

## **TÍTULO: LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN LA ISLA DE LA JUVENTUD**

**Aautores:** Dr. C. Haydee Paula Paz Izquierdo. Profesora Titular. Profesora de la Disciplina Física. Vicerrectora de desarrollo. Universidad de la Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa” [hpazi@uij.edu.cu](mailto:hpazi@uij.edu.cu) Cuba

M.S.c Ovidio A. Pérez Ruiz Profesora Auxiliar. Profesor de la Disciplina Física. Jefe de departamento de Matemática-Física. Universidad de la Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa” [oaperez@uij.edu.cu](mailto:oaperez@uij.edu.cu) Cuba

M.S.c Alfredo Villegas Sáez Profesor Auxiliar. Profesor de Física. Universidad de la Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa” [avillegass@uij.edu.cu](mailto:avillegass@uij.edu.cu) Cuba

Ms.C Néstor Sánchez Profesor Titular. Profesor de la Disciplina Física. Universidad de la Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa” [nsanchez@uij.edu.cu](mailto:nsanchez@uij.edu.cu) Cuba

Ms.C. Jorge L. Domínguez Díaz. Profesor auxiliar. Profesor de la Disciplina Física. Metodólogo de Ciencia y Técnica. Universidad de la Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa” [jdominguezd@uij.edu.cu](mailto:jdominguezd@uij.edu.cu) Cuba

### **EJE TEMÁTICO 7: VISIÓN TRANSFORMADORA HACIA LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL**

#### **Resumen**

El estudio de las Fuentes Renovables de Energía (FRE), hoy es una necesidad ante la situación actual a nivel mundial con la extinción de los combustibles fósiles, Cuba no está ajena a la misma haciendo esfuerzo para desarrollarlas. La Isla de la Juventud ha creado su polígono energético centrándose en potenciarlas, debido a las características del territorio de depender en la generación de energías a través de plantas que necesitan combustibles fósiles, la escases de los mismos y los retos impuestos por el bloqueo, por lo que se hace necesario la necesidad de diversificarlas, en la búsqueda de la sostenibilidad de los recursos. La investigación caracteriza cuatro períodos en La Isla de la juventud en los que se desarrollan estas. Para ello se realizó un estudios documental-descriptivos, donde se determinan las características más relevantes de los períodos de desarrollo de la génesis de las FRE en la Isla de la Juventud, el mismo, se realiza con la finalidad de aportar información que sirva de apoyo a la toma de decisiones en los distintos ámbitos sobre la base de generar nuevos conocimientos e información documentada. Se documenta el empleo de las mismas, comenzando con paneles fotovoltaicos con fines educativos y experimentales en un primer momento, como iniciativa del Grupo de Educación Energética de la Universidad Pedagógica “Carlos Manuel de Céspedes” en la década de 1990, en pleno periodo especial. Además se diseñan un grupo de materiales para contribuir en la educación energética de la población especialmente dirigidos hacia la comunidad aislada de Cocodrilo por demanda del territorio y las organizaciones políticas y de masa de esta comunidad. La investigación muestra las posibilidades del territorio para potenciar las energías fotovoltaicas, muestra los lugares de mayor radiación solar para ello, compara el estudio del grupo de Clima de la Isla de la Juventud (2017) y los obtenidos por la interpretación de mapas de Stolik, D. (2019), aportando los sectores más favorables para potenciar las energías fotovoltaicas. Durante la misma se empleó como principales métodos la triangulación de fuentes, y la revisión bibliográfica, los mismos revelaron datos y hechos acontecidos en este periodo, poco conocidos por la comunidad científica universitaria y la sociedad civil

del territorio. La información de campo se obtuvo de la Empresa Eléctrica de la Isla de la Juventud (2020) y de las evidencias del Proyecto Educación Energética y Desarrollo Sostenible de la Universidad de Ciencias Pedagógicas "Carlos Manuel de Céspedes" (1998)

**Palabras claves: Fuentes renovables de energía, educación energética, energía fotovoltaica.**

## **TITLE: RENEWABLE ENERGY SOURCES ON THE ISLAND OF YOUTH**

### **Summary**

The study of Renewable Energy Sources (FRE), today is a necessity given the current situation worldwide with the extinction of fossil fuels, Cuba is not alien to it, making an effort to develop them. The Isle of Youth has created its energy polygon focusing on enhancing them, due to the characteristics of the territory of depending on the generation of energy through plants that need fossil fuels, the scarcity of them and the challenges imposed by the blockade, for what is necessary is the need to diversify them, in the search for the sustainability of resources. The research characterizes four periods in La Isla de la Jóvenes in which these are developed. The research characterizes four periods in La Isla de la Jóvenes in which these are developed. For this, a documentary-descriptive study was carried out, where the most relevant characteristics of the development periods of the genesis of the FRE in the Isle of Youth are determined, it is carried out with the purpose of providing information that serves as support to decision-making in different areas on the basis of generating new knowledge and documented information. Their use is documented, starting with photovoltaic panels for educational and experimental purposes at first, as an initiative of the Energy Education Group of the "Carlos Manuel de Céspedes" Pedagogical University in the 1990s, in the middle of the special period. In addition, a group of materials are designed to contribute to the energy education of the population, especially directed towards the isolated community of Cocodrilo by demand of the territory and the political and mass organizations of this community. The research shows the possibilities of the territory to promote photovoltaic energies, shows the places with the highest solar radiation for this, compares the study of the Climate group of the Isle of Youth (2017) and those obtained by the interpretation of Stolik maps, D. (2019), providing the most favorable sectors to promote photovoltaic energies. During the same, the triangulation of sources and the bibliographic review were used as the main methods, they revealed data and events that occurred in this period, little known by the university scientific community and the civil society of the territory. The field information was obtained from the Electric Company of the Isla de la Juventud (2020) and from the evidence of the Energy Education and Sustainable Development Project of the University of Pedagogical Sciences "Carlos Manuel de Céspedes" (1998).

**Keywords: Renewable energy sources, energy education, photovoltaic energy.**

### **Introducción**

La década de 1990 fue de gran significado para toda la sociedad cubana y para la economía, al tener que resurgir a partir de la creatividad y la resistencia de todo el pueblo,

al enfrentar el “período especial en tiempos de paz” el cual no es más que un concepto político-económico de un momento histórico complejo, devenido por el derrumbe del llamado Campo socialista, de donde provenían en ese momento, alimentos materias primas, insumos, tecnologías e infraestructura para potenciar el desarrollo del país.

Cuba pierde en este escenario los mercados y vínculos económicos que se habían forjado dentro del CAME. Además, disminuyó de manera abrupta el financiamiento externo. La comercialización con el exterior cayó aproximadamente del 70% en 1993, representando apenas en el 30% del nivel alcanzado en 1989. Este fenómeno, dadas las relaciones estructurales entre el sector externo y la economía interna, provocó que la masa fundamental del aparato productivo instalado quedara semiparalizada por falta de insumos, piezas de repuesto. Por otro lado, la brusca reducción de los suministros energéticos, en 1993 se utilizó como promedio un 15% de las capacidades explotables, pero en los meses de julio y agosto de ese mismo año solo trabajó el 10-12%.

Este trabajo centra su objetivo en: Caracterizar de los períodos de desarrollo de la génesis de las fuentes renovables de energía (FRE) en la Isla de la Juventud. Para ello se realizó un estudio documental-descriptivo, donde se determinan las características más relevantes de los períodos de desarrollo de la génesis de las FRE en la Isla de la Juventud, el mismo, se realiza con la finalidad de aportar información que sirva de apoyo a la toma de decisiones en los distintos ámbitos sobre la base de generar nuevos conocimientos e información documentada.

Durante la misma se empleó como principales métodos la triangulación de fuentes, y la revisión bibliográfica, los mismos revelaron datos y hechos acontecidos en este periodo, poco conocidos por la comunidad científica universitaria y la sociedad civil del territorio. Se empleó como técnicas la lectura y análisis de contenido de la producción científica escrita relacionada a las FRE, contenidos en los periódicos locales y nacionales. Documentos oficiales de instituciones. La información de campo se obtuvo de la Empresa Eléctrica de la Isla de la Juventud y de las evidencias del Proyecto Educación Energética y Desarrollo Sostenible de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Carlos Manuel de Céspedes

## **Desarrollo**

### **1- Caracterización de los Períodos de desarrollo de la génesis de las fuentes renovables de energía (FRE) en la Isla de la Juventud**

En Cuba desde los propios inicios de la Revolución, nuestro Comandante en jefe se ocupó y preocupó por el problema energético. En el caso del territorio pinero el acceso de la población a la electrificación transcurrió a través de plantas eléctricas altas consumidoras. Durante la década de 1980 el país realizó un estudio para potenciar las fuentes renovables de energía con altas tecnologías para la época, consolidándose en Los laboratorios Riso de Dinamarca, según expresó el director de la ONURE en debate realizado en el Polo científico dedicado al tema electro energético. Durante la realización de la investigación no se pudo consultar el mismo. Sin embargo, se pudo constatar en la revisión bibliográfica la posibilidad de establecer períodos para el desarrollo de la FRE en el territorio. En la exploración realizada se pudo documentar y describir las características principales para cuatro períodos de desarrollo de las FRE en el territorio. Los autores denominaron a los mismos de forma siguiente, **Primer período:**

Antecedentes 1959-1994. El problema de la energía en Cuba. **Segundo periodo:** Transición y revolución energética 1994-2003. **Tercer periodo:** Concreción de programas FRE 2003-2017. **Cuarto periodo:** Planeación estratégica nacional 2017-2030

### **1.1 Primer período: Antecedentes 1959-1994. El problema de la energía en Cuba.**

Pérez (2008) afirma en su tesis de maestría: La capacitación del docente: una propuesta para propiciar la educación energética en la Secundaria Básica, expone, la importancia y el alcance del problema global relacionado con el empleo de los recursos energéticos se reflejan de forma muy particular en Cuba. En nuestro país, hasta lo que se conoce hoy en día, no se disponen de grandes cantidades de recursos energéticos fósiles en el subsuelo; la geografía del territorio nacional no permite la instalación de grandes hidroeléctricas y por otra parte, el bloqueo económico impuesto por los Estados Unidos y las desiguales relaciones de intercambio, establecidas por el orden económico internacional que impera en el mundo, convierten el problema de la energía en uno de los más cruciales para la estabilidad y el desarrollo de la nación cubana. Cuba tampoco es un país con yacimientos de uranio, por lo que prácticamente no puede hacer un empleo a gran escala de la tecnología nuclear para la generación de electricidad. A estos elementos se le debe añadir los elevados precios que se asocian con la comercialización del petróleo, base fundamental de los portadores energéticos empleados en Cuba, donde anualmente es necesario invertir más de la tercera parte de los ingresos en divisas que se generan a partir de las exportaciones, para la adquisición de los portadores energéticos que requiere el país<sup>1</sup>.

Cuando se produce el triunfo revolucionario de 1959, todo el mercado del petróleo que circulaba por Cuba y que movía la economía nacional provenía de empresas transnacionales con base en los Estados Unidos. Cuba, antes de 1959, estaba obligada a realizar la importación de petróleo a través de los monopolios estadounidenses ESSO, SINCLAIR y TEXACO fundamentalmente. Este petróleo era procesado en las refinerías que esas mismas compañías tenían en el territorio nacional y se pagaba a los precios establecidos por dichas compañías. Desde los primeros momentos del triunfo de la Revolución Cubana, la importación de los portadores energéticos se convirtió en un arma empleada por el Gobierno de los Estados Unidos para intentar reducir las capacidades económicas y evitar la consolidación del nuevo Gobierno Revolucionario de Cuba. La importancia y el alcance del problema global relacionado con el empleo de los recursos energéticos se reflejan de forma muy particular en Cuba, hasta lo que se conoce hoy en día, no se disponen de grandes cantidades de recursos energéticos fósiles en el subsuelo; la geografía del territorio nacional no permite la instalación de grandes hidroeléctricas y por otra parte, el bloqueo económico impuesto por los Estados Unidos y las desiguales relaciones de intercambio, establecidas por el orden económico internacional que impera en el mundo, convierten el problema de la energía en uno de los más cruciales para la estabilidad y el desarrollo de la nación cubana.

### **1.2 Segundo periodo: Transición y revolución energética 1994-2003**

---

<sup>1</sup> Resolución Económica del V Congreso del PCC.

En Cuba desde el mismo triunfo de la revolución se revolucionó el quehacer en relación a la energía; con la guía del pensamiento de Castro (1926-2016) se abonaba el camino hacia el desarrollo de las FRE en el país. Marcaron hitos aquellos momentos decisivos en la implementación de políticas y perfeccionamientos de la Educación superior en Cuba. En 1968 se imparte en la Facultad de Física de la Universidad de La Habana el primer curso de dispositivos fotovoltaicos. En 1975, en el Laboratorio de Física de los Dispositivos Semiconductores, se fabricó la primera celda solar fotovoltaica en Cuba de silicio cristalino. En 1975, la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) crea, en el seno del Instituto de Investigación Técnica Fundamental (ININTEF), el Grupo de Energía Solar. En 1976 se inicia el primer Programa Principal Estatal Investigaciones sobre el Aprovechamiento de la Energía Solar en Cuba, bajo la dirección del Grupo de Energía Solar. A finales de los años 70 se crea un grupo de trabajo para el ahorro de energía, subordinado al Ministerio de la Industria Básica, y posteriormente, por orientación de la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Ministros, se amplía este equipo convirtiéndose en el Grupo Técnico Asesor de Energía que tenía entre sus tareas el desarrollo del uso de las fuentes renovables de energía (FRE), (Bérriz Pérez y Arancibia Aruca 2017 p.26). En 1981 se inicia el Programa de Energía Solar del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME). En 1982 se realiza, apoyado por el CAME, la primera instalación fotovoltaica de 1 kW con celdas de silicio monocristalino que, con fines prácticos, abastecía totalmente a una vivienda. Obtención de la primera celda solar de silicio en nuestro país en los 1970, y a principios de los 1980 propició el desarrollo de una instalación fotovoltaica basada en celdas de arseniuro de galio, resultados ambos de la Facultad de Física de la Universidad de La Habana. También, el inicio de la fabricación de calentadores solares en SEGERE en coordinación con el Instituto de Refrigeración y Climatización. En diciembre de 1984 se celebra el Primer Fórum de Energía. En 1985, a proposición del Frente de la Electrónica, y dadas las investigaciones que se desarrollaban en las Facultades de Física y Química, se crea el Instituto de Materiales y Reactivos para la Electrónica (IMRE) en la Universidad de La Habana, que tuvo desde su creación la responsabilidad del desarrollo de dispositivos opto electrónicos de alta tecnología, y dentro de estos, las celdas solares tanto de silicio como de otros materiales. Las investigaciones del IMRE han abarcado, además de la fotovoltaica, otras temáticas dentro de las fuentes renovables, incluido el hidrógeno. 1986, el ensamblaje de módulos solares fotovoltaicos de silicio mono cristalino, con una capacidad de fabricación anual de 200 kWp. 1992 se elaboró el Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía. 1993 -94 se fortalece el trabajo de investigación de las universidades de Villa Clara el Área de Investigación y Desarrollo de Hidroenergía, y el Centro de Investigaciones de Energía Solar, de Santiago de Cuba. (Bérriz Pérez y Arancibia Aruca 2017 p.28-30).

### **1.3 Tercer periodo: Concreción de programas FRE 2003-2017.**

Con la llegada del nuevo siglo, los problemas energéticos de Cuba y del mundo se acrecientan. En noviembre de 1994 se funda la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (CUBASOLAR), la cual fue gestada desde 1993 por la Academia de Ciencias de Cuba, la Comisión Nacional de Energía y las universidades. En 1994 la crisis de electricidad había alcanzado un punto crítico cuando la capacidad de generación se situó por debajo del 40% de su potencial debido a la falta de combustible, lo cual obligó a la paralización de una parte significativa

de la industria, y creó una situación muy tensa a la población debido a los cortes de energía cada 8 horas en la capital del país, y por períodos superiores en otras ciudades y pueblos. (Bérriz Pérez y Arancibia Aruca 2017 p.32).

A finales de la década de los noventas, con las limitaciones y necesidades del país en período especial en tiempo de paz, se funda en la antigua Universidad de Ciencias Pedagógica “Carlos Manuel de Céspedes”, el Grupo de Educación Energética, con fines educativos y experimentales a partir, de que, en el año 1999 se realiza un donativo importante de un sistema fotovoltaico, por el señor Enrico Turrini, de nacionalidad italiana; destacado investigador en la Fuentes Renovables de Energía. Éste llegó a Cuba por primera vez en 1993, con un grupo que se identificaba como Euro Solar proveniente de Europa, con el objetivo de desarrollar las fuentes renovables de energía en Cuba. Ésta se adquirió en ese momento con fines demostrativos para revelar y experimentar con las posibles potencialidades del empleo de este tipo de fuente de energía renovable; compuesta por: cuatro Paneles ISOFOTON de (106 W) de fabricación española. Cuatro baterías de seis V. Un regulador de carga de baterías y un Inversor CD – CA de 400 W. Este sistema fue utilizado para energizar dos computadoras del grupo de Educación Energética, creado en la universidad. Se elaboró una pizarra manual de control, en la que, además, del regulador de carga se colocaron dos interruptores: uno para desconectar los paneles solares del sistema y el otro para desconectar las baterías del inversor y un amperímetro para monitorear la intensidad de corriente que entregaban los paneles al sistema. Se instaló un voltímetro para medir la tensión de los paneles y se dispuso de un metro cantador monofásico para medir la energía entregada por el sistema. Así mismo se instaló un sistema adicional para controlar el encendido automático de la luz en el pasillo. Con todos estos dispositivos disponibles y en condiciones óptimas, se realizaron mediciones durante un año, de 8:00 am-a 5:00 pm en un intervalo de 1h, estaba comprendida entre las 10:00 am – y las 4:00 pm con interés experimental a nivel de laboratorio, (Anexo1 a) figura 1)

A partir de la efectividad del sistema experimental montado, por el grupo de Educación Energética de la Universidad, en aquel entonces Filial Pedagógica, se decide en colaboración con la (UNE), instalar en la escuela primaria Máximo Cainé Revé, ubicada en el poblado costero de Cocodrilo, un sistema fotovoltaico, para beneficiar a los niños con el programa audiovisual en la enseñanza primaria. El poblado, en aquel entonces, estaba electrificado con una planta diésel local. El horario de generaciones de dicha planta estaba fuera del que se correspondía con los programas audiovisuales. Teniendo en cuenta lo antes expuesto los niños de esta comunidad no tenían acceso a estas importantes transmisiones. Por lo que el grupo de educación energética de la universidad, decide instalar un sistema constituido por: cuatro paneles solares ISOFOTON 106 W. Un controlador de carga. Cuatro baterías 6X. Un inversor pro watt de 300 W. El mismo es instalado en dicha escuela, al inicio del curso escolar 1999 – 2000. Fue el territorio pinero uno de los pioneros en el empleo de la energía solar en apoyo al programa audiovisual. El sistema en la escuela se mantuvo funcionando ininterrumpidamente hasta el año 2010.

En el año 2004 colapsaron varias termoeléctricas, comenzando por la de Matanzas, lo que llevó al país a una situación parecida a la de 1994, llegando a reducirse la capacidad de generación a un 38% del potencial, con la consecuente paralización de muchas actividades económicas y la reaparición de cortes de electricidad se produce un cambio

en la política energética del país, dando lugar a lo que se denominaría como Revolución Energética, caracterizada por: Uso racional de la energía. Desarrollo de una cultura de máximo ahorro y de tecnologías de alta eficiencia. Prospección y explotación de todas las fuentes nacionales de energía. Producción distribuida de la electricidad y cerca del lugar de consumo. Desarrollo de tecnologías para el uso generalizado de las fuentes renovables de energía, con un peso progresivo en el balance energético nacional. Se crearon diferentes delegaciones provinciales de CUBASOLAR, aprovechando el potencial científico y técnico existente formado por la Comisión Nacional de Energía, la Academia de Ciencias de Cuba y las universidades

La comunidad de Cocodrilo, aislada del resto del territorio pinero por su lejanía de los principales asentamientos, es beneficiado en el año (2010), con un proyecto internacional llamado “Generación y distribución de energía renovable basada en servicios energéticos modernos”, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (Onudi), y con la participación del gobierno cubano, se decide por las autoridades competentes para el caso, y los especialistas, el montaje de una planta para generar electricidad a partir de biomasa forestal. El complejo, estaba previsto para sustituir el 75% del combustible para motores diésel, que se utiliza en la generación de energía eléctrica. La biomasa procede de los recursos forestales existentes en la zona aledaña a Cocodrilo y alimenta una planta de gasificación. Además, las cenizas producidas durante la operación del grupo electrógeno con biomasa gasificada, se solventaría así una de las preocupaciones ambientales de este tipo de actividad, incorporando los residuos, al suelo como beneficio. Esta planta ahorraría al territorio aproximadamente 4500 litros de gasóleo en el mes, según los expertos en esta materia en la UNE. La tecnología adquirida en Japón, prevista amplía la capacidad de generación de electricidad. La mejora implicaba la extensión del horario de generaciones a 24 h. Una vez que los servicios de la planta se extienden a todo el día, los paneles fotovoltaicos ubicados en la escuela primaria de la comunidad son desmontados, es retirado el sistema y este se regresa a la institución.

Cumplidas las expectativas experimentales con el programa audiovisual, se realiza un nuevo montaje en el laboratorio de Física de la Universidad “Jesús Montané Oropesa” en el año 2014. Hoy estos se encuentran al resguardo del Laboratorio de Física del Campus I y Campus II de la Universidad actual, “Jesús Montané Oropesa”. Además, en este período comprendido entre los años 1999-2011 se instalaron dos molinos de viento, para la obtención de agua para el gano mayor y menor en la comunidad de La Damajagua. Los mismos con el tiempo y las carencias del periodo especial, no recibieron el mantenimiento adecuado y hoy se encuentran en ruina. El sistema fotovoltaico ubicado en la comunidad de Cocodrilo, se mantuvo funcionando hasta que se deterioraron irreversiblemente las baterías. Estas eran serviciadas regularmente. Se les controló el nivel de ácido y de agua en los vasos. Después de seis años inactivo, a este sistema se le proporcionó mantenimiento y se realizó una prueba de funcionamiento se demostró que todavía puede ser explotado alimentando las tecnologías del Laboratorio de Física del Campus I. En la actualidad la universidad pedagógica, funciona como facultad, y todavía está conectado el primer sistema de paneles fotovoltaicos, que alimentan el empleo de las tecnologías en el Laboratorio de Física.

En Cuba debido a los costos de los combustibles fósiles durante el Periodo Especial, producto de las restricciones como consecuencia del bloqueo injusto y prolongado por más de 60 años se vio en la necesidad del surgimiento del programa llamado “Educación energética”, este constituye uno de los pilares fundamentales del Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC). El Ministerio de Educación, en coordinación con otros organismos y con la asesoría técnica del Ministerio de la Industria Básica, desarrolla desde el curso 1997-1998, el Programa de Ahorro de Energía en el Ministerio de Educación (PAEME) en todos los niveles de enseñanza, como parte de la formación integral de las actuales y futuras generaciones de cubanos. Este se orienta principalmente, a los niveles educativos de primaria secundaria y preuniversitarios.

Por ello, al hablar de energía, hay que señalar sus portadores materiales: sustancia o campos. Esta idea es esencial para la educación energética, pues los recursos energéticos, son portadores materiales de la energía en la naturaleza, que pueden ser bióticos o abióticos. El objetivo de este programa es contribuir a la formación de las actuales y futuras generaciones sobre una conducta cívica responsable, que partiendo del conocimiento de la situación energética actual que vive el país, garantice una toma de conciencia de la necesidad del uso racional de la energía eléctrica, su ahorro y la consecuente contribución a la protección del medio ambiente, en el marco del desarrollo sostenible. En la formación de una conciencia de ahorro de energía es indispensable la interiorización de valores tales como: la responsabilidad, la solidaridad, el patriotismo, la honestidad, y la disciplina social, que, entre otros elementos, conforman la educación político-ideológica y ciudadana que se debe conseguir en las nuevas generaciones de cubanos. En este particular la Isla de la Juventud en sus relaciones institucionales: Gobierno-UNE-MINED-Universidad de Ciencias Pedagógicas participó de forma activa en este programa, pero además destacados profesores pineros Ovidio Pérez Ruiz y Alfredo Villegas Sáez, con su experiencia profesional son coautores del libro: Ahorro de energía y respeto ambiental: Bases para un futuro sostenible. (2002), de la editorial política, La Habana auspiciado por el Ministerio de la Industria Básica. Actualmente otros esfuerzos de la universidad y el territorio apuntan hacia el trabajo en pos de la educación energética se concentran en concursos para estudiantes y profesores, trabajos de investigación, participación en eventos, actividades de puertas abiertas en las instituciones escolares para contribuir a la concientización con los diferentes programas de ahorro, generados de las relaciones entre las organizaciones que participan de forma activa en el programa, ya referidas en párrafos anteriores, elaboración de folletos, conferencias, charlas entre otros.

### **1.5 Cuarto periodo: Planeación estratégica nacional 2017-2030**

En la conceptualización del modelo económico de desarrollo cubano socialista se expresa como uno de los sectores estratégicos, el electro energético, transformando la matriz energética con una mayor participación de las fuentes renovables de energía y de los otros recursos energéticos nacionales. En este periodo, se destaca por la planificación estratégica paulatina de sustituir los combustibles fósiles por las de FRE. Las potencialidades de la Isla de la Juventud, en la explotación de las Fuentes renovables de energía, se concentran en la aplicación de diferentes programas que conducen a la



autosuficiencia energética, que se establecen en las políticas del país. La implementación de estos, requiere la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación, con la universidad pinera como gestora del conocimiento. En alianza con el tejido empresarial la ONURE, la UNE, CUPET, el gobierno y la Universidad, se fundó el Frente Científico Tecnológico de Energía (2014), el cual contribuye a la mejora continua de la eficiencia, conservación y generación de la energía en los sectores del territorio pinero, fomentando una cultura energética, e implementando tecnologías y sistemas energéticos y dando soluciones a los problemas económicos y sociales relacionados con la energía. Éste, integra en su núcleo al Sistema Empresarial del territorio. Los estudios evidencian las posibilidades en el empleo de las tecnologías de las energías, fotovoltaicas, híbridas, mareomotriz, y a largo plazo la geotérmicas entre otras.

Los servicios especiales del clima en el territorio (2014), han determinado que el valor de radiación solar en el territorio es aproximadamente de 5,0 kWh/m<sup>2</sup>/día, estos datos obtenidos se corresponden con los aportados por Stolik, D. (2019), en Energía fotovoltaica para Cuba, la radiación perpendicular solar promedio anual (Fuente NREL de EE. UU). El comportamiento de la radiación solar anual, para la Isla de la Juventud por cada mes del año y la variabilidad de los valores en correspondencia con la posición geográfica, referido a los puntos cardinales (norte-sur, este-oeste). La interpretación de los datos arrojó que el mes de abril es el de máxima radiación solar emitida por el Sol en Cuba, incluyendo la Isla de la Juventud con 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/día .La observación detallada e interpretación de los mapas, en las diferentes posiciones cardinales se evidencia como más favorables con los máximos valores obtenidos, se registran al Nor-oeste y los mínimos valores al Nor-este, esta característica está dada por la posición geográfica del territorio pinero de ultramar, la forma que inciden los rayos del sol, la nubosidad, la lluvia entre otros factores. En correspondencia con lo expresado en el párrafo anterior, anexo 1 b) figura.2 muestra el mapa de la Isla de la Juventud, seccionado en cuatro partes, de ellas las dos secciones correspondientes al nor-oeste, es donde se evidencian los valores de radiación más elevados 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/día. En el municipio Isla de la Juventud el máximo de radiación solar corresponde a los meses de abril y agosto, siempre en la posición nor-oeste, por lo que la ubicación geográfica del poblado de la Damajagua favorece las posibilidades de explotación de energía fotovoltaica, esto se corresponde con la ubicación del primer sistema experimental colocado en la Universidad de Ciencias Pedagógicas.

## Conclusiones

Se determinó y caracterizó cuatro períodos de desarrollo de las fuentes renovables de energía en el territorio pinero: **Primer período:** Antecedentes 1959-1994. El problema de la energía en Cuba. **Segundo período:** Transición y revolución energética 1994-2003. **Tercer período:** Concreción de programas FRE 2003-2017. La génesis de las energías renovables en la Isla de la Juventud se remonta a la instalación de dos sistemas de Paneles fotovoltaicos, con fines experimentales, ubicados: el primero en la Facultad de Ciencias Pedagógicas que alimenta las tecnologías empleadas en el laboratorio de Física y el segundo en la comunidad de Cocodrilo específicamente en la escuela primaria Máximo Cainet con el objetivo principal de alimentar la tecnología dispuesta para el disfrute de los programas audiovisuales del momento. La triangulación de fuentes reveló las potencialidades del territorio para explotar la energía proveniente del sol, a través de

los sistemas fotovoltaicos en la zona geográfica del noroeste y suroeste, teniendo en cuenta los valores máximos de radiación solar. Además, las amplias posibilidades para la diversificación, no solo para el acoplamiento a la red, sino también para la instalación en fábricas, industrias, panaderías, centros hospitalarios, centros turísticos, u otros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrastía, M. A. (2002) et. al. Ahorro de energía y respeto ambiental: bases para un futuro sostenible. Editora Política. La Habana, 2002.

Bérriz L., Álvarez. M. (2008). Manual para el cálculo y diseño de calentadores solares. Cuba solar. La Habana Cuba.

Castro, F. (2003). Clausura del V Encuentro sobre Globalización y Problemas del Desarrollo. Tabloide Especial. La Habana.

<https://www.google.com/search?q=periodo+de+desarrollo+de+las+fuentes+renovables+de+energ%C3%ADa+en+cuba+pdf> **Cogeneración de energía, eléctrica y térmica, mediante un sistema híbrido biomasa-solar para explotaciones agropecuarias en la isla de cuba**

Stolik, D. (2019). Energía Fotovoltaica para Cuba. Editorial: Cubasolar. Realizado con el auspicio de la Unión Eléctrica (UNE) del Ministerio de Energía y Minas de la República de Cuba. ISBN: 978-959-7113-59-1.

La educación energética y el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360633907008.pdf> Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica (consultado el 22 de mayo del 2020).

Turrini, E. (1999). El camino del Sol. Cubasolar. La Habana, Escenario Tecnológico Mundial de la Electricidad. IEA Global Energy Review 2020. Los impactos de la crisis de la Covid-19 en la demanda mundial de energía y las emisiones de CO2. ETM No 15. 18/09/2020

Ovidio Alberto Pérez Ruiz (2004). La capacitación del docente: una propuesta para propiciar la educación energética en la Secundaria Básica. Tesis en opción al título de máster en educación. Instituto Superior de Ciencias y Tecnologías Aplicadas.

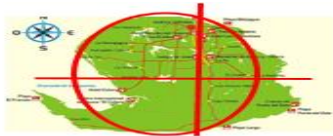
Servicios meteorológicos especiales. Servicio de caracterización climática. Isla de la Juventud 20214.

Proyecto Ciencias de la Tierra su contribución al desarrollo local. (2019) UIJ “Jesús Montané Oropesa”

### Anexo 1. Evidencias de la investigación documentada



a) Figura. 1 Paneles fotovoltaicos con pizarra manual de control, que alimentan el empleo de las tecnologías en el laboratorio de Física.”



b) Figura. 2 Mapa de la Isla de la Juventud. Posición geográfica favorable para la generación de máximos valores de radiación solar por meses del año.