



detectar los estudiantes talentos del grado sin particularizar en el talento matemático. El mencionado gabinete realizó las valoraciones de tipo psicológico como revisión de expedientes, test de inteligencia y agilidad mental, encuestas, técnica de los diez deseos y composición dada una idea.

De este análisis, los psicopedagogos determinaron aquellos estudiantes que poseen cualidades psicológicas que les posibilita ser considerados como “talentos”. Posteriormente, se profundizó en el análisis desde Matemática con la finalidad de seleccionar los estudiantes que tenían talento en esta asignatura. En este momento se utilizaron variados métodos empíricos como: la observación, la entrevista a profesores y a estudiantes y la prueba pedagógica.

Al valorar y cruzar la información obtenida resultaron seleccionados finalmente seis estudiantes con talento en la asignatura Matemática, cinco de ellos habían sido identificados por el gabinete psicopedagógico y se sumó uno por sus magníficos resultados académicos y su calidad en la prueba pedagógica.

Con la intención de constatar las transformaciones que provocaban las acciones diseñadas se decidió realizar un pre-experimento que permitiera medir los indicadores y la variable objeto de análisis antes y después de introducir en la práctica pedagógica la propuesta de solución. Al respecto, se utilizaron varios de los métodos incluidos al precisar lo relativo a la metodología seguida.

Primeramente, se procedió a realizar un intercambio con los estudiantes e informarle de la realización del experimento y comprometerlos con su participación en cada una de las acciones diseñadas. Posteriormente se aplicó una prueba pedagógica para evaluar los tres primeros indicadores antes y después de utilizar las acciones propuestas con los estudiantes talentos.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu



Figura 1. Resultados de los indicadores 1 y 2 en las pruebas pedagógicas antes y después de aplicada la propuesta

Fuente: Elaboración propia

En ambos momentos los estudiantes demostraron un profundo dominio de los contenidos matemáticos, evidenciado en la realización de operaciones con funciones numéricas compuestas y en el cálculo numérico de alto nivel de complejidad (Figura 1). Sin embargo, el promedio de notas después de aplicar las acciones fue de 10 puntos, superior en más de tres puntos al logrado inicialmente, mostrándose un significativo avance en cuanto al desarrollo del aprendizaje. Además, se puede destacar que la disposición de los estudiantes hacia esas operaciones de mayor complejidad era buena, se sentían protagonistas y ávidos por demostrar sus posibilidades de aprendizaje.

Se tuvo información, de manera extraoficial al concluir la investigación, de que algunos de estos estudiantes socializaron con el resto de sus compañeros algunos de los cálculos complejos y ejercicios para concursantes que ellos resolvían ya que se había establecido un vínculo de tutoría sobre éstos nunca antes experimentado.

En relación con la rapidez y calidad al resolver ejercicios de alto nivel de complejidad, se pudo conocer que el promedio de tiempo después de realizadas las acciones fue de 10.36 minutos, mientras que antes era de 25.53 minutos, manteniendo siempre la calidad de las respuestas; se concluye que los estudiantes talentos se han apropiado de las habilidades, estrategias y técnicas

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

matemáticas que potencian la eficiencia y calidad en la solución de ejercicios de un elevado rigor (Figura 2).



Figura 2. Resultados del indicador 3 en las pruebas pedagógicas antes y después de aplicada la propuesta

Fuente: Elaboración propia

Además, se utilizó una guía de observación a clases y a las actividades escolares para evaluar el indicador 4 (Figura 3), antes y después de aplicadas las acciones con los estudiantes talentos.



Figura 3. Resultados del indicador 4 antes y después de aplicada la propuesta de acciones

Fuente: Elaboración propia

En relación con este indicador, se pudo conocer que antes de desarrollar la experiencia los estudiantes no mostraban mucho interés (en clases y en las actividades extraescolares); solo se preocupaban por reproducir ejercicios y obtener buenas notas en las evaluaciones. Sin embargo, después de aplicada las acciones se constató en ellos un mayor protagonismo tanto en las clases como en las actividades extraescolares desarrolladas por la asignatura u otras en que

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



se logró su participación, pues confeccionaron murales, organizaron y dirigieron actividades durante la celebración del Día de la matemática y el de los monitores. Hay que destacar también, que al igual que en los indicadores anteriores, en este último se vio una mayor participación e interés de todos los estudiantes del grado en las actividades relacionadas con el aprendizaje de la Matemática. Siendo esta una consecuencia de la positiva influencia de los estudiantes talentos en el logro de un ambiente escolar adecuado para la mejora del aprendizaje.

También, los estudiantes mostraron una elevada motivación por utilizar el asistente matemático GeoGebra en la búsqueda de la solución de ejercicios matemáticos; así como en la participación en concursos de habilidades y en Sociedades Científicas. En este caso, resulta significativo destacar los dos premios obtenidos por su participación en la exposición de Sociedades Científicas.

CONCLUSIONES

La revisión bibliográfica sobre el tema, permite afirmar que la atención diferenciada es necesaria en el PEA de la Matemática e implica atender a los estudiantes talentosos.

El resultado del diagnóstico inicial mostró la existencia de estudiantes talentosos en la esfera de las matemáticas; se identificaron dificultades en ellos, la más significativa resultó la falta de motivación hacia las actividades investigativas.

Las acciones diseñadas en el contexto áulico y fuera de este, se distinguen por su carácter innovador e integrador. Implican la participación protagónica de los estudiantes y son aplicables a cualquier centro escolar que se corresponda con ese nivel de enseñanza para el cual se aplicaron las mismas.

La valoración de los resultados demostró la factibilidad de las acciones en función de la mejora de la atención de las diferencias individuales de los estudiantes con talento. Además, se mostraron interesados por desarrollar sus dotes y, fueron protagonistas tanto en las clases como en actividades extraescolares.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Pérez, M., Almeida Carazo, B., & Villegas Jiménez, E. V. (2014). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. Documentos metodológicos*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Asale, R. (2017). *Diccionario de la lengua española-Edición del Tricentenario*. Madrid, España: Real Academia de la Lengua Española.
- Ballester Pedroso, S., García La Rosa, J. E., Almeida Carazo, B., Álvarez Pérez, M. M., Rodríguez Ortiz, M., González Noguera, R. A., Villegas Jiménez, E. V., Fonseca González, A. L., & Puig Reyes, N. (2018). *Didáctica de la Matemática. Tomo I*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
- Bermúdez, R., & Pérez, L. M. (2004). *Método educativo integral para el crecimiento personal MELCREP en la universalización de la educación superior*. La Habana, Cuba: Editorial Academia.
- Castellanos Simons, D. (2001). *Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador*. La Habana, Cuba: Centro de Estudios Educativos del ISP "Enrique José Varona".
- Espada Largo, M., & Parra Delgado, M. (2019). Adolescentes con alteraciones graves de conducta. ¿Cómo se interviene a nivel educativo en los Institutos de Enseñanza Secundaria? *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 30(2), 128-146.
- Flores-Castillo, S. M. del C. (2017). *La gestión del talento en el aula*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Sandra_Flores23/publication/318921251_La_gestlon_de_talento_en_el_aula/links/5985425baca27266ad9a2f0e/La-gestion-de-talento-en-el-aula
- González, D. (2014). *Modelo teórico-metodológico para la estimulación del talento en la formación del profesional del Derecho mediante proyectos de investigación asociados a centros de interés*, (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

- Hernández Carabalí, L. J., & Massani Enríquez, J. F. (2018). La atención educativa a estudiantes con talento académico en la Educación Básica Secundaria en Colombia. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(3), 381-386.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1984). *The School Wide Enrichment Model. 1st Regional Conference—Nurturing the gifted and talented*. Kingston, Jamaica: Creative Learning Press.
- Santamaría Vizcaíno, M. A. (2019). *¿Cómo evaluar aprendizajes en el aula?* San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia EUNED.
- Suárez Lantarón, B., & López Medialdea, A. (2018). Investigación en Educación Inclusiva: la producción de trabajos en Revistas Españolas y Tesis Doctorales. *Revista de Educación Inclusiva*, 11(1), 151-174.
- Vera Salazar, C., & Vera Salazar, N. (2006). ¿Quiénes son los estudiantes talentosos? *Varona*, 42, 39-46.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

¿Cómo citar este artículo?

Romero Romero, O., Caraballosa Granado, K. & Hartmann, M. (mayo-agosto, 2020). Papel de la biomasa en la matriz energética renovable. Estudio de caso en Sancti Spíritus. Revista *Márgenes*, 8(2), 84-104. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/1122>

TÍTULO: PAPEL DE LA BIOMASA EN LA MATRIZ ENERGÉTICA RENOVABLE. ESTUDIO DE CASO EN SANCTI SPÍRITUS

TITLE: THE ROLE OF BIOMASS IN THE RENEWABLE ENERGY MATRIX. A CASE STUDY IN SANCTI SPÍRITUS

Autores: Dr. C. Ing. Osvaldo Romero-Romero¹, Dr. C. Katia Caraballosa-Granado², Dr. Michael Hartmann³

¹ Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. SRH Berlin University of Applied Science. Ernst Reuter Platz 10, 10587, Berlin. Alemania. Colaborador del Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI) de la Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez". Correo electrónico: osvarom@yahoo.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1447-3151>

² Doctora en Ciencias de la Información, Profesora Titular. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI), Sancti Spíritus, Cuba. Correo electrónico: katia@uniss.edu.cu ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8757-0705>

³ Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. SRH Berlin University of Applied Science. Ernst Reuter Platz 10, 10587, Berlin. Alemania. Correo electrónico: michael.hartmann@srh.de ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8743-0278>

RESUMEN

En la actualidad crece a nivel global el consumo de energía, cuya generación depende mayoritariamente de las energías fósiles. En todo el mundo se implementan políticas y programas para cambiar la actual matriz energética de los países, basadas en combustibles fósiles, por otra con mayoritaria participación de las Fuentes Renovables de Energía (FRE), como parte de una agenda global. En ese sentido, Cuba aspira a lograr el 24% de participación de las FRE en su matriz energética para el 2030.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

El presente artículo tiene como objetivo realizar un análisis cuantitativo y cualitativo del papel de la biomasa como recursos energético para una matriz basada en las FRE en Sancti Spíritus.

Para ello se realiza una revisión de la bibliografía publicada en los últimos años sobre la temática en el territorio y extraer información cuantitativa y cualitativa sobre las FRE en la provincia y el papel que desempeñaría la biomasa en una matriz basada en estas fuentes.

Se obtiene como resultados más importantes que existe abundante información teórica que sustentan una posible matriz energética basada 100% en las FRE y donde la biomasa aportaría más del 90% a la vez que contribuiría en la solución de otros problemas del desarrollo socio económico territorial.

Palabras clave: energía de la biomasa; fuentes renovables; matriz energética.

ABSTRACT

Currently, energy consumption is growing globally, its generation depends mainly on fossil fuels. Policies and programs as part of a global agenda are being implemented throughout the world to change the current energy matrix of countries based on fossil fuels for one with a greater use of renewable energy sources (RES). In this sense, Cuba seeks to achieve 24% participation of the RSE in its energy matrix by 2030. The objective of this article is to conduct a quantitative and qualitative analysis of the biomass role as an energy resource for a matrix based on the RES in Sancti Spíritus. Therefore, a review of the bibliography published in recent years on the subject in the territory is carried out for extracting quantitative and qualitative information on both the RES in the province and the role that biomass would play in a matrix based on these sources. The most important results are the following: there is abundant theoretical information that supports a possible energy matrix based 100% on the RES, to which biomass would contribute with more than 90% and at the same time, it would help to solve other problems of the territorial socio-economic development.

Keywords: biomass energy; renewable sources; energy matrix.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

INTRODUCCIÓN

La búsqueda continua de la sustentabilidad energética es uno de los principales retos que tiene la humanidad en la actualidad, pero a medida que avanza el tiempo, el hombre de la era moderna va agotando cada vez más los recursos energéticos para la satisfacción de necesidades energéticas entre las cuales se encuentran la iluminación, climatización, refrigeración, transporte, además de la comunicación y el confort en general, por lo que el consumo total aumenta más de 1,5% anual, con excepción del año 2009 y un incremento total del 48% en los últimos 19 años; todo eso mediante una matriz de generación energética que ha mantenido el consumo de fuentes fósiles de energía entre el 84 y el 95% desde 1988 hasta el 2019 Buenas Prácticas de Gestión pública (BP, 2020).

Esta dependencia energética ha acarreado una sobreexplotación de los combustibles fósiles, los cuales son recursos finitos. La sociedad de consumo se extiende cada vez más, utilizando recursos para una mayor calidad de vida, y a esta visible mejora de calidad de vida son llevados los países en vías de desarrollo, sin contar con condiciones que le sean favorables para formar parte de ese modelo, donde la mayor parte de la estructura de oferta energética primaria está basada en petróleo y gas natural. En adición la superpoblación del planeta acelera la excesiva dependencia de los recursos energéticos, especialmente en los países en vías de desarrollo (Lorenzo Brito & Romero Romero, 2016).

La humanidad se enfrenta a una crisis energética mundial y se deben comenzar a buscar soluciones para ponerlas en acción, antes de que se agoten los combustibles fósiles. Sin embargo, el consumo mundial de energía creció en 1,9%, así como el consumo per cápita en 0,2% en el 2019, la extracción mundial de petróleo creció en el 2018 en 2,4% equivalente a 2 millones de barriles por día, lo que acelerará el agotamiento de los recursos fósiles y los daños ambientales derivados de su explotación (BP, 2020).

En este contexto, la Constitución de la República de Cuba, en su artículo 27 dispone que el Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

país, y reconoce la estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible, por lo que se requiere entre otras cosas incrementar la eficiencia energética, así como la contribución de las fuentes renovables de energía, con el propósito de elevar su participación en la matriz de generación de energía eléctrica, hasta alcanzar una proporción no menor al 24 por ciento en el año 2030 (Consejo de Estado de la República de Cuba, 2019); en el 2013 la participación era solo del 4,6%.

La política cubana para el desarrollo de las fuentes renovables de energía fue diseñada entre los años 2014 y 2017, en la misma se propone un incremento de 2217 MW con tecnologías basadas en energía solar fotovoltaica, biomasa cañera, eólica, así como hidráulica y biogás (Valdes, 2015; Aguila, 2017).

La política cubana propone una participación del 58% de la biomasa en el incremento total de las FRE; sin embargo en la concepción inicial de la política no se consideró las potencialidades del biogás y aún hoy no están completamente consideradas, sobre todo para disminuir el consumo de combustibles fósiles en la generación de electricidad; mientras tanto solo la biomasa cañera es considerada dentro de la política, sin considerar otras biomasa forestales y las biomasa residuales de la producción de alimentos.

El presente artículo tiene como objetivo analizar desde la literatura científica producida en los últimos 20 años, la posible contribución que podría tener la biomasa como recurso energético a una matriz energética de la provincia de Sancti Spíritus, que teóricamente se basaría mayormente en fuentes renovables de energía y con ese resultado reflexionar con la perspectiva de todo el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente contribución realiza una revisión con carácter descriptivo-exploratorio. El método fundamental empleado en la presente investigación fue la revisión bibliográfica para ello se extrajo información cuantitativa y cualitativa de diferentes fuentes bibliográficas, obtenidas de la producción científica del Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales (CEEPI) de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez” (UNISS) desde 1994 hasta la fecha. Los

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

documentos consultados incluyen tesis de maestrías defendidas en diferentes programas académicos, tesis de doctorados en diferentes ramas de las ciencias, proyectos científicos realizados por el CEEPI, así como el amplio número de publicaciones científicas en revistas nacionales e internacionales realizadas por los investigadores de ese centro.

Los datos cuantitativos y cualitativos extraídos fueron analizados, en cuanto a sus posibles aportes en el contexto hipotético de una posible matriz energética para la provincia que tenga alta participación de las energías renovables, para finalmente valorar la significación desde una perspectiva teórica que tendría la biomasa como recursos energético en una matriz energética renovable del territorio y a partir de allí proyectar valoraciones de cómo podría ser a nivel de todo el país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bagazo de caña de azúcar

Desde 1994 y con la creación del primer grupo de trabajo científico sobre energías renovables y eficiencia energética en la UNISS, embrión de lo que pasó a ser el CEEPI tiempo después, se comenzaron los primeros trabajos científicos para el desarrollo de la cogeneración en la industria azucarera cubana de la caña de azúcar, con una mirada en la generación durante todo el año. Así aparecen las primeras publicaciones, el estudio energético de una planta de cogeneración con bagazo, donde se propone una tecnología económicamente viable para elevar los niveles existentes de cogeneración en la industria azucarera, usando bagazo de caña en la empresa Melanio Hernández de Sancti Spíritus (Romero Romero, Pérez de Alejo & Hernández León, 2002).

Como parte de estas investigaciones se trabajó en los análisis económicos financieros asociados a las inversiones, donde se demuestra que la inversión en la tecnología solo será factible si se extiende la generación de electricidad a más de 300 días al año (Romero Romero, Quintero Concepción, Hernández León & Pérez de Alejo Victoria, 2006) Además se estudió que es posible incrementar la producción energética, aunque se produzcan afectaciones en los niveles de

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

producción de azúcar, si se muele la caña integralmente, lo cual se recomienda para maximizar el aprovechamiento energético de la biomasa cañera, si fuera prioridad con relación a la producción de azúcar (Merlos Ramírez, Hernández León & Romero Romero, 2002).

Como parte de estas investigaciones se estudió también la posibilidad de extender la generación de electricidad en la industria cubana de la caña de azúcar a 330 días, para lo cual se propone procesar variedades energéticas de caña de azúcar, producen dos veces más bagazo que las variedades tradicionales, a la par que se disminuyen los consumos internos de la fábrica de azúcar para entregar mayor cantidad de electricidad a la red pública; estos estudios se extendieron también a la otra fábrica de azúcar de la provincia Uruguay. Tanto en Melanio Hernández como en Uruguay se demuestra la factibilidad tecnológica, económica y ambiental de inversiones para potenciar la cogeneración que utilicen bagazo de caña energética después de la zafra azucarera para extender la generación a 330 días al año (Romero Romero, Hernández León & Pérez de Alejo Victoria, 2005; Fumero Pérez & Romero Romero, 2010).

Para incrementar el valor agregado al uso de la caña energética como materia prima a procesar para generar energía después de la zafra, se realizaron investigaciones para extraer, almacenar y procesar el jugo de la caña energética, solo un 30% en peso de la caña, con el objetivo de fermentarlo para producir alcohol, que sería un subproducto de la producción de energía después de la zafra, demostrándose que al fermentar mezclas de jugos de caña energética con mieles se produce un incremento significativo del 5% de alcohol en el fermentado y por tanto aumenta la eficiencia en todo el proceso de producción de alcohol (Obregón Luna, Romero Romero & Hernández León, 2008) aunque se demostró la necesidad de elevarle la concentración de azúcar para su almacenamiento (Obregón Luna, Romero Romero, Abreu Naranjo & Hernández León, 2011).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

En estudios complementarios se comparó las emisiones que se producirían si generaran 176,6 GWh de energía eléctrica al año en una termoeléctrica con petróleo o con bagazo, lo que demostró que la generación con bagazo disminuiría las emisiones de CO₂ a la atmósfera en más de 3 000 t por cada GWh de electricidad que se genera, aunque aumentarían las emisiones de material particulado (Romero Romero, Barrera Cardoso, Hernández León & Pérez de Alejo Victoria, 2005). Esta investigación se extendió con un análisis de la correlación de las emisiones de partículas con las enfermedades respiratorias con el uso del bagazo como fuente de energía, en el que se demostró la relación directa de las emisiones particuladas de la combustión del bagazo en un incremento de las enfermedades respiratorias y los costos de salud asociado y se proponen medidas para minimizarlas en una inversión para la cogeneración con bagazo (Gil Unday, Hernández León & Llop, 2005).

A su vez experimentos de campo y el estudio de la bibliografía permitió demostrar que las variedades de caña producen mayor cantidad de biomasa por hectárea por año, comparadas con otros cultivos y los bosques energéticos y específicamente las llamadas variedades de alto contenido energético son las que mayor cantidad de materia seca por hectárea por año producen, con valores entre 50 y 90 t ha⁻¹, lo que significa menor requerimiento de área para producir la biomasa a consumir fuera de zafra. Estas variedades a su vez demostraron la capacidad de crecer en suelos de baja fertilidad y ser más resistentes a enfermedades comunes de las plantaciones cañeras (Montano Perdomo & Vera Méndez, 2009). La producción de variedades energéticas de caña de azúcar podrían ser atractivas para los productores cañeros, ya que el precio estimado a pagar por tonelada sería de 848.00 \$ (Fumero Pérez & Romero Romero, 2010).

Tabla 1. Producción de materia seca planta completa diferentes cultivos

Cultivo	t de MS ha ⁻¹
Caña energética	50 a 90
Caña azucarera	30 a 82
Maíz PC	8,5

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Arroz PC	4 a 15
Yuca PC	8 a 32
Eucalipto, ciclo 7 años.	12
Pino	10 a 20

Fuente: Montano Perdomo & Vera Méndez (2009)

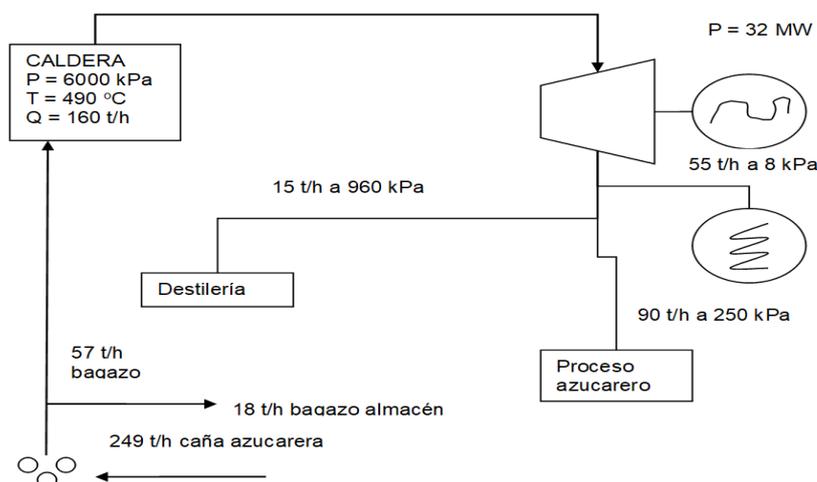


Gráfico 1. Diagrama del sistema energético para generar a alta presión con turbina de extracción condensación propuesto para la fábrica Melanio Hernández.

Fuente: Fumero Pérez & Romero Romero (2010)

La unión de todos los trabajos realizados permitió realizar la propuesta formal de operación y el esquema de cogeneración (Gráfico 1) para la fábrica de azúcar Melanio Hernández (Romero Romero, Hernández León & Pérez de Alejo Victoria, 2005; Fumero Pérez & Romero Romero, 2010).

La operación de la fábrica con esta tecnología se propone realizar en tres períodos:

Zafra azucarera. Se desarrollará en el período de tiempo que normalmente se realiza según las condiciones climáticas de cada región del país. En este período se procesará solamente la caña azucarera.

Zafra energética (No 1) en molienda. Se desarrollará al terminar la zafra azucarera y en la misma se procesará caña energética como materia prima, la que aportará bagazo como combustible y jugo para la producción de alcohol u otros derivados.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Zafra energética (No 2) sin molienda. Se desarrollará al terminar la zafra energética en molienda o en aquellos días en que la operación del TANDEM, durante la zafra azucarera, deba interrumpirse por problemas ajenos a la fábrica; en este período solo se generará energía eléctrica con biomasa almacenada.

Principales fortalezas de la tecnología para utilizar el bagazo como recurso energético todo el año en la industria azucarera de Sancti Spiritus.

- Cuadruplicar la potencia actual de generación eléctrica en Melanio Hernández de 8 a 32 MW con turbinas de extracción – condensación, generar 253 GWh de energía eléctrica en 330 días al año con bagazo, representa cerca del 40% del consumo anual de la provincia y evitaría a su vez la pérdida de otros 4 GWh de electricidad por transmisión.
- Ahorrar cerca de 53 970 t de combustible para la generación de electricidad, 210 g/kWh, considerando *fuel* a los precios del 3 de septiembre del 2008 reportados a 611 USD/t, esto significaría ahorros al país por 33 millones de USD anuales.
- Producir, cosechar y procesar caña energética con los equipos tradicionales de la fábrica de azúcar, demostrado en las pruebas a escala real realizadas en Melanio Hernández.
- Tecnología patentada para fermentar jugo de caña energética y producir alcohol y disminuir el consumo de miel de 400 a 150 kg/Hl de alcohol cuando se muele caña energética.
- Se reducen las emisiones de CO₂ en más de 3200 t anuales por GWh de electricidad generado comparada con la termoeléctrica del Mariel.
- Posibilita el incremento de la entrega de electricidad al Sistema Electroenergético Nacional (SEN) por acciones paralelas de ahorro de energía en el proceso en cerca de 2 MW de potencia.
- La producción de energía a partir de estas variedades no compite con la producción de alimentos y se dedicará cerca del 28% del área cañera total a caña energética.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

- Se incrementará el aprovechamiento energético del bagazo de la caña azucarera de 2.9 a 9.4 MWh por hectárea de caña cosechada, además la caña energética aportará cerca de 33 MWh por hectárea y en total todas las áreas cañeras aportarán cerca de 16 MWh por hectárea.
- Se podrían generar cerca de 298 kWh/tc en la industria azucarera, de los cuales 136 kWh/tc los aportaría la caña azucarera y 162 kWh/tc los aportaría la caña energética.
- Se incrementará el aprovechamiento neto de las instalaciones de la empresa azucarera y su destilería durante todo el año.
- Se prolongaría el tiempo de empleo para la producción industrial a trabajadores fijos de la empresa azucarera, logrando así mayor estabilidad salarial y condiciones de vida.
- Se podrían instalar, con una tecnología similar, en la empresa Uruguay 60 MW de potencia, generar 475 GWh anuales de electricidad, evitar importación de 101000 t de petróleo equivalente a cerca de 62 Millones de USD.

Tabla 2. Contribución estimada de generación con bagazo en perspectiva país

Caña procesada	70 Millones de toneladas
Generación por tonelada	298 kWh/tc
Generación total estimada	20 860 GWh
Contribución a la demanda	70% demanda nacional
Potencia estimada	2381 MW
Ahorros estimados por importación	2 677 millones de USD

Fuente: Elaboración propia

Biomasa de Marabú

Entre los años 2009 y 2012 se trabajó por investigadores del CEEPI en evaluar el potencial energético de la conversión termoquímica de la biomasa del Marabú en energía, inicialmente se describió esta biomasa, que tiene características adecuadas para su uso como fuente de energía, con un poder calorífico de 19100 kJ kg⁻¹ y 3 a 4% de ceniza con temperatura de fusión de 1460 °C. Se le

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

realizaron experimentos de pirólisis encontrándose dos áreas bien definidas; la zona de descomposición de hemicelulosa y celulosa, y la de la descomposición de lignina, con una pérdida de peso del 60% (Abreu Naranajo & Romero Romero, 2011) (Abreu Naranajo, Foppa Pedretti, Romero Romero & Riva, 2012).

Con estos resultados y posteriores experimentos se propuso una tecnología de torrefacción de la biomasa del Marabú que permitiría generar 19 MW de potencia eléctrica en la provincia de Sancti Spíritus, cuyas especificidades, reportadas por Abreu Naranajo y colaboradores se exponen a continuación (Abreu Naranajo, Foppa Pedretti & Romero Romero, 2012).

El diagrama del sistema tecnológico del proceso de torrefacción de la simulación en American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) es presentado en la figura 1 sobre la base de un esquema de bloque.

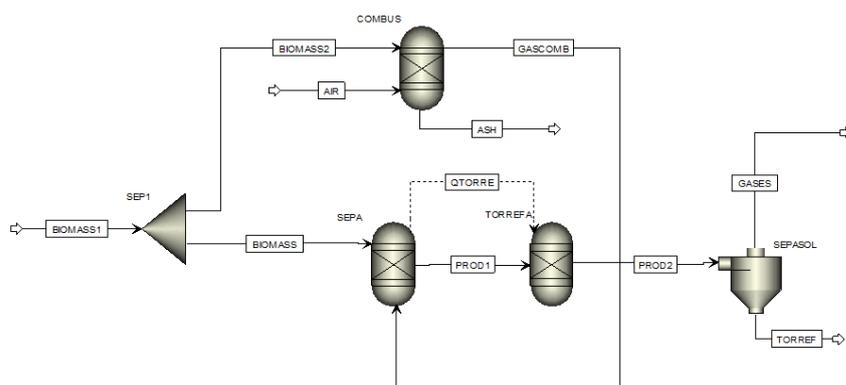


Figura 1. Diagrama de flujo de la simulación en ASPEN para el sistema tecnológico de torrefacción **Fuente:** Abreu Naranajo, Foppa Pedretti & Romero Romero (2012)

Balace de materiales y energía del proceso de torrefacción

Como se puede apreciar en la figura 2 se propone una tecnología para producir 11054.55 kg h⁻¹ de torrefacto a las condiciones de operación 250(60), para lo que es necesario un flujo másico 13124 kg h⁻¹ de D. Cinérea a una humedad del 19%, del cual un 5.4% es destinado a la unidad de combustión para generar el calor utilizado en el proceso de torrefacción.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

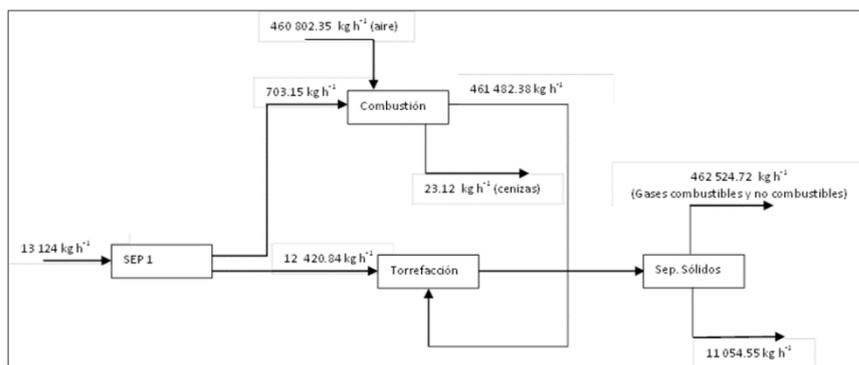


Figura 2. Balance de materiales sistema de torrefacción a 250 °C. Planta para suministrar material torrefacto como combustible a una instalación con una potencia de 19 MWe.

Fuente: Abreu Naranjo, Foppa Pedretti & Romero Romero (2012).

Del estudio se obtiene que con el proceso de torrefacción de 13 t h^{-1} de Marabú se obtendrían 11 t h^{-1} de material torrefacto con una eficiencia energética superior al 50%, es decir producir un material de alta densidad energética que ahorra costos de transportación para generar 19 MW de potencia eléctrica por día. Esta tecnología permitiría generar 150 GWh anuales de electricidad, evitando importar 32 044 t de petróleo para esa generación con un valor de 19,6 millones de USD (Lorenzo Brito & Romero Romero, 2016). En una mirada a nivel de país la potencia eléctrica a instalar podría estimarse en los 247 MW, que podría generar el 7% de la demanda de electricidad nacional.

Biogás a partir de biomásas residuales

Desde el año 2004 se comenzaron las investigaciones en el CEEPI relativas a la utilización de diferentes tipos de biomásas para la producción de biogás con fines energéticos, de estos trabajos se han derivado una amplia producción científica que incluye varias decenas de artículos científicos y cinco tesis doctorales defendidas satisfactoriamente.

Uno de los primeros trabajos se dirigió al análisis de la producción de biogás a partir del tratamiento de los residuos arroceros, lo que, con excepción de la cáscara de arroz que mostró muy bajo rendimiento, poseen una composición química adecuada para la producción de biogás, con limitaciones solamente en la

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

relación C/N. El mayor potencial de biogás de 0,52 m³kgSV⁻¹ correspondió a la paja de arroz como mono-sustrato durante un tiempo de digestión de 36 días, con 55% vol de metano bajo condiciones termofílicas. El análisis del uso energético de estos residuos vía biogás demostró que por este concepto se podrían generar una potencia de 10 MWe en la Empresa Sur del Jíbaro, para generar 79 GWh de electricidad anuales y evitar importar 16 685 t de petróleo con un costo estimado en los 10,3 millones de USD (Contreras Velazquez, Pereda Reyes & Romero-Romero, 2012) (Contreras Velazques, Pereda Reyez & Romero Romero, 2013) (Jiménez Hernández, Guerra & Noyola, 2015). Posteriormente se demostró la sostenibilidad del uso energéticos de los residuos arroceros combinado métodos de economía ecológica para el análisis de diferentes escenarios y alternativas en el uso del biogás (Bravo Amarante, López Bastida, Romero Romero, Shulz & Güereca, 2019).

La propuesta tecnológica propone el pretratamiento de los residuos arroceros, los que se llevarían a un reactor Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR), el biogás obtenido alimentará un generador con motor estacionario y el digestato que por una separación mecánica permite obtener la fase sólida a utilizar como biofertilizante en la producción arroceras y la fase líquida para ser recirculada al biodigestor y/o utilizada para fertirrigar los campos de arroz (Contreras Velazques, Pereda Reyez & Romero Romero, 2013). En la tabla 3 se observan los resultados a esperar con el tratamiento de los residuos del arroz y en la figura 3 se pueden ver las diferentes etapas del proceso.

Otros trabajos estuvieron orientados a la posibilidad de utilizar las vinazas de la destilería del alcohol para la producción de biogás, así como el tratamiento a las mezclas vinaza cachaza para la producción de energía a través de biogás obtenido. Los mismos contribuyeron a analizar la reducción de sulfuros en el proceso de digestión anaerobia (Barrera, et al., 2014), así como los efectos sobre la sostenibilidad de esta alternativa en comparación con el uso de lagunas y fertirriego; para lo cual se analizan diferentes tecnologías de reducción de

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

sulfuros, así como para la conversión energética del biogás en electricidad y calor (Barrera Cardoso, Dewulf, Spanjers, Romero Romero & Domínguez, 2014).

De igual forma se estudió las mezclas óptimas de cachaza y vinaza para la producción de biogás con fines energéticos (López Gonzáles, Pereda Reyes & Romero Romero, 2017), así como el tratamiento con explosión de vapor y por agua caliente de la cachaza para incrementar el rendimiento en biogás por codigestión con vinaza (Lopez Gonzalez, et al., 2015) (López González, Pereda Reyes, & Romero Romero, 2016).

Tabla 3. Contribución estimada del tratamiento anaerobio de los residuos del arroz

Parámetros	Unidad	Valor
Alimentación diaria de biomasa	td-1	401,01
Alimentación diaria de agua	td-1	802,03
Alimentación total diaria	td-1	1203,04
Volumen de alimentación diaria	m3d-1	1203,04
Flujo de materia orgánica diaria al digestor	kgSVd-1	280307,8
Carga orgánica volumétrica máxima	kgSVm-3d-1	4,0
Volumen efectivo mínimo de reactor	m3	69997
Producción diaria de biogás	m3d-1	108675
Producción diaria de energía eléctrica	kWh	242344
Potencia del sistema de generación eléctrica	MW	10
Energía térmica disponible diaria	kWh	360799
Potencia térmica	MW	15

Fuente: Contreras Velazques, Pereda Reyez, & Romero Romero (2013)

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

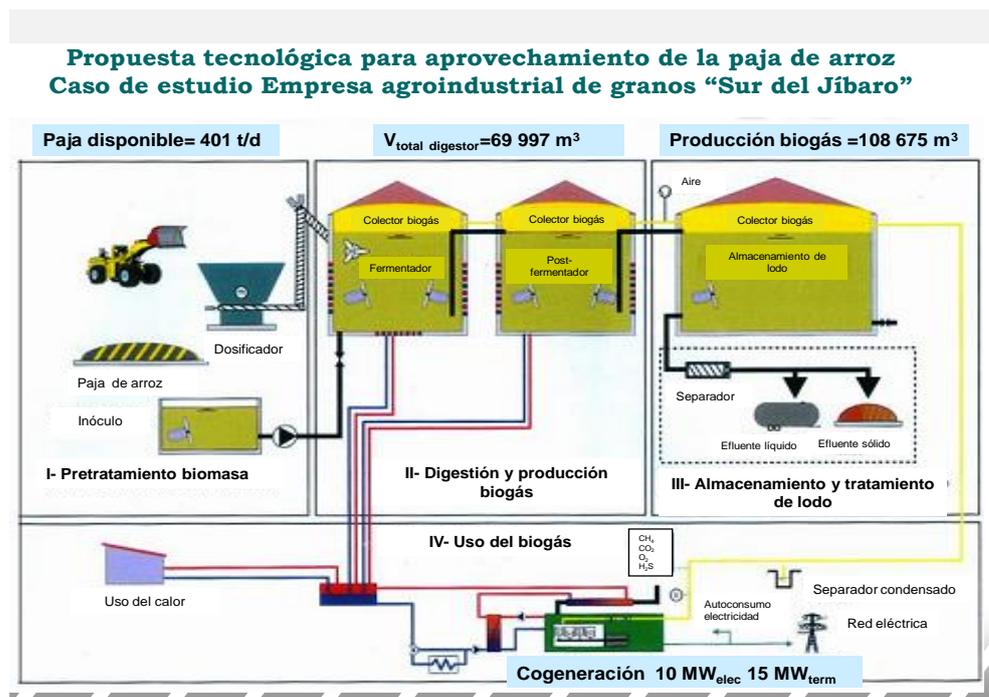


Figura 3. Propuesta tecnológica para el aprovechamiento energético de residuos del arroz

Fuente: Contreras Velazques, Pereda Reyez & Romero Romero (2013)

Los estudios utilizando vinaza de la destilería y cachaza de la fábrica de azúcar “Melanio Hernández” permitirían minimizar los constantes problemas ambientales que estas emisiones provocan y generar 2,5 MW de potencia eléctrica, así como generar 700 kW en cada uno de los centros porcinos Cacahual y Carbó para un potencial total de 1,4 MW de potencia entre ambos centros (Lorenzo Brito & Romero Romero, 2016).

A partir de los resultados obtenidos y de conjunto con el Ministerio de Energía y Minas de Cuba (MINEM) se propuso un programa nacional para el desarrollo del uso de la tecnología del biogás a escala industrial en aquellas plantas de producción que producen grandes cantidades de aguas residuales con alto contenido de DQO, o donde se pueden recolectar los residuos generados por diversos sistemas de producción. El objetivo del programa sería aportar entre el 7 y el 10% de la electricidad a la matriz de energía eléctrica de Cuba a partir del

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

uso de biogás (Romero Romero, et al., 2015). Los detalles del análisis de la tecnología a nivel de país se exponen más adelante.

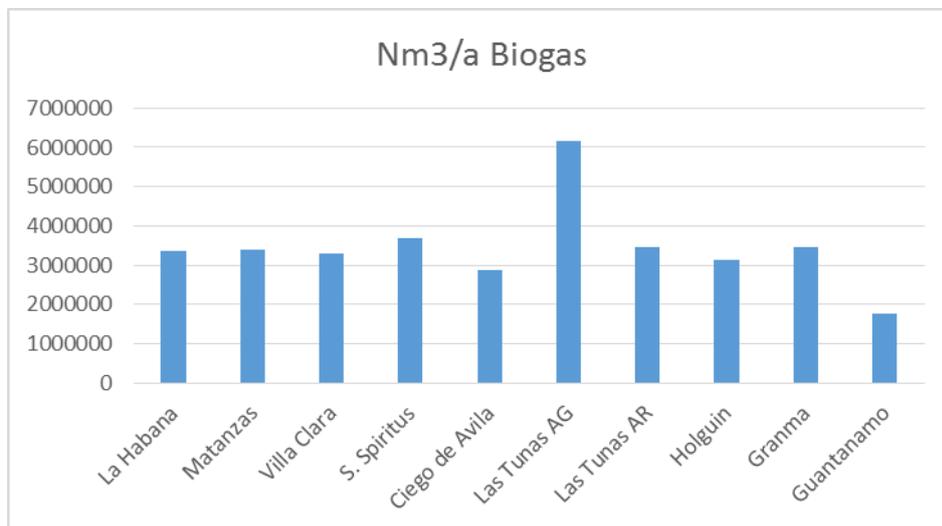


Gráfico 4. Producción de biogás estimada en las destilerías del país.

Fuente: Romero Romero (2015)

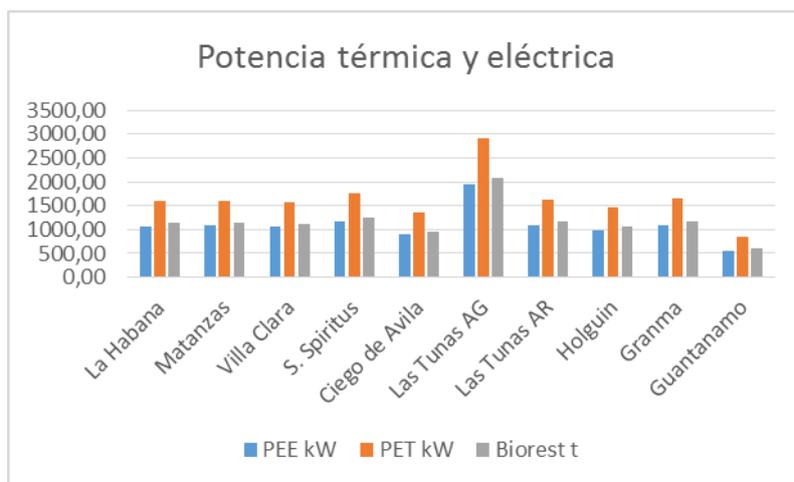


Gráfico 5. Potencia térmica y eléctrica estimada a instalar en las destilerías del país

Fuente: Romero Romero O (2015)

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

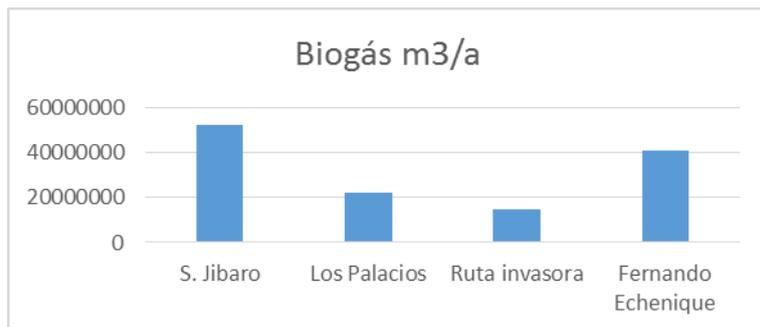


Gráfico 6. Estimación del biogás a producir por digestión de residuos arroceros en Cuba.

Fuente: (Romero Romero O. , 2015)

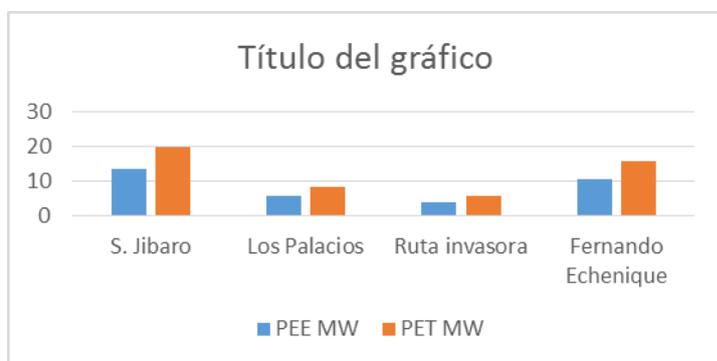


Gráfico 7. Estimación de la potencia energética a instalar en las empresas del arroz de Cuba.

Fuente: Romero Romero (2015)

Estructura previsible de la matriz energética de Sancti Spíritus si se consideran los potenciales de energías renovables identificados con el consumo del 2014

Si se consideran todos los aportes de los potenciales de energías renovables analizados, sumada la solar fotovoltaica e hidráulica instalada en 2014, estos en su conjunto podrían contribuir con 157 473,54 TEP valor que es superior a lo que se demanda en la actualidad de electricidad en el territorio, que según el diagnóstico realizado estaba en un valor de 142548,00 TEP, este resultado indica que podría sustituirse toda la energía eléctrica que se consumía de combustible fósiles por un suministro de energía eléctrica basado 100% en energías renovables (Lorenzo Brito & Romero Romero, 2016).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

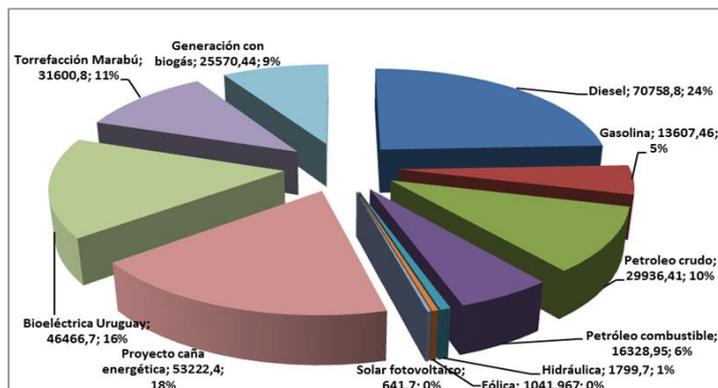


Gráfico 8. Matriz energética de Sancti Spíritus considerando potenciales de FRE en el 2014

Fuente: Lorenzo Brito & Romero Romero (2016)

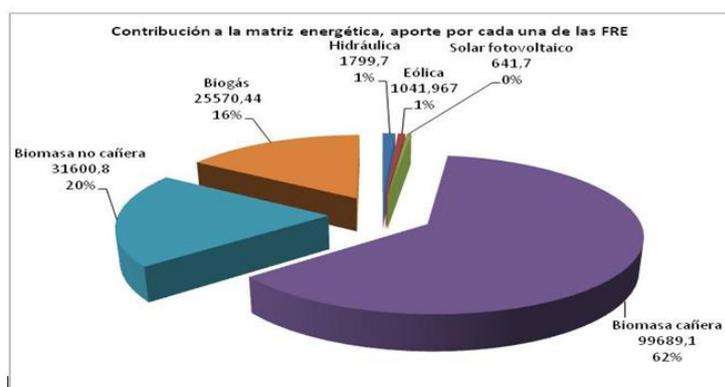


Gráfico 9. Contribución a la matriz energética teórica 2014, aporte por cada una de las FRE

Fuente: Lorenzo Brito & Romero Romero (2016)

En el gráfico 9 se analiza la participación de cada una de las fuentes renovables, donde puede verse que la biomasa cañera, la no cañera y el biogás podrían contribuir en conjunto con el 98% del total; lo que indica que la biomasa en general desempeñará un papel fundamental en cualquier matriz energética basada en fuentes renovables de energías (Lorenzo Brito & Romero Romero, 2016).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Elementos cualitativos analizados que le dan valor adicional a la biomasa como recurso energético renovable

La biomasa como portadora de energía química, a diferencia de la energía solar y del viento se puede almacenar y utilizar en momentos de picos de demanda eléctrica, pero a su vez la operación de una termoeléctrica que utiliza biomasa es similar a las termoeléctricas que utilizan petróleo, esto permite manejar las termoeléctricas con biomasa para cubrir la demanda básica del sistema, mientras que las termoeléctricas que utilicen biogás pueden reaccionar más rápidamente para seguir los cambios de demanda eléctrica del sistema.

Por otra parte el uso del Marabú como fuente energética permitirá liberar áreas infectadas actualmente con esta variedad de acacia, para ponerlas a disposición de la producción de alimentos o la creación de bosques. Por su parte el biogás permite tratar los residuos agrícolas e industriales para extraer la energía química almacenada, al tiempo que se eliminan los impactos negativos de su deposición actual, adicionalmente el digestato permite aportar nutrientes a los suelos y sustituir fertilizantes sintéticos en la agricultura.

Todo lo anterior da un valor adicional a la biomasa como recurso energético al poderse integrar la producción de energía y alimentos de forma efectiva.

CONCLUSIONES

La revisión de la amplia producción científica del CEEPI sobre la utilización de la biomasa como recurso energético renovable permite estimar, a partir de consideraciones de los consumos del 2014, que es posible alcanzar una matriz energética basada al 100% en las energías renovables, a esa matriz teórica, la biomasa cañera, la no cañera y el biogás contribuirían con un 98% del aporte de las FRE, lo que demuestra la importancia de la biomasa como recursos energético entre todas las fuentes renovables de energía. En una perspectiva nacional, considerando los resultados científicos del CEEPI, la biomasa cañera y no cañera unido al biogás podrían contribuir con cerca del 87% de la demanda de energía eléctrica nacional, ratificando la importancia de esta fuente. Por otra parte, el uso de la biomasa tiene cualitativamente otras ventajas adicionales,

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

como lo constituye el poder cubrir la carga básica del SEN, la posibilidad de integrarse con las producciones agrícolas minimizando el impacto ambiental por sustitución de agroquímicos, la mayor protección de los suelos y la reducción de las emisiones totales de CO².

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu Naranjo, R., Foppa Pedretti, E. & Romero Romero, O. (2012). *Utilizzo energetico della biomassa ligno-cellulosica ottenuta da Dichrostachys cinerea in processi i di termodecomposizione* (Tesis Doctoral). Ancona, Italia: Università Politecnica delle Marche.
- Abreu Naranjo, R., Foppa-Pedretti, E., Romero-Romero, O. & Riva, G. (Noviembre, 2012). Energy characterization of MARABU. *Biomass and Bioenergy*, 170 - 175.
- Abreu Naranajo, R. & Romero Romero, O. (Junio, 2011). Modelling and determination of the kinetic parameters of the pyrolysis of *Dichrostachys cinerea*. *International Conference for Renewable Energy*, 15 - 20.
- Aguila, M. (2017). Avances en las energías renovables en Cuba. *Intercambio entre Cuba y China sobre Energía Renovable y Uso Eficiente de la Energía*. Beijiin, China: Recuperado de <https://cubadebate.cu>
- Barrera Cardoso, E., Dewulf, J., Spanjers, H., Romero Romero, O. & Domínguez, E. R. (2014). *The anaerobic digestion of a very high strength and sulfate rich vinasse: from experiments to modeling and sustainability assessment*. Gante, Bélgica (Tesis de doctorado) UGhent.
- Barrera, E. L., Spanjers, H., Romero, O., Domínguez, Rosa, E. & Dewulf, J. (Julio 2014). Characterization of the sulfate reduction process in the anaerobic digestion of a very high strength and sulfate rich vinasse. *Chemical Engineering Journal*. 383-393.
- Bravo Amarante, E., López Bastida, E., Romero Romero, O., Shulz, R. K. & Patricia Güereca, L. (2019). *Metodología para valorar la sostenibilidad de la gestión de residuos agrícolas con fines energéticos*. Cienfuegos: (Tesis de Doctorado) Universidad de Cienfuegos UCF.
- Buenas Prácticas (BP) Statistical Review of World Energy (2020). Germany.
- Consejo de Estado de la República de Cuba. (2019). *Decreto-Ley No. 345 (GOC-2019-1063-O95) Del desarrollo de las fuentes renovables y el uso eficiente de la energía*. *Gaceta Oficial de la República*.
- Contreras Velazques, L. M., Pereda Reytez, I. & Romero Romero, O. (2013). *Digestión anaerobia de residuos de la agroindustria arroceras cubana para la producción de biogás*. Santa Clara: (Tesis de Doctorado) Universidad Central de Las Villas (UCLV).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

- Contreras Velazquez, L., Pereda-Reyes, I. & Romero-Romero, O. (Enero 2012.). Energetic use of rice residuals by bio-conversion. Study case Cuba. *Dyna Energía y Sostenibilidad*, 20 - 31.
- Fumero Pérez, T. & Romero Romero, O. (2010). *Propuesta Integral para la generación continua de electricidad con bagazo utilizando caña energética como materia prima al terminar la zafra azucarera en la Empresa Melanio Hernández*. Sancti Spíritus, Cuba: (Tesis de Grado) Universidad de Sancti Spíritus (UNISS).
- Gil Unday, Z., Hernández León, R. A. & Llop, M. (2005). *Estudio del impacto ambiental del uso del bagazo como fuente de energía en centrales azucareros en Cuba. Estudio de caso "Melanio Hernández*. Girona, España: (Tesis Doctoral) Universitat Girona.
- Jiménez Hernández, J., Guerra, G. & Noyola, A. (2015). *Adición de paja de arroz y arcillas residuales a la digestión anaerobia de estiércol porcino. Efecto sobre la comunidad procariota productora de metano*. Habana: (Tesis de doctorado) Universidad de La Habana (UH).
- López González, L. M., Pereda Reyes, I. & Romero Romero, O. (Julio 2017). Anaerobic co-digestion of sugarcane press mud with vinasse on methane yield. *Waste Management*. Recuperado de <https://reserchgate.net>
- López González, L. M., Pereda Reyes, I. & Romero Romero, O. (2016). *Efecto del pre-tratamiento de la cachaza y su codigestión con vinaza en la digestión anaerobia*. Santa Clara, Cuba (Tesis Doctoral) Universidad Central de Las Villas (UCLV).
- Lopez Gonzalez, L. M., Pereda Reyes, I., Romero Romero, O., Budde, J., Heiermann, M. & Vervaeren, H. (Noviembre 2015). Antagonistic Effects on the Methane Yield of Liquid Hot-Water Pretreated Press Mud Fractions Co-digested with Vinasse. *Energy & Fuels*, 7284 - 7289. Recuperado de <https://pubs.acs.org>
- Lorenzo Brito, L. M. & Romero Romero, O. (2016). *Matriz Energética de la Provincia Sancti Spíritus. Consideraciones desde los Potenciales de las Energías Renovables y el Consumo del 2014*. Sancti Spíritus, Cuba: (Tesis de Maestría) Universidad de Sancti Spíritus (UNISS).
- Merlos Ramírez, M., Hernández León, R. A. & Romero Romero, O. (Abril–Junio 2002). Posibilidades energeticas de la molida de caña integral. *Centro Azúcar*, pp. 16 - 23. Recuperado de <https://centroazucar.uclv.edu.cu>
- Montano Perdomo, I. & Vera Méndez, A. (2009). *Factibilidad del uso de la caña de azúcar (sacharum officinarum lin) (energética), como combustible renovable en la empresa azucarera Melanio Hernández*. Cienfuegos, Cuba (Tesis de Maestría) Universidad de Cienfuegos (UCF).
- Obregón Luna, J. d., Romero Romero, O., Abreu Naranjo, R. & Hernández León, R. A. (Mayo 2011) Jugos de caña energética para producir bioetanol (VI):

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

- determinación algorítmica del% Brix límite inferior de conservación. *Ingeniería química*. Recuperado de <https://scielo.org.mx>
- Obregón Luna, J. d., Romero Romero, O., Hernández León, R. A. & RA. (Junio 2008). Caracterización fermentativa alcohólica de jugos de caña energética. *Ingeniería química*. Recuperado de [https:// dianlet . unirioja.es](https://dianlet.unirioja.es)
- Romero Romero, O., Barrera Cardoso, E. L., Contreras Velázquez, L. M., López González, L. M., Jiménez Hernández, J. & Bravo Amarante, E. (2015). *Propuesta de programa nacional para el desarrollo del biogás en Cuba*. Sancti Spíritus, Cuba: Documento de trabajo del CEEPI de la Universidad de Sancti Spíritus (UNISS).
- Romero Romero, O., Barrera Cardoso, E. L., Hernández León, R. A. & Pérez de Alejo Victoria, H. (Septiembre 2005). Diagnóstico de las emisiones en un proyecto de cogeneración con bagazo. *Centro Azúcar*, 48 - 54.
- Romero Romero, O., Hernández León, R. A. & Pérez de Alejo Victoria, H. (2005). *Metodología para incrementar el aporte de electricidad con bagazo y alternativa de combustible para generar fuera de zafra*. Santa Clara, Cuba: (Tesis de doctorado) Universidad Central de Las Villas (UCLV).
- Romero Romero, O., Pérez de Alejo, H. & Hernández León, R. A. (Abril-Junio 2002). Estudio energético para el desarrollo de una planta de cogeneración en la industria azucarera. *Centro Azúcar*, 48 - 55. Recuperado de <https://centrozucar.uclv.edu.cu>
- Romero Romero, O., Quintero Concepción, E., Hernández León, R. & Pérez de Alejo Victoria, H. (Abril-Junio 2006). Análisis de costos y factibilidad económica de una inversión para cogenerar en la industria azucarera. *Centro Azúcar*, 52 - 57. Recuperado de <https://centrozucar.uclv.edu.cu>
- Valdes, A. (2015). Desarrollo de las Fuentes Renovables de Energía. *Encuentro cubano - alemán para la cooperación en energías renovables* (p. 18). La Habana: MINEM.



Fecha de presentación: 24/08/2020 Fecha de aceptación: 8/10/2020 Fecha de publicación: 6/11/2020

¿Cómo citar este artículo?

Castillo González, J. M., Rodríguez Quintana, A., & Pérez Lara, N. (mayo-agosto, 2020). La educación en valores desde la educación superior. Fundamento estratégico de la Revolución Cubana. Revista *Márgenes*, 8(2), 105-124. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/1118>

TÍTULO: LA EDUCACIÓN EN VALORES DESDE LA EDUCACIÓN SUPERIOR. FUNDAMENTO ESTRATÉGICO DE LA REVOLUCIÓN CUBANA
TITLE: MORAL VALUES EDUCATION IN HIGHER EDUCATION. THE CUBAN REVOLUTION STRATEGIC FOUNDATIONS

Autores: MSc. José Manuel Castillo-González¹, Lic. Carlos Alberto Rodríguez-Quintana², Lic. Norberto Pérez-Lara³

¹ Licenciado en Educación Especialidad Matemática. Máster en la Actividad Física Comunitaria. Profesor Auxiliar. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Centro Universitario Municipal de Taguasco, Sancti Spíritus, Cuba. Línea de investigación: Didáctica de la Matemática. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0519-9608> Correo electrónico: josemc@uniss.edu.cu

² Licenciado en Cultura Física. Profesor Asistente. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Centro Universitario Municipal de Taguasco, Sancti Spíritus, Cuba. Línea de investigación: Las competencias profesionales. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8233-0983> Correo electrónico: carlosalbertorq@uniss.edu.cu

³ Licenciado en Cultura Física. Profesor Instructor. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Centro Universitario Municipal de Taguasco, Sancti Spíritus, Cuba. Línea de investigación: Didáctica de la Actividad Física. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4373-906X>, Correo electrónico: norberto@uniss.edu.cu

RESUMEN

El presente artículo está relacionado con la formación y educación en valores en la universidad, retos que enfrenta la sociedad cubana actual. Se refieren a las normas morales, tradiciones, costumbres, hábitos, establecidos como conceptos, convicciones y principios humanistas, políticos e ideológicos acerca de lo bueno, lo malo, lo moral, lo honesto, lo humano, lo patriótico, los deberes y derechos propios y ajenos. Su objetivo es valorar la formación en valores de los estudiantes universitarios para lograr un profesional más integral y comprometido con la Revolución. Las principales conclusiones obtenidas destacan que los valores son elaboraciones sociales con significaciones colectivas personalizadas,

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

manifestándose en sus relaciones sociales y atributos de las personas individuales, por lo que debe ser una acción planificada, orientada, y controlada por la familia, la escuela y la comunidad para formar a las nuevas generaciones en valores implícitos en todos los procesos sustantivos. La actual crisis existente en la educación y formación en valores en la universidad es una preocupación para la sociedad cubana y debe abordarse como una concepción de sistema que debe estar presente y materializarse en todo el trabajo y que permita lograr profesionales con una correcta educación en valores.

Palabras clave: crisis de valores; educación en valores; formación de valores; procesos sustantivos.

ABSTRACT

The moral values instilment and education at the university as challenges currently faced by Cuban society are addressed in this paper. Additionally, the moral standards, traditions and habits established as concepts, convictions and principles of a human, political and ideological nature about what is good, bad, moral, honest, human, patriotic and about the own and others' rights and duties are dealt with. The paper's objective is to appraise the moral values instilment of the university students in order to instruct better-educated professionals with a higher sense of commitment with the Revolution. As to the conclusions, the following were deemed relevant: moral values are a result of social interactions with a collective but personalized significance; they are conspicuous in the individuals' social connections and traits; their instilment in new generations as part of all substantive processes is to be planned, directed and controlled by the family, the school and the community. The ongoing crisis in moral values instilment and education at the university is a primary concern for Cuban society and it should be approached as a system which contributes to the instruction of professionals with a high quality moral education.

Keywords: moral values crisis; moral values education; moral values instilment; substantive processes.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

INTRODUCCIÓN

Desde el triunfo de la Revolución la educación de la joven generación, ha sido una constante fuente de investigación y de preocupación del sistema educacional cubano lo cual ha sido investigado por diferentes autores. El problema de la formación y educación en valores, según González Rodríguez & Cardentey García (2016) se ha convertido en un contenido de máxima urgencia en los diversos sistemas educativos de todo el mundo.

Las tendencias de pensamiento progresistas criticadas desde el mundo desarrollado capitalista, no hacen legítimos los sistemas, las ideologías y los procesos históricos de los demás países del mundo. La globalización de la economía, implica globalización de la información, donde las noticias internacionales son manipuladas por las agencias capitalistas más importantes del mundo y divulgadas por las diferentes vías de gestión de la información, donde los valores que se inculcan sobre el mundo y en especial sobre los países subdesarrollados, están dirigidos especialmente a la ética de lo material, por encima de la ética de lo espiritual.

La caída del campo socialista y el surgimiento de un mundo unipolar globalizado trajo para Cuba, una notable influencia en la conciencia social pues apareció el pesimismo social, la incertidumbre, la falta de credibilidad, la pérdida de paradigmas y otras concepciones, que generaron crisis de valores. Para contrarrestar esta política agresiva, la lucha ideológica tiene que jugar un papel protagónico donde la labor patriótica, política e ideológica es uno de los eslabones fundamentales en las universidades.

En tal sentido, aplicar la concepción martiana de que hay que preparar a los jóvenes para dar respuestas a los problemas de sus tiempos y estar a la vanguardia en la época que le ha tocado vivir, pues son agentes dinámicos, activos y constituyen una fuerza decisiva en la edificación de la sociedad y el futuro. Así, los retos que enfrenta la sociedad cubana, exigen que se fortalezcan los valores para lograr un profesional más integral y comprometido con la Revolución, que sea capaz de realizar trabajo político e ideológico desde su

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

trabajo hasta la sociedad.

La lucha revolucionaria ha sido históricamente una gran batalla de ideas y la Educación Superior desempeña un papel decisivo donde sus profesores ocupan la primera línea de combate y son unos de sus protagonistas principales ya que el Estado y el Partido le han encomendado la misión de conducir el proceso educativo que permita lograr la formación y desarrollo de las nuevas generaciones, donde se priorice la unidad de la instrucción y la educación. En tal sentido, según Chapa Alarcón: “el desarrollo de valores, la formación patriótica y la cultura integral tienen la primera prioridad en la labor de nuestras universidades, para lograr un graduado plenamente comprometido con su Patria” (2015, p. 773).

Las aseveraciones anteriores demandan, según Rojas Muñoz, 2019 la necesidad de profundizar en la educación en valores desde las Universidades Cubanas, constituyendo una importante tarea en la formación de las nuevas generaciones para que su comportamiento esté a la altura del momento histórico, donde se fortalezca la labor política e ideológica de la comunidad, el amor a la patria, a sus héroes, a sus símbolos de identidad nacional y local, permitiéndole a los integrantes de la comunidad universitaria identificarse con el pasado, presente y futuro de la Revolución Cubana como vía de desarrollo, para lo cual fue señalado como objetivo de este artículo: valorar la formación en valores de los estudiantes universitarios para lograr un profesional más integral y comprometido con la Revolución.

DESARROLLO

No se puede conformar la historia de la revolución, sin incluir en ella, la historia de los valores. La situación que presentaba la educación cubana antes de 1959 era muy deficiente y aunque en la República se emitió la Constitución de 1940 –la cual establecía el carácter obligatorio de la educación para todos los niños cubanos– el sistema educativo republicano se caracterizaba por la existencia de grandes desigualdades en el acceso a los recursos y a las oportunidades educativas. Todo esto traía consigo que la educación de los sectores más pobres

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

de la sociedad era casi nula, aunque no se puede dejar de destacar, que sectores de la población de muy bajos ingresos, recibieran altos niveles de instrucción y formación en valores, ejemplo de esto están muchas personalidades de las guerras de liberación nacional, que, aunque no procedían de familias acomodadas tuvieron una excelente educación y formación de sus valores por los que creyeron, lucharon y dieron hasta sus vidas.

Posterior al triunfo revolucionario de 1959, la situación se ha revertido incuestionablemente, cambiando y mejorando cada día la calidad de vida del pueblo, de ahí la lucha sostenida durante todos estos años de revolución enfocada a la conservación de las tradiciones históricas del pueblo, formando valores esenciales como la independencia, la justicia social y la dignificación humana, que han devenido pilares de la Revolución y su obra. De manera particular, el triunfo revolucionario marca una etapa en la cual se jerarquiza lo relativo a la educación en valores de niños y jóvenes y se establece como prioridad el trabajo político e ideológico, para lo cual se perfeccionaron las vías y formas que promovían la participación activa y reflexiva, garantizando la efectividad en la formación de valores revolucionarios en las escuelas.

Ante los retos sociales, en 1995 se realizó una audiencia pública sobre la formación de valores por la Asamblea Nacional del Poder Popular, en la cual participaron diversos especialistas, y en 1998 se orientaron por el Ministerio de Educación (MINED) los lineamientos para fortalecer la formación de valores, la disciplina y la responsabilidad ciudadana desde la escuela.

Para Ripoll (2020) , la educación en valores comprende la educación como un proceso a escala de toda la sociedad en el marco del sistema de influencias y de la interacción del individuo con la sociedad con el fin de su socialización como sujeto activo y transformador, en lo que los valores histórico-culturales tienen un papel esencial donde en la Educación de un sujeto, (niño, adolescente o joven) está presente desde que se nace, y por supuesto, en los primeros momentos de la vida y durante su desarrollo.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Es así, que la familia (independientemente del nivel cultural o país donde viva) constantemente evalúa, o se cuestiona hasta donde ha llegado, cuáles son las manifestaciones adecuadas o no que asume el sujeto al que educa en términos de sentimientos, actitudes o conductas; de igual forma lo hace durante todo su desarrollo sistemáticamente. Entonces, busca o no un resultado de lo obtenido en el proceso educativo, esto no niega que en la medida que se educa, se obtiene escalonadamente un producto, “en este sentido podríamos asegurar que tanto educación como formación marchan de la mano integralmente” (Báxter, 2003, p. 11).

El problema de la formación o la educación en valores preocupa y ocupa a la comunidad educativa en Cuba como se demuestra en el texto anterior, lo cual exige una mayor eficiencia, eficacia y pertinencia de los procesos formativos en la enseñanza, no solo en cuanto a la elevación del nivel educativo de sus estudiantes, sino también en sus cualidades morales, donde la significación política e ideológica y metodológica de la implementación del Programa Director, el Concepto de Revolución expuesto por el Comandante en Jefe Fidel Castro y la indicación dada por el General de Ejército Raúl Castro donde el orden, la disciplina y la exigencia sean premisas de cada acción que planifiquemos para la educación en el sistema de valores de la Revolución Cubana.

El Estado Cubano considera como piedra angular de la Revolución el desarrollo y fortalecimiento de los valores, para lo cual fue diseñado el Programa Director de la Educación en Valores del Ministerio de Educación, (MINED, 2007), que destaca:

Educación es depositar en cada hombre toda la obra humana que le ha antecedido: es hacer a cada hombre resumen del mundo viviente, hasta el día en que vive; es ponerlo a nivel de su tiempo, para que flote sobre él y no dejarlo debajo de su tiempo, con lo que no podría salir a flote; es preparar al hombre para la vida. (p.26).

Este Programa es considerado un importante instrumento de trabajo político ideológico para todos los educandos y ciudadanos, que debe ser desarrollado en

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

todos los escenarios educativos y sociales del país, sobre la base de una Cultura General Integral, que permita estar plenamente identificado con su nacionalidad y patriotismo, al conocer y entender su pasado, enfrentar su presente y su preparación futura, adoptando conscientemente la opción del socialismo, que garantice la defensa de las conquistas sociales y la continuidad de la obra de la revolución, expresado con sus formas de sentir, pensar y actuar, en correspondencia con sus edades y momento de desarrollo personal, haciendo realidad las ideas de Fidel cuando expresó:

Para mí educar es sembrar valores, inculcar y desarrollar sentimientos, transformar a las criaturas que vienen al mundo con imperativos de la naturaleza, muchas veces contradictorias con las virtudes que más apreciamos, como la solidaridad, desprendimiento, valentía, fraternidad y otras (Castro Ruz, 2002, p. 2).

Este programa recoge, principalmente, doce valores en la sociedad cubana:

1. HUMANISMO: Es el amor hacia los seres humanos y la preocupación por el desarrollo pleno de todos sobre la base de la JUSTICIA.
2. PATRIOTISMO: Es lealtad a la historia de la Patria, la Revolución Socialista y la definición plena de defender sus principios para Cuba y para el mundo.
3. DIGNIDAD: Es el respeto a sí mismo, a la patria y a la humanidad.
4. SOLIDARIDAD: Es comprometerse en idea y acción con el bienestar de los otros, en la familia, la escuela, los colectivos laborales, la nación y hacia otros países, es estar siempre atento a toda masa humana que los rodea.
5. HONRADEZ: se expresa en la rectitud e integridad en todos los ámbitos de la vida y en la acción de vivir con su propio trabajo y esfuerzo.
6. RESPONSABILIDAD: Es el cumplimiento del compromiso contraído ante sí mismo, la familia, el colectivo y la sociedad.
7. LABORIOSIDAD: Se aprecia en el máximo aprovechamiento de las actividades laborales y sociales que se realizan a partir de la conciencia de

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

que el trabajo es la única fuente de riqueza, un deber social y la vía para la realización de los objetivos sociales y personales.

8. HONESTIDAD: Se expresa al actuar de manera sincera, sencilla y veraz. Permite expresar un juicio crítico y ser capaz de reconocer sus errores en tiempo, lugar y forma adecuada, para contribuir al bien propio, colectivo y de la sociedad. Es lograr armonía entre el pensamiento, el discurso y la acción.
9. VALENTÍA: Capacidad de enfrentar con decisión de vencer los peligros, las adversidades, las dificultades y los problemas.
10. FIRMEZA: Capacidad para mantener todas sus convicciones con tenacidad e inteligencia, sin dejarse abatir por las dificultades y resistiendo todas las adversidades.
11. COMBATIVIDAD: Es la persistencia valiente e inteligente en el entrenamiento, la competencia y la vida para alcanzar los objetivos y la victoria.
12. JUSTICIA: Es el respeto a la igualdad social que se expresa en que los seres humanos sean acreedores de los mismos derechos y oportunidades, sin discriminación por diferencias de origen, edad, sexo, ocupación social, desarrollo físico, mental, cultura, color de la piel, credo y de cualquier otra índole.

Para entender todo este proceso de formación en valores, es necesario tener en cuenta que la educación es un proceso activo, complejo y contradictorio como parte de la formación de la personalidad, que se desarrolla en condiciones histórico-sociales determinadas, en las que intervienen diversos factores socializadores, como la familia, la comunidad, los medios de comunicación masiva, las organizaciones políticas y de masas, entre otros.

“Para formar valores los métodos a emplear en el proceso de enseñanza aprendizaje son los dirigidos a la conciencia, a la actividad y a la valoración” (Amador, 2001, p. 27), lo cual hace que el conocimiento se convierta en una necesidad para el estudiante, que sepa operar y encuentre el significado

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

socialmente positivo que tienen estos en su desarrollo individual, solo será posible con el empleo de métodos eficaces.

La conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de desarrollo socialista, según se define por el Partido Comunista de Cuba como una de las fortalezas con que se cuenta para avanzar:

La firmeza de los valores esenciales arraigados en el pueblo cubano, entre los que sobresalen el humanismo, el patriotismo, el antimperialismo, la dignidad, la responsabilidad y la honradez; la elevada vocación solidaria e internacionalista, así como una cultura cimentada en las mejores tradiciones éticas y espirituales de nuestra historia.
(PCC, 2016, p. 11)

De esta forma la educación de los valores, como componente esencial del trabajo político ideológico, constituye una dirección principal de la labor educativa y de todos los factores que intervienen en este proceso donde debe primar el amor a la Patria, a sus héroes y tener una firme convicción de la amenaza que representa el imperialismo, no solo para Cuba, sino para todos los países del mundo.

Los autores de este artículo consideran, que antes de hacer el análisis de las diferentes definiciones dadas por varios autores de valores debe conocerse, qué es la utilidad de la virtud y dignidad. Para abordar el primer término deben ser citadas tres personalidades del mundo y especialmente de Cuba, que son los ejemplos más genuinos, fieles y exactos de este: José Martí Pérez, Fidel Castro Ruz y Raúl Castro Ruz, quienes sin importarle algún beneficio propio han sido capaces de poner su vida y sus bienes personales en beneficio de la sociedad. Por su parte la dignidad hace referencia al valor inherente al ser humano en cuanto a ser racional, dotado de libertad y poder creador, pues las personas pueden modelar y mejorar sus vidas mediante la toma de decisiones y el ejercicio de su libertad, basada en el reconocimiento de la persona de ser merecedora de respeto sin importar sus cualidades personales.

De esta forma al reconocer y tolerar las diferencias de cada persona, para que esta se sienta digna y libre, se afirma la virtud y la propia dignidad del individuo, fundamentado en el respeto a cualquier otro ser. La dignidad es el resultado del

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

buen equilibrio emocional. A su vez, una persona digna puede sentirse orgullosa de las consecuencias de sus actos y de quienes se han visto afectados por ellos, o culpable, si ha causado daños inmerecidos a otros. La misma dignidad, que pone por encima de la naturaleza al ser humano, puede transformarnos a nosotros mismos, contenerla, regularla, nos hace más responsables. Un exceso de dignidad puede fomentar el orgullo propio, pudiendo crear la sensación al individuo de tener derechos exclusivos (privilegios). La dignidad refuerza la personalidad, fomenta la sensación de plenitud y satisfacción, el ser humano posee dignidad por sí mismo, no viene dada por factores o individuos externos, se tiene desde el mismo instante de su nacimiento y es inalienable. Abordados estos dos puntos se puede afirmar que los valores son la significación socialmente positiva que tienen los objetos y fenómenos de la realidad para el hombre, grupo o una sociedad determinada.

Para Morejón, 2014, los valores son elaboraciones sociales que contienen significaciones colectivas personalizadas por cada individuo, quien las pone de manifiesto en sus relaciones sociales; es decir este autor, considera que para ser sociales también tienen que ser atributos de las personas individuales. Por su parte, Guerrero, Atalis & González (2018) plantean que en la actividad intelectual creadora el docente debe poner al estudiante en acciones de aprendizaje que faciliten su educación en valores.

Desde de punto de vista psicológico, los valores, posibilitan al joven valorar y orientar su relación con el mundo que le rodea, con los semejantes y consigo mismo. Estos forman parte del desarrollo moral, son determinaciones espirituales que designan la significación positiva de las cosas, hechos, fenómenos, relaciones y sujetos, para un individuo, un grupo o clase social, o la sociedad en su conjunto.

Sin embargo, para los valores sociales, existen varias clasificaciones, entre las que se encuentran: Políticos, históricos, científicos, económicos, jurídicos, éticos-morales, estéticos, filosóficos y religiosos. Esto demuestra que no se pueden ver, estudiar ni analizar como un ente independiente, hay que verlos como un todo,

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

donde se fusiona la familia, la escuela, las instituciones estatales, las comunidades, las organizaciones políticas y de masa y los medios de difusión masiva.

Los autores de este artículo asumen lo planteado por Báxter (2007, p. VII) cuando plantea:

Educación en valores es la acción planificada, orientada, y controlada que ejercen la familia, la escuela y la comunidad, mediante el ejemplo personal en la actuación de todos los adultos responsabilizados con la tarea o encargo social de formar a las nuevas generaciones y consideran que los valores son ideales que orientan la conducta humana, ayudan a tomar decisiones coherentes, se modifican históricamente y tienen expresiones distintas en los diversos contextos sociales.

El valor es algo muy ligado a la propia existencia de la persona, que afecta a su Conducta, configura y modela sus ideas y condiciona sus sentimientos, actitudes, sus modos de actuar. Es el significado social que se le atribuye a objetos y fenómenos de la realidad en una sociedad dada en el proceso de la actividad práctica en unas relaciones sociales concretas.

La misión social de la Universidad Cubana es la formación de profesionales con una cultura general integral donde se fraguen hombres dignos, responsables, humanos, honestos, honrados, patriotas, solidarios y laboriosos, entre otros valores, elementos que fueron concebidos a través de la Batalla de Ideas proclamada por Fidel. Para que esta, asuma el reto al que se ha hecho alusión anteriormente implica reconocer la responsabilidad de la formación y calificación de un profesional provisto de valores éticos y revolucionarios, según Morales, Trianes & Infante (2013), lo demuestra en el desempeño de su profesión y ante la sociedad que sean capaces de influir en la solución de los principales problemas y en el desarrollo de la sociedad como un todo íntegro que desarrolle y preserve sus valores y su cultura que esté en consonancia con lo planteado por Báxter Pérez, 2007, p. 120) de que:

La educación existe desde el surgimiento de la humanidad, y su función consiste en transmitir y educar en cada una de las nuevas generaciones, los conocimientos, habilidades, normas de conducta, las actitudes, emociones y satisfacciones de todo lo que acontece a su alrededor.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Para Andrade Ubidia, Barba Ayala & Méndez Urresta (2017), la formación en valor debe estar implícito en todos los procesos sustantivos de la universidad, o sea, Extensión Universitaria, Superación, Ciencia y Técnica, Formación del profesional, Recursos Humanos, Financieros y Materiales y Defensa, los cuales no pueden verse de forma aisladas por lo que las acciones propuestas deben ir encaminadas a fortalecer el vínculo universidad – sociedad y ubicarse en el momento histórico en que se vive, para que el encuentro con el mundo que avanza con pasos acelerados, se adapte a las condiciones actuales de la educación cubana, donde se fomenten sentimientos y valores humanos, razón de ser de la labor docente y se cumpla la máxima que “la educación no cambia al mundo, cambia a las personas que son las que cambian el mundo” y que constituyen objetivos de interés para el hombre, son puntos de referencia diaria en la actividad social, son fenómenos de la conciencia social, que expresan intereses en forma de ideas.

El proceso de formación de valores es complejo por lo que es necesario emplear métodos educativos y formas eficaces, que permitan extenderlos a la mayor área posible. Para alcanzar tales propósitos, se precisa de la persuasión como uno de los métodos fundamentales, además de la participación consciente y activa del sujeto en su propia formación, que llegue a inculcar de manera consciente y eficiente, en la psiquis del ser humano, la importancia del trabajo con valores y el perfeccionamiento de ellos como sostén de la Revolución. Los autores concuerdan que se puede inculcar algo positivo en el día a día para la vida de otras personas y sobre todo en la educación de valores en las instituciones docentes y en la comunidad, así como el papel educativo que desempeña el ejemplo personal en la formación de las nuevas generaciones, en correspondencia con lo expresado por (Castro Ruz, 2001, p. 5) al señalar:

Los oscuros nubarrones que se divisan hoy en el horizonte del mundo, no impedirán que los cubanos sigamos trabajando sin descanso en nuestros maravillosos programas sociales y culturales, conscientes de que estamos realizando una tarea humana sin paralelo en la historia. Y si las guerras que se prometen los convirtieran en simples sueños, caeríamos con honor defendiendo sus sueños.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Según Retamar, 2009, p.3, en su artículo *¿Crisis de valores en Cuba?*

... abordar un tema tan complejo y espinoso como los valores, resulta necesario mirar la realidad objetivamente, tal cual es, sin adornarla ni denigrarla; sólo evaluarla sin apasionamientos innecesarios. y, si de eso se trata, simplemente tendremos que aceptar que –por más que nos duela – nuestra sociedad –y no sólo su segmento más joven– se encuentra inmersa en medio de una profunda crisis de valores.

Con independencia de las diferencias que, a causa del cambio generacional y de época, debe producirse en la sociedad cubana de estos días, no es menos cierto que se aprecia a todas luces, en la mayoría de las personas menores de cincuenta años un evidente abandono de las buenas costumbres, las tradiciones, normas morales, de convivencia social y de respeto mutuo; un creciente y peligroso irrespeto al derecho ajeno, a la propiedad social, al cuidado del entorno, a las personas mayores; y un crecimiento inversamente proporcional de la chabacanería, las malas conductas sociales, el desapego al trabajo, la violación de la ley y el incremento de las maneras incorrectas; la falta de educación formal, el desconocimiento y la falta de interés por la Historia patria y la lengua materna, la cultura autóctona.

Para Suárez (2019), la formación de valores, debe continuar siendo el centro de preocupación del país, pues no han cesado las circunstancias desfavorables que han creado la actual crisis de valores en la sociedad cubana, pues solo ha variado de forma, pero no de contenido y donde el concepto de “Hombre nuevo” concebido por el Che se ha visto en riesgo de formarlo. Por esta causa la educación universitaria cubana tiene que revitalizar esta concepción formativa y ponerla a la altura de las necesidades de la época y escuchar con más atención las tradiciones de la sociedad socialista que marcarán el rumbo del futuro educativo del país. Así, los valores han constituido el arma fundamental de La Revolución, para enfrentar al enemigo y las nuevas generaciones deben tomar conciencia del papel que les corresponde jugar en el presente y el futuro garantizando la continuidad y desarrollo del sistema socialista cubano, para lo cual la Universidad tiene que formar jóvenes con convicciones a favor del progreso social.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Según, el Grupo Interdisciplinar (2018), la tarea actual de formar a las nuevas generaciones requiere de la interacción de las instituciones educativas universitarias y agentes socializadores de la comunidad en la labor de preparar ciudadanos integrales. En tal sentido hay que tener en cuenta el rol que deben jugar los medios masivos de comunicación, las organizaciones estudiantiles y sociales, los Organismos de la Administración del Estado, la comunidad y la familia que permita hacer realidad que la educación es tarea de todos y donde se refute las teorías de que se vive en una sociedad sin valores; otros que han aparecido nuevos; también hay quien dice que el problema está en la existencia de multivariabilidad, lo que produce confusión y desorientación en la actuación y valoración de los seres humanos, por lo que valdría la pena abordar el asunto teniendo en cuenta que en todas las sociedades y en las diferentes épocas, el hombre como guía ha tenido que enfrentar sus propios retos de desarrollo, razón que obliga a la sociedad cubana a buscar que sean los rasgos característicos de la sociedad cubana y en particular de la juventud con su participación consciente y activa en su propia formación.

Es así que, en el proceso docente – educativo actual, que se lleva a cabo en las universidades cubanas, están fundamentados y enmarcados por los valores, ya que este debe ocuparse, no solo de transmitir conocimientos, sino depurar la conciencia para que el estudiante sea capaz de enfrentar en cada situación que se le presente en su vida profesional y personal las exigencias que se le presente para actuar en función de sus valores socialistas. De aquí que el desarrollo del pensamiento, junto con la formación de los sentimientos y valores, debe entenderse como una unidad e integrarse y no contraponerse, debe entenderse como un proceso de enriquecimiento de la personalidad donde se logre un acercamiento entre el sistema subjetivo de valores, manteniendo el doble carácter (colectivista e individual) en la educación y desarrollando la personalidad a partir del comprometimiento del sujeto con lo que asume como valor. Según Martínez:

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

El valor como un elemento de la conciencia (social e individual) expresa la significación social positiva, buena, en contraposición al mal, de un fenómeno (hecho, acto de conducta), en forma de principios, normas o representaciones sobre lo bueno o malo, justo, digno, etc. Que posibilita la valoración, orientación y regulación de la actitud y conducta de los individuos hacia la reafirmación del progreso moral, el crecimiento del humanismo y el perfeccionamiento humano. (2002, p. 40)

En correspondencia con lo citado anteriormente sobre la crisis de valores en la sociedad cubana actual originados principalmente por factores internos y externos se precisa influir sobre sus principales causas: el hombre, el injusto y cruel bloqueo a que ha sido sometida Cuba por los Estados Unidos de América, el período especial, la crisis económica del mundo y la globalización neoliberal. Ante tal reto la universidad, según Chapa Alarcón (2015) debe proyectar acciones de conjunto con la comunidad, que permitan el rescate y fortalecimiento de estos. En la sociedad actual cubana se aprecia un evidente abandono de las buenas costumbres, las tradiciones, normas morales, de convivencia social y de respeto mutuo.

Este fenómeno es observado en los diversos grupos sociales de diferentes generaciones, sin embargo, tienen como denominador común haber nacido y crecido dentro del proceso revolucionario posterior al triunfo de la Revolución cubana y en el caso particular de los jóvenes que componen la comunidad universitaria, se observan con marcado énfasis la falta de cuidado de la propiedad social y del entorno, insuficientes hábitos de educación formal hacia las personas mayores, las inadecuadas conductas sociales, el desamor al trabajo, el desconocimiento y la falta de interés por la Historia patria, lo cual va en detrimento del buen funcionamiento de la familia, de la comunidad, de la escuela, del centro laboral y de la sociedad en su conjunto.

Lo anteriormente expuesto, permite afirmar que dentro del trabajo de la universidad, la formación y la educación en valores de los alumnos y la comunidad universitaria deben estar constantemente en perfeccionamiento, lo cual exige una sólida preparación pedagógica y didáctica para enfrentar los nuevos retos, donde los docentes tienen el rol fundamental en la orientación del

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

proceso pedagógico; de su preparación y actuación depende, en gran medida, la posibilidad de dirigir con éxito la educación integral de los futuros profesionales.

En correspondencia con la limitación detectada en la formación y educación en valores se propone un conjunto de actividades, que permiten potenciar esta actividad en la comunidad universitaria, concebidas sobre la base de los problemas detectados, como una tarea primordial que da repuesta a la necesidad de fortalecer y perfeccionar la labor política e ideológica en la educación de la conciencia revolucionaria del pueblo, llevando implícito además un sentido motivacional, que se sustenta en la formación de sus necesidades, permitiendo la ejecución de las actividades de una manera sencilla y creativa y donde se tenga en cuenta:

- Cada actividad debe estar precedida de una motivación.
- Cultivar el Amor como esencia en la formación y educación de los valores.
- No se pone límite al conocimiento sobre los valores en la realización de las actividades previstas.
- Se deben realizar las actividades con una previa coordinación y con la utilización de métodos variados, para lograr una mayor efectividad.

Propuesta de un conjunto de acciones que permitan potenciar la formación y educación en valores, que, a juicio de los autores de este artículo, se pueden citar:

1. Realizar un diagnóstico para saber el estado actual del conocimiento que tienen los estudiantes, profesores y la comunidad, sobre los valores.
2. Perfeccionar las cátedras de formación de valores: Cátedra Martiana, del Adulto Mayor; Cátedras Honoríficas, entre otras para socializar los conocimientos adquiridos.
3. Elaborar el plan de superación político-ideológica de la universidad en alianza con las organizaciones políticas y sociales comunitarias que permita elevar el nivel político-ideológico de los miembros de comunidad universitaria.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

4. Realizar equipos de trabajo en la universidad que representen al CUM en los distintos centros, organizaciones o instituciones, para potenciar el amor a la Patria, a sus Símbolos y Atributos Nacionales y a sus Mártires.
5. Realizar actividades conjuntas, profesores, alumnos y familia para el conocimiento de los valores.
6. Desarrollar talleres sobre las efemérides nacionales y locales para elevar la cultura general integral de los miembros de la comunidad universitaria.
7. Participación de los profesores, alumnos y trabajadores de la universidad, de conjunto con la comunidad, en las actividades productivas, de desarrollo local que permitan inculcar la voluntad y la laboriosidad.
8. Realizar conversatorios y charlas educativas sobre los héroes locales y las figuras de las luchas independentistas cubanas, elevando el compromiso moral y patriótico de la población con la participación de personalidades de la localidad.
9. Establecer conversatorios entre los profesores, alumnos, trabajadores y la comunidad para resaltar la importancia del amor a la Patria, la honestidad y la responsabilidad.
10. Realizar acciones de información política y trabajo con valores, en los centros de trabajos de la comunidad.
11. Efectuar las asambleas educativas, docentes y de formación integral con los estudiantes.

Realizar visitas a monumentos, museos y sitios históricos de la localidad y nacionales.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

CONCLUSIONES

A pesar de la importancia que tiene la educación moral e ideología para las presentes y futuras generaciones y de los esfuerzos realizados por el estado en virtud de su desarrollo, aún existen deficiencias que obstaculizan la formación de valores en los estudiantes.

- La actual crisis existente en la Educación y formación en valores en la Universidad es una preocupación para la sociedad cubana para lo cual debe reforzarse el rol de los medios masivos de comunicación, las organizaciones estudiantiles y sociales, los Organismos de la Administración del Estado, la comunidad y la familia dirigidos hacia la definición de un Modelo del Profesional Integral.
- La misión social de la Universidad Cubana es la formación de profesionales con una cultura general integral donde se fragüen hombres dignos, responsables, humanos, honestos, honrados, patriotas, solidarios y laboriosos, entre otros valores y debe estar encaminada en tres dimensiones: la curricular, la extensión universitaria y la sociopolítica.
- La Educación y formación en valores en la Universidad debe abordarse como una concepción que debe estar presente y materializarse en todo el sistema de trabajo y actividades y en particular con una adecuada preparación de todos los trabajadores que intervienen, de una forma u otra, en el proceso docente educativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, A. (2001). *La educación en valores en adolescentes y jóvenes*. Evento Internacional de Pedagogía. La Habana, Cuba. Recuperado de <http://www.pedagogia.cubaeduca.cu>
- Andrade Ubidia, P., Barba Ayala, J. V. & Méndez Urresta, M. (2017). La ética en el deporte, un tema insoslayable en la formación del profesional de la cultura física. *Revista Conrado*, 13(58), 221-227. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Báxter Pérez, E. (2003). *¿Cuándo y cómo educar en valores?* La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Báxter Pérez, E. (2007). *Educar en valores. Tarea y reto de la sociedad*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

- Castro Ruz, F. (2001). Discurso pronunciado por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz en el Acto de graduación del primer curso emergente de formación de maestros primarios, efectuado en el teatro "Karl Marx". Recuperado de <http://www.fidelcastro.cu/es/>
- Castro Ruz, F. (2 de Septiembre de 2002). Discurso. Acto de graduación de maestros emergentes. *Granma*, p. 2.
- Chapa Alarcón, P. (2015). Valores Universitarios en los Jóvenes Estudiantes de la Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública. *Revista Iberoamericana para el desarrollo y la investigación y el Desarrollo Educativo (RIDE)* 6(11), 773.
- Fernández Retamar, R. (2009). *¿Crisis de valores en Cuba?* Recuperado de <http://www.aquevedo.wordpress.com>
- González Rodríguez, R. & Cardentey García, J. (2016). Educación en valores de estudiantes universitarios. *Revista Humanidades Médicas*, 16(1), 161-174.
- Guerrero, Y., Atalis, A. & González, Z. (2018). La participación protagónica de los jóvenes desde la universidad y la docencia. *Educación y Sociedad*, 16(1), 25-37.
- Grupo Interdisciplinar (28 de julio de 2018). *Los Valores Éticos en la Educación Universitaria: Un reto para los docentes*. Recuperado de <http://www.ined21.com>
- Martínez LLantada, M. (2002). *Filosofía de Educación*. La Habana, Cuba: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- Ministerio de Educación (MINED). (2007). Programa Director para la Educación en Valores. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Morales, F. M., Trianes, M. V. & Infante, L. (2013). Perfiles de valores éticos en estudiantes universitarios. *Aula Abierta*, 41(2), 55-66.
- Morejón, A. (2014). *La formación del valor responsabilidad en los adolescentes de la secundaria básica* (Tesis de doctorado). Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.
- Partido Comunista de Cuba (PCC). (2016). Plan Nacional de Desarrollo Social hasta 2030: Propuesta de visión de la nación, ejes y sectores estratégicos. *Granma*, p. 4.
- Ripoll Acosta, C. (2020). *Estudio del comportamiento de la formación de valores en atletas de Velas*. Recuperado de [http://www.inder.gob.cu/eventos/cocar2020/documentos/Carlos_Ripol_Acosta_\(Vela\).pdf](http://www.inder.gob.cu/eventos/cocar2020/documentos/Carlos_Ripol_Acosta_(Vela).pdf)
- Rojas Muñoz, Y. (enero-junio, 2019). La educación en valores en los alumnos de Levantamiento de Pesas. *Revista Arrancada*, 19(35), 99-107.
- Suárez, G. S. (2019). Modelo para la formación de valores en la universidad inclusiva. *Revista Conrado*, 15(69), 79-88. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/Conrado>

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Fecha de presentación: 19/06/2020 Fecha de aceptación: 19/10/2020 Fecha de publicación: 6/11/2020

¿Cómo citar este artículo?

Faíldes López, A., & Obregón Luna, J. de J. (mayo-agosto, 2020). Reflexiones teóricas sobre la enseñanza basada en proyectos. Revista *Márgenes*, 8(2), 125-136. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/1074>

TÍTULO: REFLEXIONES TEÓRICAS SOBRE LA ENSEÑANZA BASADA EN PROYECTOS

TITLE: THEORETICAL REFLECTIONS ON THE PROJECTS-BASED TEACHING

Autores: MSc. Amilkar Faíldes-López¹, Dr. C. Joaquín de Jesús Obregón-Luna²

¹ Licenciado en Física. Máster en Eficiencia Energética. Profesor Auxiliar. Colaborador del Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Cuba. Línea investigativa: Energía y Desarrollo Sostenible. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5868-9678> Correo electrónico: afaildes@uniss.edu.cu

² Ingeniero Químico. Doctor Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Centro de Estudios de Energía y Procesos Industriales. Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Cuba. Línea investigativa: Energía y Desarrollo Sostenible. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0531-1548> Correo electrónico: obregon@uniss.edu.cu

RESUMEN

El artículo tuvo como objetivo valorar, desde un enfoque didáctico, la enseñanza basada en proyectos. Se analizaron los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje en este tipo de enseñanza y los cambios que se producen en relación con la enseñanza tradicional. Para la valoración de la enseñanza basada en proyectos se emplearon métodos como el análisis y la síntesis. Las conclusiones obtenidas fueron: la necesidad de establecer una nueva relación entre el profesor y el estudiante, donde el profesor sea solo un facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje y el estudiante aprenda a través de su propia experiencia. La enseñanza basada en proyectos modifica la cultura estudiantil, el tiempo y espacio del proceso de enseñanza aprendizaje, las formas de organización, los medios, métodos, contenido y evaluación en relación a la enseñanza tradicional.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

Palabras clave: proceso de enseñanza-aprendizaje; enseñanza basada en proyectos; enseñanza tradicional; teoría de aprendizaje experiencial.

ABSTRACT

The article's objective was to assess from a didactic approach the projects-based teaching. The components of the teaching-learning process of the previously mentioned teaching type and its contrasting features with the traditional teaching were analyzed. The analysis and synthesis methods were used. As to the conclusions, the most relevant are subsequently mentioned: a new relationship between the professor and the student is required in which the professor assumes the sole role of a facilitator of the teaching-learning process and the student can learn through his/her own experience; the projects-based teaching modifies several aspects in relation to the traditional teaching such as the student's culture, the time and space of the teaching-learning process, the organizational forms, means, methods, content and evaluation.

Keywords: teaching-learning process; projects-based teaching; traditional teaching; experiential learning theory.

INTRODUCCIÓN

El perfeccionamiento de la enseñanza se ha convertido, desde hace algunos años, y en casi todas las latitudes, en el centro de atención de didactas y pedagogos. Esto es el resultado de las nuevas y elevadas exigencias que la Revolución científico-tecnológica le plantea, actualmente, a la educación superior (Lagos, 2016).

Cobra fuerza en ese perfeccionamiento el logro de una enseñanza, capaz de dotar a los estudiantes de la posibilidad de aprender a aprender. Se enfoca hacia este objetivo la enseñanza basada en proyectos.

La enseñanza basada en proyectos debe su surgimiento a Willian Heart Kilpatrick a principios del siglo XX. Kilpatrick definió cuatro tipos de trabajo por proyectos según la finalidad que se persiga: elaboración de un producto final; conocer un tema y disfrutar con su conocimiento o experiencia; mejorar una técnica o

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ENSAYO

habilidad concreta y resolver un problema intelectual desafiante para el protagonista

Este último tipo de proyecto lo empleó para enseñar y partió de la concepción que el estudiante aprende en relación con la vida a partir de lo que le es válido. Por ello aboga por una filosofía experimental de la educación en la que el conocimiento se adquiere a través de la experiencia (López de Sosoaga, et.al. 2015).

Se trata de una estrategia de aprendizaje a través de la ejecución de proyectos o retos que buscan soluciones a problemas reales, donde los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros, aprendiendo entre iguales con objetivos comunes (Fernández, 2017).

Consiste en la ejecución de un proyecto por medio de un trabajo colaborativo para obtener un resultado. El objetivo no es especializar a los alumnos, sino abrirles la puerta hacia la creatividad, el diseño y el desarrollo de objetos que son parte de las necesidades actuales (Martín, 2019).

Este tipo de tareas genera expectativas en los alumnos, la expectativa produce un calentamiento intelectual muy importante que conecta con las partes emocionales del inconsciente y que convierte el resultado en algo profundo y duradero. A través de las experiencias vividas en el desarrollo de las tareas que conducen al resultado final, se trabajan competencias claves necesarias para la formación personal e integración del individuo en la sociedad (Acaso, 2012).

Gran parte de los contenidos curriculares ayudan a entender los sucesos naturales y sociales que ocurren en la vida diaria, la puesta en práctica del aprendizaje basado en proyectos, estrecha el tiempo entre la aparición de los contenidos en el aula y su manifestación en la vida real facilitando su comprensión. La Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación ha enumerado los enfoques centrados en el alumno del aprendizaje basado en proyectos, problemas y retos como una de las 11 tendencias tecnológicas en educación a tener en cuenta, por su capacidad de conectar el currículo y el

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

mundo más allá del aula. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del profesorado (INTEF, 2017).

Por todo lo fundamentado anteriormente, se establece como objetivo: valorar, desde un enfoque didáctico la enseñanza basada en proyectos.

DESARROLLO

La didáctica y la enseñanza tradicional

La didáctica es la rama de la pedagogía, que elabora los principios más generales de la enseñanza aplicables a todas las asignaturas, en su relación con los procesos educativos y cuyo objeto de estudio lo constituye el proceso de enseñanza aprendizaje.

Los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje son: los objetivos, el profesor, el alumno, el contenido, los métodos, los medios, las formas de organización y la evaluación.

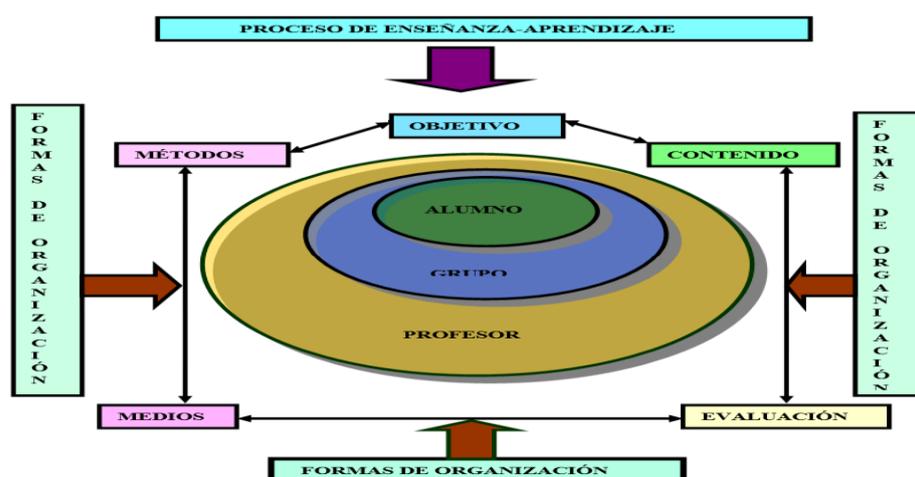


Figura 1. Componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje

Fuente: Ballester et. al. (2018)

En la enseñanza tradicional el profesor determina, elige, planifica, programa y ordena, mientras que el alumno obedece y asume los planteamientos del profesor. Cada personaje ocupa su papel o rol social y, como consecuencia de ello, los roles esperados son aquellos en los que el profesor es el que sabe y el alumno es el que aprende.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



ENSAYO

En esta enseñanza las familias no participan de la vida del aula, las clases se desarrollan por turnos de tiempo definidos y existe un aula para cada grupo como espacio predominante de aprendizaje.

Debido a los roles del profesor y el alumno, el aprendizaje se sustenta en la transmisión de los conocimientos de los profesores a los alumnos, el profesor emplea métodos de enseñanza reproductivos y medios de enseñanza como libros de texto y guías de ejercicios, para dividir el conocimiento en áreas.

El profesor se siente seguro con el apoyo del libro y el alumno se adapta al ciclo de explicaciones, lecturas, ejercicios, correcciones y nuevas explicaciones.

La enseñanza basada en proyectos (ABP)

Un grupo de autores definen la enseñanza basada en proyectos como una estrategia de enseñanza-aprendizaje en lugar de una metodología (Vergara, 2016).

Para desarrollar esta estrategia los profesores tienen que adaptarse a convivir con nuevas fuentes del conocimiento, accesibles para alumnos del siglo XXI. Por esta razón una de sus funciones, será dar soporte a sus alumnos para guiarles a encontrar información veraz, establecer criterios que ayuden a discriminar los contenidos y que los alumnos sean capaces de construir su propio Entorno Personal de Aprendizaje. Los esfuerzos del docente se orientan a identificar rutinas de trabajo y ayudar a construir una red de herramientas y aplicaciones online que permitirán al alumno a aprender a lo largo de toda su vida (Vergara, 2017).

Los objetivos del ABP pueden ser más específicos dependiendo de la materia en la cual se aplique, pero de forma general podemos citar los siguientes:

-Desarrollar las competencias de la disciplina correspondiente para que los alumnos amplíen su base de conocimiento y/o habilidad en un área o contenido.

-Mejorar las competencias en la búsqueda de información al ejecutar el proyecto ya que los alumnos necesitarán encontrar la información.

Conectar los contenidos del currículo con situaciones reales y cotidianas para facilitar su aprendizaje.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ENSAYO

- Crear algo nuevo para provocar la necesidad de aprender conocimientos desarrollando procesos de investigación.
- Contribuir al desarrollo de las competencias clave poniéndolas en práctica a lo largo de todo el proceso.
- Crear experiencias educativas en lugar de transmisión de contenidos.

Los ejes principales de la estrategia del Aprendizaje Basado en Proyectos son los siguientes:

- El aprendizaje es el objetivo. Es muy importante la elección del tema para el proyecto, para que los alumnos se encuentren motivados e interesados en su desarrollo. Requiere que el profesor se preocupe para que los alumnos entiendan y comprendan qué están haciendo, incluso se puede llegar a acuerdos con los alumnos en algunos objetivos. Todas estas acciones mejoran el compromiso de los alumnos para lograr una participación activa.
- Orientado al problema planteado. Es importante que los alumnos adquieran conocimientos y habilidades básicas que les permita resolver tareas complejas. Para ello se proponen actividades complejas en la realización del proyecto.
- Retroalimentación. Durante la ejecución del proyecto es muy importante que el docente atienda a los alumnos a medida que éstos van concluyendo fases o partes de proyecto comentando aquellos aspectos que son susceptibles de mejora. Del mismo modo, los propios compañeros pueden aportar sus opiniones. Todo ello redundará en beneficio de los alumnos, para entender cómo obtener un resultado final de calidad.
- Evaluación. Es deseable evaluar tanto el proceso como el producto final. En muchos casos el producto final puede no ser todo lo bueno que se espera, pero los alumnos se han atrevido a experimentar alternativas que al final han dado un buen resultado. La experimentación, independientemente de los resultados, produce aprendizajes duraderos y esta actitud debe ser valorada positivamente en el proceso de ejecución del proyecto. Los alumnos deben conocer de antemano cómo serán evaluados y los criterios utilizados para la evaluación.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ENSAYO

Para que se produzca un aprendizaje en este tipo de estrategias, conviene tener en cuenta ciertas consideraciones con los grupos y los alumnos:

- La formación de grupos de trabajo que favorezca la participación y la colaboración de todos los miembros es fundamental para lograr la cohesión y un buen clima de trabajo.
- El aprendizaje debe basarse en el entrenamiento y la experiencia del equipo.
- El resultado del proyecto tiene que ser útil para la situación planteada.
- El enunciado de la actividad ha de ser claro y conciso, procurando no dar lugar a dudas de interpretación.
- Las pautas e instrucciones tienen que ser precisas y no dar lugar a interpretaciones ambiguas.
- Se debe especificar las herramientas y útiles necesarios para el desarrollo de la tarea.
- Cada componente del grupo tiene que tener asignado un rol con el fin de asegurarnos la participación de todos sus miembros.
- Los hitos temporales que se esperan del proyecto, con el mínimo exigible, es necesario que estén claramente definidos.
- Los detalles para el proceso de evaluación tienen que estar fijados y ponerlos en conocimiento de los alumnos.

Es muy importante la elección de actividades que se pretenden poner en práctica para que estén alineadas con el currículo de la asignatura. Se pueden tener diferentes tipos de actividades, pero todas ellas tienen que estar ordenadas siguiendo un hilo conductor, si se realiza una detrás de otra sin más, no generaremos aprendizajes en el alumno. Se podría decir que el propio proyecto es la actividad principal, y que a su vez se divide en actividades de menor rango que guardan una secuencia entre ellas para que el alumno las viva como una experiencia que contribuyen a su aprendizaje.

Kolb, como se citó en American Field Service (AFS) 2019, estableció La Teoría de Aprendizaje Experiencial, donde plantea que el aprendizaje basado en la experiencia necesita pasar por cuatro etapas en un orden específico, no es

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

necesario comenzar siempre en la misma, pero si queremos maximizar el aprendizaje debemos proponer actividades que pasen por esas cuatro etapas:

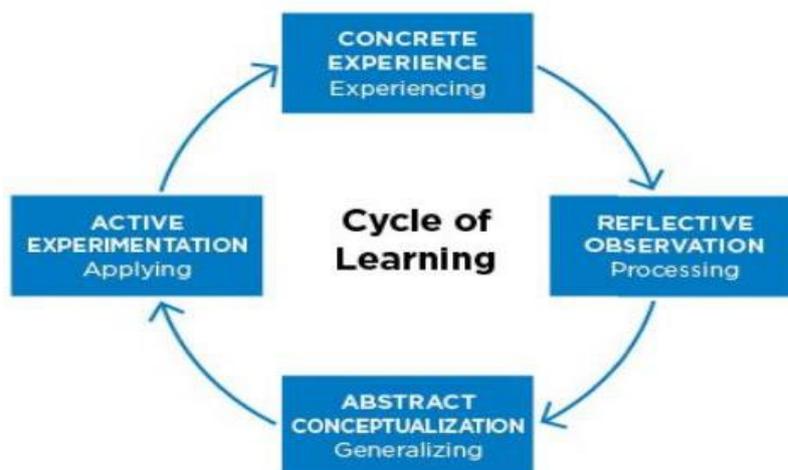


Figura 2. Ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb

Fuente: AFS Intercultural Programs (2019)

- Experiencia concreta: (Experimentar). Se basa en aprender experimentando, como aprendíamos en la etapa primaria de nuestra existencia.
- Observación reflexiva: (Procesar). Utilizamos una experiencia para reflexionar sobre ella y ampliar el conocimiento.
- Conceptualización abstracta: (Generalizar). Analizamos la nueva información, organizando y extrayendo conclusiones.
- Experimentación activa: (Aplicar). Aplicamos y probamos los conocimientos recién adquiridos en nuevas experiencias.

Para resolver el problema general que genera la solución de pequeños problemas se utiliza el conocimiento y experiencia que otras personas ya han desarrollado, pero también el conocimiento y habilidades propias, esto permite que tanto profesor como alumnos aprendan simultáneamente.

Diferencias entre la enseñanza basada en proyectos y la enseñanza tradicional

En la enseñanza basada en proyectos, se manifiesta un cambio en sus componentes en comparación con los de la enseñanza tradicional. La implantación de este tipo de enseñanza cambia la cultura del proceso de

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



ENSAYO

enseñanza aprendizaje, en los aspectos de las relaciones entre los profesores y entre estudiantes, el tiempo, el espacio y los medios de enseñanza (Martín, 2019).

La enseñanza basada en proyectos exige cultivar relaciones entre los profesores con carácter cooperativo, al igual que entre los alumnos. Los roles de profesor que sabe y estudiante que aprende, cambian porque los estudiantes eligen de manera consensuada el tema del proyecto y lo desarrolla de forma cooperativa, mientras que el profesor guía, organiza y tutela sutilmente todo el proceso; es un facilitador. Además, asume la pérdida de protagonismo y aprende de los estudiantes, que pueden adoptar un enfoque científico en algunas de las tareas del proyecto.

El trabajo en equipo de los estudiantes, desarrolla las formas de cooperación entre ellos, en la ejecución del proyecto cada estudiante contribuye en mayor o menor medida según sus posibilidades con la mirada puesta en una finalidad común. De esta forma, unos aprenden de los otros. Por otra parte, durante las exposiciones de los resultados finales del proyecto, hay intercambio de la información recogida en los distintos proyectos que pueden estar en desarrollo en el centro de estudio, ya que los estudiantes de otros grupos pueden escuchar el trabajo de sus compañeros y viceversa.

Este hecho hace que las relaciones entre los estudiantes de los diversos cursos sean más amplias y que se mantenga una actitud más receptiva a las explicaciones de sus compañeros.

Finalmente, en el cambio de las relaciones también está presente el de actitud de las familias hacia la vida en las aulas. En este caso, como las familias de los estudiantes pueden participar en el proyecto de dos maneras: como oyentes de las exposiciones de sus hijos e hijas y como personas expertas sobre un tema; se produce un acercamiento de la familia con la comunidad estudiantil Si se analiza el tiempo en el proceso de enseñanza aprendizaje con esta estrategia de enseñanza, se aprecian cambios. Estos están dados en que ni el profesor ni el estudiante, está presionado por el tiempo, porque se rompe la sucesión de las

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ENSAYO

horas que guía el devenir de las asignaturas, y entonces se dedican varios días, mañanas o tardes al desarrollo de un proyecto. La filosofía es ahora de una enseñanza lenta porque se requiere tiempo para la ejecución de este tipo de actividad.

En cuanto al espacio donde ocurre el proceso de enseñanza aprendizaje también ocurren cambios. La rigidez de la asignación de espacios propuestas por el centro de estudios se supera, los estudiantes salen de los espacios estudiantiles y pueden visitar museos, auditorios, bibliotecas, parques tecnológicos, empresas y otros lugares relacionados con el tema del proyecto. De esta forma se propicia una mayor relación con la vida y el entorno estudiantil.

También en los medios de enseñanza ocurren transformaciones cuando se aplica esta estrategia. Los estudiantes aprenden de su propia experiencia, buscan información, la manejan, la ordenan y la presentan convenientemente, examinan nuevas fuentes, visitan internet, ven vídeos. De esta manera, plantea problemas, hipótesis, las resuelve, se confunde, pide ayuda, decide, etc., con la finalidad de saciar la curiosidad del tema propuesto de manera cooperativa. Los estudiantes en todo el proceso desarrollan las competencias: destrezas, habilidades, conocimientos básicos curriculares, y además la educación en valores.

Toda estrategia también tiene sus limitaciones. Se señala por algunos autores en el tema de este tipo de enseñanza basada en proyectos, que existe el riesgo de llegar al extremo de hacer proyectos sin un enfoque cognitivo; se confunda con proyecto a todas aquellas actividades en las que el problema y la metodología ya vienen dados y donde los estudiantes se limitan a actuar y que a la hora de cooperar entre los miembros del equipo el estudiante más brillante domine al más tímido (Majó & Baquero, 2014).

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

CONCLUSIONES

La universidad debe reflejar la sociedad, por esta razón si se pretende maximizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, hay que realizar cambios en sus componentes.

Es necesario establecer una nueva relación entre el profesor y el estudiante, donde el profesor sea solo un facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje y el estudiante aprenda a través de su propia experiencia.

La enseñanza por proyectos propicia cambios en relación con la enseñanza tradicional. Se modifica la cultura estudiantil, las relaciones entre profesores, estudiantes; el tiempo y espacio del proceso de enseñanza aprendizaje; las formas de organización de la enseñanza, medios de enseñanza, métodos, contenido y hasta la evaluación.

A pesar de la existencia de limitaciones de esta estrategia, sus beneficios son altos si se quiere obtener mejores resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acaso, M. (2012). *Pedagogías invisibles. El espacio del aula como discurso*. España: Catarata. Recuperado de <https://catarata.org>
- American Field Service (AFS) Intercultural Programs (2019). *Ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb*. Recuperado de <https://s3.amazonaws.com>
- Ballester, S. et al. (2018). *Didáctica de la Matemática*. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Fernández, E. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos: Elementos esenciales y Fases. *Publicaciones Didácticas*, 88(1), 473-476.
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del profesorado (INTEF) (2017). *Educación Primaria y Secundaria*. Madrid, España: Ministerio de Economía y Desarrollo. Recuperado de <https://e-learning-teleformacion.blogspot.com>
- López de Sosoaga A. et al. (2015). La enseñanza por proyectos: una metodología necesaria para los futuros docentes. *Opción*, 31(1), 395-413.
- Lagos, J. (2016). *La enseñanza problémica, un modelo posible en la educación superior*. Congreso Universidad 2016. La Habana, Cuba: Recuperado de <https://cnu.edu.ni>
- Majó, F. & Baquero, M. (2014). *Los proyectos interdisciplinarios: 8 ideas clave*. Barcelona, España: Editorial Graó.

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu

ENSAYO

Martín, J. (2019). *Diseño de una actividad para la asignatura de Tecnología II utilizando la metodología de Aprendizaje basado en Proyectos (ABP)* (Tesis de Maestría). Valladolid, España: Universidad de Valladolid.

Vergara, J. (2016). *Aprendo porque quiero. El aprendizaje basado en proyectos (ABP) paso a paso*. Recuperado de <https://juanjovergara.com>

Vergara, J. (2017). *Aprendo porque quiero. El aprendizaje basado en proyectos*. Centro de comunicación y pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos. . Recuperado de <https://dianlet.unirioja.es>

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



<http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>
margenes@uniss.edu.cu



REQUISITOS FORMALES DE LOS ARTÍCULOS

Por cada trabajo se aceptarán hasta **tres autores**. Los autores deberán indicar en la página principal del artículo los siguientes **datos**: nombre completo, categoría docente y científica (especialidad), departamento e institución a que pertenecen, correo electrónico, línea de investigación perteneciente, otros datos curriculares básicos. Deberá señalarse cuál será el autor de contacto con que el editor mantendrá la comunicación.

Los trabajos tendrán una **extensión** de 10 cuartillas como mínimo y 15 como máximo, en **Arial 12**, tamaño del **papel Carta**, con **interlineado a 1,5 puntos**. Incluye cuadros, gráficos, figuras y referencias bibliográficas (solo lo citado en el cuerpo del trabajo).

El **título** se presentará en español e inglés. Debe ser conciso, sencillo, específico e informativo con el número correcto de palabras importantes (hasta 15 palabras). No se deberá comenzar con signos de interrogación ni deberá contener fechas o siglas.

Todos los tipos de artículos deberán presentarse acompañados de un **resumen** de 250 palabras como máximo, en español e inglés. Debe dar una idea de la totalidad del trabajo, incluirá el objetivo, el alcance del estudio, los métodos y resultados más destacables y las principales conclusiones, así como también debe ubicarse la investigación en tiempo y lugar. El resumen debe ser lo más informativo posible para orientar al lector a identificar el contenido básico del artículo de forma rápida y exacta, y determinar la relevancia del contenido del mismo. Se redactará en tercera persona, tiempo pasado, excepto las frases concluyentes. Excluir abreviaturas y referencias bibliográficas no citadas en el cuerpo del artículo. En el resumen debe indicarse el tipo de artículo que se está presentando.

Cada tipo de artículo deberá acompañarse de las **palabras clave** correspondientes en español y en inglés. Emplear de tres a cinco palabras o frases (sustantivos o sintagmas nominales) que identifiquen los aspectos principales del artículo, separadas por punto y coma (;). Las palabras clave son el conjunto de términos que servirán para registrar el artículo en determinadas bases de datos bibliométricos.

No se aceptarán versiones incompletas de los trabajos.

Cuando se emplee por vez primera una **sigla** en el texto, deberá estar acompañada de su significado completo.

Cada **título de sección** debe ser escrito ajustado al margen izquierdo con letras en mayúscula

en

"negrita o bold" sin subrayado. Los subtítulos, también ajustados a la izquierda, deben ser escritos con letras minúsculas, salvo la primera letra y la primera de los nombres propios, las que deben ser escritos con mayúscula, también en letra "negrita o bold". Se debe dejar un espacio adicional entre líneas antes y después de cada subtítulo.

Estructura de los tipos de artículos científicos:

Artículos de investigación original

Introducción: Debe describir el planteamiento general del trabajo, así como contexto, antecedentes, estado del arte de la temática abordada, objetivos y posible alcance del trabajo. Se establece a grandes rasgos un marco teórico o referentes conceptuales sobre el objeto de estudio.

Materiales y métodos: Debe hacerse con los detalles suficientes, incluye descripción en detalles de los procedimientos si no aparecen en la literatura, o citar la bibliografía donde se encuentran. Describir con absoluta fidelidad y exactitud cómo se efectuó el estudio, incluida la descripción de los procedimientos estadísticos utilizados y software de aplicación de haberse usado.

Resultados: Explicación e interpretación de los hallazgos. Deben expresarse de forma clara, racional, lógica y coherente. Auxíliese de tablas, gráficos y figuras cuando resulte práctico y necesario.

Discusión: Si es necesario, se puede presentar una discusión breve y enfocada a la interpretación de los resultados.

Se admite la combinación de Resultados y Discusión.

Conclusiones: Implicación de los resultados y su relación con el objetivo propuesto. Deben estar sólidamente sustentadas y asociadas en número a los objetivos declarados.

Referencias bibliográficas: Se referencia solamente lo que se cita dentro de texto. Y no deben ser menor a 7 citas.

Artículos de Revisión Bibliográfica y Minirrevisiones

Introducción: Se plantea el objetivo del estudio. Se expone la temática que aborda y su trascendencia. Se especifica los períodos o etapas de la información bibliográfica objeto del análisis.

Desarrollo: Se pueden repasar los expositores más relevantes, sus ideas principales y sus aportes. Se puede hacer un análisis así como comentarios basados en afirmaciones objetivas y sustentadas.

Conclusiones: Se presentan los principales hallazgos de la búsqueda bibliográfica así como los criterios valorativos del autor acerca de la revisión.

Referencias bibliográficas: Para los artículos de revisión, entre 25 y 50 citas; para las minirrevisiones, entre 10 y 25 citas.

Reseñas y Ensayos

Introducción: Se plantea el objetivo de la discusión y se expone, brevemente, el planteamiento conceptual con el cual abordará la discusión.

Desarrollo: Deberán ofrecer una evaluación crítica del tema abordado, respetando sus características sistemáticas, descriptivas y analíticas entre otros, estructurados en forma de epígrafes.

Conclusiones: Se presentan los principales criterios valorativos del autor acerca del tema en cuestión.

Referencias bibliográficas: Se referencia solamente lo que se cita dentro del texto.

Comunicaciones breves

Tienen como objetivo publicar datos de interés sobre un estudio limitado o de un informe de una investigación en desarrollo. Contienen los resultados preliminares de una investigación sobre un tema de impacto. La extensión máxima es de cinco cuartillas.

Introducción: Debe describir el planteamiento general del trabajo, así como contexto, antecedentes, estado del arte de la temática abordada, objetivos y posible alcance del trabajo.

Materiales y métodos: Describir con absoluta fidelidad y exactitud cómo se efectuó el estudio, incluida la descripción de los procedimientos estadísticos utilizados y software de aplicación de haberse usado.

Resultados: Explicación e interpretación de los hallazgos. Deben expresarse de forma clara, racional, lógica y coherente. Auxíliense de tablas, gráficos y figuras cuando resulte práctico y necesario. Se aceptan hasta 5 tablas y 3 figuras como máximo.

Discusión: Si es necesario, se puede presentar una discusión breve y enfocada a la interpretación de los resultados.

Se admite la combinación de Resultados y Discusión.

Conclusiones: Implicación de los resultados y su relación con el objetivo propuesto. Deben estar sólidamente sustentadas y asociadas en número a los objetivos declarados.

Referencias bibliográficas: Se referencia solamente lo que se cita dentro de texto. No deben contener una cifra superior a 15 citas.

Cartas al editor

El propósito de una carta al editor es hacer público puntos de vista sobre temas de preocupación o interés. Es un género persuasivo, donde frecuentemente se usan las

preguntas para ayudar a los lectores a enfocar el pensamiento de los lectores sobre el tema. Se usan palabras y frases que tienen que ver con causa y efecto y explicaciones. Las cartas al editor llevan un título, escritos por el editor y no por el autor de la carta.

Introducción: Se plantea una declaración clara de tu opinión o una pregunta directa que enfoque claramente el tema preocupante, haciendo referencia a algún documento que haya sido publicado previamente en la revista.

Desarrollo: Se plantea una breve declaración de argumentos y ejemplos que apoyen su opinión.

Conclusión: Se plantea otra clara declaración o pregunta que refuerce su punto de vista.

Despedida: Incluye el nombre del autor y la ciudad donde vive así como el nombre de la organización a la que pertenece.

Los **cuadros, gráficos, figuras, tablas e imágenes** se enumerarán progresivamente en la parte inferior, excepto las tablas que se pone en la parte superior. En la parte inferior se deberá indicar claramente la fuente.

El **listado de referencias bibliográficas constará estricta y únicamente de las citas aparecidas en el texto** y se hará en **orden alfabético**. **El 50% de las mismas debe ser de los últimos cinco años**. Deberá apegarse estrictamente al formato de la **norma APA, 6ta edición, 2012**.

Estamos en:



Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

