

PROPUESTA PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN CUBA

Por Est. **Roberto Ricardo Sánchez Concepción***, M. Sc. **Yamir de María Almaguer Madeley***, Lic. **Teódula Crespo Santos***, Lic. **Lina Batista Blanco*** y Lic. **María de los Ángeles Zayas***

* Instituto Preuniversitario Urbano de Holguín, Enrique José Varona de la Pera.

E-mails: rigo@uho.edu.cu, yasmiralmaguer@nauta.cu, elrobert1305@gmail.com

Resumen

Esta investigación integra el conocimiento de los fenómenos geográficos, químicos, biológicos y físicos, que intervienen en el impacto negativo del hombre sobre el medioambiente, el cambio climático y la vida durante la producción de energía eléctrica, para dar solución al problema de ¿Cómo disminuir el impacto de la producción de energía eléctrica en el medio ambiente, que permita la protección y conservación de la naturaleza para el desarrollo sostenible? La investigación plantea como objetivo «Disminuir el impacto medioambiental con una propuesta de producción de energía renovable en Cuba», para lo cual se realiza una evaluación de los principios y fenómenos teóricos que permiten la generación eléctrica, el impacto ambiental que causa esta producción de energía y como novedad fundamenta la propuesta del uso de la energía eólica para la obtención de electricidad, con el manejo sostenible de los recursos naturales y el empleo de fuentes renovables de energías en Cuba.

Palabras clave: *Impacto medioambiental, cambio climático, energía eólica.*

PROPOSAL FOR THE PRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY IN CUBA

Abstract

This research integrates the knowledge of geographical, chemical, biological and physical phenomena, which intervene in the negative impact of man on the environment, climate change and life during the production of electrical energy, to solve the problem of How to reduce the impact of the production of electrical energy on the environment, which allows the protection and conservation of nature for sustainable development? The objective of the research is to “Reduce the environmental impact with a proposal for the production of renewable energy in Cuba”, For which an evaluation of the principles and theoretical phenomena that allow electricity generation, the environmental impact caused by this energy production is carried out and as a novelty it bases the proposal of the use of wind energy to obtain electricity, with sustainable management of natural resources and the use of renewable energy sources in Cuba.

Keywords: *Environmental impact, climate change, wind energy.*

Introducción

El hombre se ha convertido en el principal –y en rigor el único– depredador del planeta, al punto de amenazar su propia existencia. No es posible valorar el impacto negativo del hombre sobre el medio ambiente y la vida, sin el conocimiento integrado de la geografía, la química, la biología, y la física, debido a que todos los factores naturales están estrechamente relacionados entre sí.

Con la geografía se conoce la ubicación de las regiones significativas del planeta, la dinámica del mapa político del mundo y su mosaico de contrastes y la explicación de cómo el despilfarro, el consumismo engendrado por la sociedad capitalista, la industrialización y la modernización de la sociedad, ha generado un uso indiscriminado de los recursos naturales, provocando los fenómenos que influyen en el deterioro del medioambiente y los efectos del cambio climático.

El conocimiento de los principios científico-técnicos de la química sobre el equilibrio iónico, las reacciones de oxidación-reducción, los metales, y de la física sobre la electricidad, el magnetismo, la inducción y las oscilaciones electromagnéticas, permiten ser utilizados en la generación eléctrica y la explotación de las fuentes de energía por el hombre. Por su parte, la biología muestra los efectos del cambio climático en el deterioro del hábitat y su impacto negativo en la regulación, las funciones vegetativas y la reproducción de los seres vivos.

Esta integración multidisciplinaria también permite el manejo sostenible de los recursos naturales y el empleo de fuentes renovables de energías.

Teniendo en cuenta las particularidades antes citadas, se identifica como problema de la investigación ¿Cómo disminuir el impacto de la producción de energía eléctrica en el medio ambiente, que permita la protección y conservación de la naturaleza para el desarrollo sostenible? Así, la investigación tiene como objetivo «Disminuir el impacto medioambiental con una propuesta de producción de energía renovable en Cuba» y se definieron como tareas de investigación las siguientes:

1. Evaluación de los principios teóricos para la generación eléctrica,
2. Evaluación del impacto ambiental de la producción de energía,
3. Propuesta para la producción de energía renovable en Cuba.

Desarrollo

1. Evaluación de los principios teóricos para la generación eléctrica

Los descubrimientos realizados en el siglo XIX sobre el equilibrio iónico, los electrolitos, la celda electroquímica y la inducción electromagnética, constituyeron los principios teóricos para la producción de corriente eléctrica.

El equilibrio iónico es un tipo especial de equilibrio químico, caracterizado por la presencia de sustancias que en disolución acuosa producen iones y permiten la conducción de la corriente eléctrica, denominados electrolitos y se pueden clasificar en:

Electrolito fuerte: son aquellos donde su concentración predomina y cuando se disuelven en el agua se ionizan totalmente. Por ejemplo, NaCl, HCl, NaOH, KOH, MgSO_4 .

Electrolito débil: son aquellos donde los dos componentes no se disocian por completo, es decir, se ionizan en baja proporción en solución diluida (NH_3 , CH_3COOH).

Conductividad eléctrica: Consiste en la atracción electrostática entre átomos con cargas eléctricas de signo contrario. La existencia de iones en medio del proceso, hace posible que los mismos tengan libertad para moverse y ser atraídos por el electrodo, cerrando así el circuito eléctrico [Mesa García F. M. *et al.*, 2004].

El físico y filósofo alemán Johann Wilhelm Ritter, construyó en 1802 la primera celda electroquímica, con 50 discos de cobre separados por discos de cartón humedecidos por una solución salina.

Una celda electro-química es un dispositivo capaz de obtener energía eléctrica a partir de reacciones químicas. Un ejemplo común de celda electroquímica es la batería eléctrica, que consta de varias celdas conectadas en serie o paralelo.

Los científicos Luigi Galvani y Alessandro Volta fabrican a finales del siglo XVIII, la celda galvánica o celda voltaica, que transforma una reacción química espontánea en una corriente eléctrica, como las pilas y baterías. Consta de dos semiceldas conectadas eléctricamente mediante un conductor metálico o un puente salino. Cada semicelda consta de un electrodo y un electrolito.

La batería de plomo-ácido es una celda electroquímica notable, ya que está compuesta por dos electrodos de PbO_2 y PbSO_4 en polvo y un armazón de Pb en un recipiente sellado, que contiene ácido sulfúrico concentrado como electrolito. Su bajo costo de fabricación y sus niveles de corriente justifican su utilización en la industria automovilística [Mesa García F. M. *et al.*, 2004].

En 1824 Michael Faraday descubre la inducción electromagnética, esta consiste en que la corriente eléctrica surge en un conductor en reposo dentro de un campo magnético variable con el tiempo, o en un conductor que se mueva dentro de un campo magnético estacionario (que no varía en el tiempo). De tal modo que siempre varíe el número de líneas de inducción magnética que atraviesa el circuito. Cuanto más rápidamente varíe, tanto mayor será la corriente inducida que surja, cualquiera que sea la causa que motive esta variación [Núñez Viera J. *et al.*, 2000].

La ley de inducción electromagnética y las leyes de la electrodinámica hicieron posible la creación de las potentes centrales electronucleares, termoeléctricas, hidroeléctricas, el uso desmedido de los combustibles fósiles y la conversión de los alimentos en biocombustibles, teniendo como desventaja la generación de flujos de sustancias tóxicas que se convierten, directa o indirectamente, en un daño potencial adicional para los ecosistemas terrestres.

2. Evaluación del Impacto ambiental de la producción de energía

Las centrales eléctricas provocan el deterioro del medioambiente y los efectos del cambio climático, con la emisión a la atmósfera de gases contaminantes que producen el efecto invernadero, disminuyen la capa de ozono, aumentan el calentamiento global, aparecen catástrofes y fenómenos naturales extremos cada vez más frecuentes, violentos e intensos, lluvias ácidas, sequías, desastres fitosanitarios, envenenamiento tóxico, destrucción del hábitat natural, escurrimiento y erosión del suelo, alteración del ciclo hídrico, cambios ecológicos, hambre, todo esto incrementa los riesgos de mortalidad, y extinción de especies [Portela Falguerras R. J. *et al.*, 2000].

El balance energético entre la energía recibida del sol y la irradiada de vuelta al espacio, debido a que el vapor de agua, el CO_2 , el metano, los CFC (clorofluorocarbonos) y los óxidos de nitrógeno, absorben la radiación emitida por la tierra., son llamados «gases de efecto invernadero». Los GEI son liberados a la atmósfera por procesos naturales, pero las actividades humanas están influyendo mucho en la velocidad y cantidad de esa liberación (Fig. 1).



Fig. 1. El balance energético entre la energía recibida del sol y la irradiada de vuelta al espacio.

Las centrales electrónicas utilizan la energía nuclear para impulsar los generadores que producen electricidad, pero con el peligro de accidentes con emisiones térmicas y radiactivas, como los ocurridos en Chernóbil, Ucrania, y Fukushima en Japón, que causaron daños biológicos en la población humana, vegetal y animal.

La producción de biocombustibles a partir de maíz, trigo, girasol y soya ha aumentado los precios de los alimentos, el hambre y la desnutrición. Según datos de la FAO, se requieren 320 millones de toneladas de maíz para producir 35 000 millones de galones de etanol.

Esta cuestión se viene abordando en diversos encuentros a escala mundial: Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992), El Protocolo de Kioto (1997), la Declaración de Santo Domingo (1999), la Conferencia de Budapest (1999), Conferencia de Copenhague (2009), entre otros.

Las especies necesitan condiciones ambientales favorables para realizar sus funciones de nutrición, transporte de sustancias, respiración, excreción y reproducción, las cuales se coordinan por la función de regulación. Mediante estas los organismos utilizan la información recibida desde el exterior, y responden, en consecuencia, posibilitando la adaptación a las nuevas condiciones del medioambiente, afectado por el cambio climático [Portela Falguerras R. J. *et al.*, 2000; Malacalza L., 2003].

Con los desastres fitosanitarios se produce la introducción de materiales contaminantes del suelo, los alimentos y las aguas; intoxicaciones humanas y animales; pérdida de los enemigos naturales de las plagas; aumento de la resistencia de las plagas, cambios en la ecología de la rizosfera, que actúan de manera negativa en la función de regulación.

Los mecanismos reguladores les permiten a las plantas resistir las fluctuaciones que se producen, a causa de los estímulos que detectan. De esta forma mantienen el equilibrio dinámico interno. Entre los factores del medioambiente que actúan y pueden modificar el crecimiento y desarrollo de las plantas se encuentran la luz, la temperatura, la humedad, la presencia de iones minerales, el CO_2 y reguladores del crecimiento como: las vitaminas y las fitohormonas u hormonas vegetales.

Los desastres fitosanitarios afectan el balance fitohormonal, por ser la interrelación entre las diferentes concentraciones de hormonas, que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por ejemplo, al aumentar la concentración de Auxina y ácido abscísico trae como consecuencias la aceleración notable de los procesos degra-

dativos del metabolismo y provoca la caída de las hojas, flores, frutos y semillas sin germinar [Malacalza L., 2003].

Estos desastres afectan las respuestas adaptativas de la regulación nerviosa de los organismos, que reaccionan ante los estímulos debido a la irritabilidad, que constituye la base de los tejidos excitables del sistema nervioso, como uno de los sistemas de regulación y está especializado en detectar, conducir, transmitir, procesar y almacenar información, transformándola finalmente en respuestas adaptativas, formado además por el sistema neurovegetativo.

La regulación endocrina y neuroendocrina mantienen la estabilidad estructural y funcional del organismo, como el metabolismo, el crecimiento y la reproducción, para lo cual es fundamental el estado metabólico funcional de las células, que es afectada también por los desastres fitosanitarios, al atentar contra la existencia de las enzimas y la energía necesaria, así como las concentraciones adecuadas de O_2 y de los demás nutrientes [Portela Falguerras R. J. *et al.*, 2000].

Estos desastres fitosanitarios alteran la nutrición de los seres vivos, al tomar del medioambiente nutrientes contaminados que son utilizados como materia prima en la síntesis de sustancias, afectando el mantenimiento y la construcción de moléculas y estructuras, y en la obtención de energía utilizable por el organismo. La carencia de nutrientes causa desnutrición, que es hoy uno de los principales problemas de la humanidad. Como consecuencia, se reduce el tiempo de vida, las enfermedades proliferan y las capacidades intelectuales se afectan.

La reproducción también se afecta (Fig. 2), porque para que en los ovarios se produzcan óvulos y hormonas, en los folículos se secreten estrógenos y progesteronas y contribuyan al desarrollo y la función de los órganos sexuales. Se necesita del descanso, la alimentación adecuada y la atención médica para lograr un embarazo a término, así como un parto fisiológico normal. Cuando estas condiciones no existen, se produce el bajo peso del recién nacido, el embarazo precoz, retraso mental, un deficiente desarrollo y malformaciones congénitas, aumento de la mortalidad infantil y de la madre [EcuRed 2019; Portela Falguerras R. J. *et al.*, 2000; Malacalza L., 2003].



Fig. 2. Daños biológicos.

Envenenamiento tóxico: Las sustancias tóxicas pueden acidificar los ecosistemas terrestres y acuáticos. Los contaminantes de aire desencadenan enfermedades respira-

torias como el asma y generan dificultades para respirar e irritación de las vías respiratorias. Actúa negativamente en los mecanismos de ventilación o respiración, que están presentes en los seres vivos y les permite el movimiento del medio externo, ya sea aire o agua, sobre la superficie del organismo donde se produce el intercambio de gases.

La extracción, transportación, almacenamiento y explotación del petróleo propicia los derrames de hidrocarburos, provocando la contaminación de la corteza terrestre y de las aguas de los mares, océano, así como el envenenamiento tóxico del lecho marino y el impacto de incendios en las zonas boscosas, afectando la fecundación de los organismos y el desarrollo del huevo o cigoto que solo ocurren en condiciones ambientales adecuadas.

Afecta también la excreción, que es la separación y eliminación de las sustancias de desechos del metabolismo y de las sustancias que se encuentran en exceso en el organismo, lo que contribuye a mantener la estabilidad del medio interno.

Destrucción del hábitat natural: A la fauna silvestre le origina mortalidad (Fig. 3), modificación de su hábitat natural, escasez de alimentos, pérdida de sus refugios y migración de las especies, cambio de las condiciones de las estaciones anuales trastornando y perjudicando las cosechas y la reproducción, porque en muchos animales hay una estación del año definida de apareamiento, en la que existe un aumento evidente del tamaño de los testículos, que se corresponde con la espermatogénesis en los machos; en la mayoría de las hembras de los mamíferos la receptividad para el apareamiento solo es eficaz en cortos periodos de celo a lo largo del año, y se caracteriza por un aumento del impulso sexual y por cambios en los ovarios, el útero y la vagina.



Fig. 3. Mortalidad de la fauna silvestre.

Al destruirse la flora y la fauna se eliminan las condiciones necesarias para la polinización, ya que los insectos transportan el grano de polen desde las anteras hasta el estigma de la flor. Los pétalos y otras estructuras florales contribuyen a la polinización, debido a que su color, tamaño y olor atraen a los insectos y otros animales polinizadores.

Esgurrimiento y erosión del suelo: El arrastre de minerales, alteración de las arcillas y pérdida de nutrientes causan trastornos de diversa complejidad. Por ejemplo,

las plantas necesitan para su desarrollo óptimo, además de agua (H_2O) y dióxido de carbono (CO_2), el hierro (Fe), el zinc (Zn) y el magnesio (Mg) y otros minerales en forma de sales disueltas en el agua. El nitrógeno (N), el potasio (K) y el fósforo (P) son vitales en el crecimiento, la formación de las raíces, la germinación de las semillas, las reacciones metabólicas y otras funciones.

Los síntomas de la desnutrición de las plantas se presentan en la forma, el color, la consistencia de las hojas, el tallo y el crecimiento pobre de las raíces, entre otros efectos. Por ejemplo, cuando falta el magnesio (Mg), no se sintetiza la clorofila y se presenta un color blanquecino conocido por hojas cloróticas y crecen delgadas. Cuando el agua no es suficiente se retarda el crecimiento y puede aparecer una coloración azulada en las hojas [Portela Falguerras R. J. *et al.*, 2000; Malacalza L., 2003; CEPECH S.A, 2018].

Alteración del ciclo hídrico: El arrastre de partículas en suspensión o materia orgánica, producto del escurrimiento del agua en suelos contaminados, afecta la calidad del agua de ríos y embalses, y las plantas, al obtener estas sustancias minerales disueltas en el agua del suelo, son afectadas porque al llegar los elementos contaminados a las diferentes células, alteran el metabolismo celular, por constituir las materias primas del proceso de síntesis de moléculas, que son utilizadas en el mantenimiento, construcción de estructuras y activación enzimática.

Cambios ecológicos: Las inundaciones, sequías y huracanes producen cambios ecológicos que aumentan el riesgo de enfermedades de transmisión vectorial e hídrica en la población vegetal, animal y humana; por ejemplo, en las plantas el transporte de sustancias en el organismo es el movimiento de sustancias nutritivas, sustancias de desechos, gases, hormonas por todas las partes del organismo, de acuerdo con sus requerimientos metabólicos, y al existir contaminación es transmitida a todo el organismo alterando su metabolismo.

La contaminación del carbono (C) procedente del dióxido de carbono (CO_2) contenido en la atmósfera, del hidrógeno (H_2), que se obtiene del agua (H_2O) absorbida y del oxígeno (O_2) atmosférico, actúa de manera deplorable, por ser los tres elementos químicos fundamentales que conforman las diferentes moléculas presentes en las células de las plantas.

3. Propuesta para la producción de energía renovable en Cuba

La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire. El término «eólico» proviene del latín *aeolicus*, es decir «perteneciente o relativo a Eolo», dios de los vientos en la mitología griega.

Esta investigación propone la energía eólica como una perspectiva novedosa de la electrificación en Cuba, por ser una fuente de energía renovable, sin emisiones contaminantes, autóctona, inagotable, reduce el uso de combustibles fósiles, los biocombustibles y las importaciones energéticas, contribuye al desarrollo sostenible, es com-

petitiva, genera riqueza y empleo local, está disponible en la totalidad del planeta, es la tecnología más eficiente para producir energía de forma segura y sostenible para América Latina y el Caribe, Cuba y Holguín.

Los aerogeneradores se emplean para transformar la energía cinética del viento (energía eólica) en energía eléctrica (Fig. 4). Los tres componentes principales para la conversión de la energía del viento son: el rotor o sistema de captación de viento, la caja multiplicadora y el generador eléctrico [Portela Falguerras R. J. *et al.*, 2000; Malacalza L., 2003; CEPECH S.A, 2018; Portal Cuba Educa, 2020].

En la parte delantera de la góndola se encuentra el rotor del aerogenerador. El viento hace girar sus palas en el sentido de las agujas del reloj, con velocidades de viento entre 3,5 m/s y 11 m/s, de esta manera es convertida la energía cinética del viento en energía mecánica.

La caja multiplicadora está formada por un sistema de engranajes que transforman la energía mecánica de baja velocidad de 13 revoluciones por minutos, en alta velocidad de 1500 revoluciones por minuto que llega a través del eje rápido al generador [Torres Sainz R., 2019].

El generador consta de rotor y estator con un funcionamiento basado en la inducción electromagnética, transforma la energía cinética de rotación procedente de la caja multiplicadora en energía eléctrica.

Al girar la espira alrededor de un eje horizontal el área efectiva «A» es la proyección de la espira sobre un plano horizontal. Cuando la espira gira separándose del plano horizontal, el flujo a través de ella disminuye y se induce una corriente. En el momento en que la espira ha girado un ángulo de 90° el flujo descende a 0. Al continuar la rotación, el flujo vuelve a aumentar. Cuando la espira haya girado 180° , su plano es nuevamente horizontal, el flujo que la atraviesa es nuevamente máximo y la variación del flujo por unidad de tiempo es cero, en ese instante. Continuando la rotación, disminuye el flujo y se origina ahora una corriente inducida en sentido contrario. El generador produce energía de baja tensión, entre 480 V y 690 V [Torres Sainz R., 2019; Zamora Neyra R. E., 2019].



Fig. 4. Principio de funcionamiento de un aerogenerador.

Para intensificar el nivel de voltaje en el sitio de la generación de energía, antes de la distribución por el Sistema Energético Nacional se usa un transformador; este es una máquina eléctrica basada en el fenómeno de inducción electromagnética, constituido por un devanado primario (P), y otro secundario (S) enrollados en un núcleo magnético.

Cuando por el devanado primario pasa una corriente que varía con el tiempo, en el núcleo aparece un flujo magnético también variable en el tiempo, que provoca una fem inducida en cada enrollado. La función del núcleo de hierro en los transformadores es concentrar el campo magnético, de tal modo que el flujo de inducción magnética prácticamente solo exista dentro de dicho núcleo y sea igual en todas sus secciones. Por consiguiente, la variación del flujo de inducción magnética en cualquier espira del enrollado primario, o del secundario, es la misma.

La relación entre la fem en el primario y en el secundario, es igual a la relación entre los números de vueltas de los devanados respectivos.

El aumento de la intensidad de la corriente en el circuito del devanado primario, ocurre en correspondencia con la ley de conservación de la energía. El consumo de la energía eléctrica en el devanado secundario del transformador debe estar acompañado, como requisito, de una energía similar en el primario, la cual toma el transformador de la red del aerogenerador.

Todas las funciones críticas del aerogenerador del parque eólico de Gibara, están monitorizadas y se supervisan desde la subestación y el centro de control, para detectar y resolver cualquier incidencia.

Conclusiones

Esta investigación concluye que:

Existen cada vez mayores cantidades de especies en amenaza de extinción, entre ellas la humana. Se requiere tomar medidas urgentes y eficaces para detener el deterioro del medioambiente, para ello habrá que modificar la producción de energía y patrones de vida que son insostenibles.

La propuesta del uso de la energía eólica es viable para Cuba, porque disminuye el impacto negativo de la producción de energía eléctrica en el medioambiente, permite la protección y conservación de la naturaleza para el desarrollo sostenible, con lo cual se le da solución y cumplimiento al problema y el objetivo planteados por esta investigación.

La propuesta responde al «Decreto Presidencial No. 3», que dispuso la creación de una Comisión Gubernamental donde se diseña la política para el desarrollo prospectivo de las energías renovables y la eficiencia energética en el período comprendido del 2014 hasta el 2030 en Cuba.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación realizada es posible recomendar:

1. Investigar la influencia de la contaminación acústica, provocada por los aerogeneradores en el cambio de las rutas de las aves migratorias, que permita la ubicación acertada de los parques eólicos en Cuba.
2. Formar las nuevas generaciones con mesura hacia la protección y conservación de la naturaleza, para el desarrollo sostenible, siendo la escuela la institución social responsable de la formación de

las nuevas generaciones de cubanos y mediadora de un sistema de influencias sociales, que implica también a la familia y la comunidad, y está llamada a desempeñar el papel que le corresponde en la formación de motivaciones, valores, conocimientos y actitudes asociadas a la producción y uso racional de la energía.

Referencias bibliográficas

- CEPECH S.A (2018). *Biología Ciencias plan común. El Preuniversitario en Chile*. Editorial Cpech. N° de Inscripción 284.118 del 26 de octubre de 2017.
- GARCÍA MARRERO, L. E. (2019). «Herramienta de apoyo a la toma de decisiones bajo criterios múltiples en la planificación de parques solares-eólicos». Tesis presentada en opción al título de master en ciencias en diseño y fabricación asistidos por computadora. CE CAD CAM. FACING. Universidad de Holguín.
- MALACALZA, LEONARDO (2013). *Ecología y ambiente*. Versión electrónica de la Segunda Edición impresa, revisada y ampliada. Publicación del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable de la Universidad Nacional de Luján y de la Asociación Civil Instituto de Ecología de Luján, Luján, Provincia de Buenos Aires. ISBN 978-987-29821-0-2.
- MESA GARCÍA, F. M. Y COAUTORES (2004). *Química. Onceno Grado*. Editorial Pueblo y Educación. Quinta reimpresión. ISBN 959 – 13 – 0716 – 0.
- NÚÑEZ VIERA J. Y COAUTORES (2000). *Física. Onceno Grado. Parte 2*. Editorial Pueblo y Educación. Tercera reimpresión. ISBN 959 – 13 – 0715 - 2.
- PÉREZ CAPOTE M. Y COAUTORES (2012). *Geografía. Onceno Grado*. Editorial Pueblo y Educación. Quinta reimpresión. ISBN 978 - 959 – 13 – 2315 – 6.
- PORTELA FALGUERRAS, R. J. Y COAUTORES (2007). *Biología 4. Onceno Grado. Parte 2*. Editorial Pueblo y Educación. Tercera reimpresión. ISBN 959 – 13 – 0994.
- TORRES SAINZ, R. (2019). «Evaluación de las causas de fallas y sus soluciones, en la caja multiplicadora del aerogenerador Goldwind S50/750». Trabajo de diploma. Departamento de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería. Universidad de Holguín.
- ZAMORA NEYRA, R. E. (2019). «Modelación del comportamiento térmico del aerogenerador Goldwind S50/750». Trabajo de diploma presentado en opción al título de Ingeniero Mecánico. CE CAD CAM. FACING. Universidad de Holguín.

Recibido: 20 de noviembre de 2020.

Aceptado: 10 de diciembre de 2020.