



# Desafíos para la Ciencia y la Tecnología en la Preservación del Medio Ambiente

## *Challenges for Science and Technology in Environmental Preservation*

 Ana María Fonte-Hernández and  Efraín Navarro-Hernández\*

*Universidad Tecnológica de la Habana-CUJAE "José Antonio Echeverría". Marianao, La Habana, Cuba.  
E-mail: [anamariabarack@gmail.com](mailto:anamariabarack@gmail.com)*

\*Autor para correspondencia: Efraín Navarro-Hernández, e-mail: [efrainh@mecánica.cujae.edu.cu](mailto:efrainh@mecánica.cujae.edu.cu)

**RESUMEN:** Se presenta aquí, un artículo que muestra la inminente exigencia de que se modelen, desde los institutos universitarios, los compromisos científicos y tecnológicos de los futuros arquitectos e ingenieros con el habitat. En el mismo se notifican los roles sociales y económicos de las obras ingenieriles, y la subordinación de sus adeudos para con el medio ambiente como cimientos de un mañana sostenible. Se sugiere el fortalecimiento del estudio de aquellas ciencias sociales que potencien estas apreciaciones, como apoyo para el pedagogo en su encargo de perfeccionar al estudiante en el adiestramiento integral a que aspira la enseñanza universitaria. Se divulga la trascendencia del uso de la tecnología adecuada: componente medular a tomar en cuenta por los presentes y futuros profesionales en todo momento, en su misión de propuesta, planificación, diseño, ejecución y esquema logístico de todo proyecto social. Además, se ponderan, como complementos, los atributos que se revelan a través de los valores de compromiso, como cuota substancial de la idoneidad de los protagonistas de tales faenas. Se proponen preceptos éticos a contraer por el gestor de una tarea de ingeniería para alimentar un sensible vínculo con el medio.

**Palabras clave:** Compromisos, científicos, tecnología, medio ambiente, ingenieros.

**ABSTRACT:** These pages present an article that shows the imminent demand that our institutes model the scientific and technological commitments of future architects and engineers. In this, the social and economic roles of engineering works and the subordination of their debts to the environment are notified, which are the pillars of a sustainable tomorrow. It is our opinion that for this, the study of those social sciences that enhance these appreciations must be strengthened, as support for the pedagogue with the task of instructing the student in the comprehensive training that university education desires. The importance of the use of appropriate technology is reported here: a core component to be taken into account by present and future professionals at all times, in their mission of proposal, planning, design, execution and logistical scheme of any social project. Furthermore, the attributes that are revealed through the values of commitment are praised as complements, as a substantial share of the suitability of the protagonists of such tasks. In other words, through this document, ethical precepts are proposed to be followed by the manager of an engineering task to nourish a sensitive bond with the environment that surrounds us.

**Keywords:** Commitments, Scientists, Technology, Environment, Engineers.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la ciencia y el uso de la tecnología, le han permitido al hombre transformar el medio ambiente: nadie podría poner en duda que ambas constituyen dos de las más grandes conquistas de la especie humana. Las revoluciones industriales que tuvieron lugar entre los siglos XVIII y XIX, y la Revolución Científico Tecnológica de la segunda mitad del siglo XX, han transformado radicalmente las condiciones de vida y la actividad práctica de los seres humanos. Estas han cambiado, también, la manera y el modo de entender el mundo con toda su riqueza, complejidad, y los procedimientos para entendernos a nosotros mismos, en el continuo proceso de interacción

y transformación creciente de toda la realidad en la que estamos inmersos.

En todo campo o esfera de la vida humana, son evidentes los múltiples beneficios que el desarrollo de la ciencia y la tecnología han traído consigo (Sáenz, 2004). Saltan a la vista los grandes logros alcanzados en las comunicaciones, la medicina, la construcción, la economía, la educación, por solo citar algunos, los cuales, indudablemente, redundan de modo inmediato y eficaz en una mayor y mejor calidad de vida de una buena parte de los seres vivos de este planeta (Simeón-Negrín, 1997). Sin embargo, importantes personalidades del mundo de la política, la ciencia, la educación, la filosofía y otras ramas del saber, vienen alertando sobre los peligros reales y potenciales que un mal uso de los logros de la ciencia y la tecnología, acarrea y puede acarrear sobre el medioambiente (Sáenz, 2004).

Recibido: 28/01/2025

Aceptado: 08/07/2025

**Conflicto de interés:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

**Contribución de los autores:** **Conceptualización, Curación de datos y Metodología:** A. M. Fonte. **Análisis formal, Investigación, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción-borrador original, Redacción-revisión y edición:** A. M. Fonte, E. Navarro. A. M. Fonte.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Un ejemplo palpable de la existencia de una relación entre la ciencia, la tecnología y la cuestión medioambiental son los impactos que, el desarrollo acelerado de la tecnociencia y la explotación desmedida e irracional de los recursos naturales a manos de las transnacionales de los países más industrializados, tienen sobre las condiciones de vida del ser humano. Esto ha generado escenarios de crisis globales: económicas, políticas, sociales, ecológicas y medioambientales. Dicha explotación excesiva e ilógica de los recursos naturales, y el empleo de los mismos en la satisfacción de las necesidades materiales y espirituales; la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente, están produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad del medio ambiente y en su capacidad para sustentar la vida.

Por tanto, la protección del mismo se ha convertido en una prioridad, en una necesidad de primer orden para garantizar el desarrollo económico y social, y, sobre todo, para la salud y la supervivencia de la especie humana en todo el planeta. Es por esto que existe un conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos dirigidos a garantizar la administración y el uso racional de los recursos naturales, a través de su conservación, mejoramiento y monitoreo del medioambiente, y el control de la actividad del hombre en esta esfera. Esto consiste en aplicar la política ambiental establecida por un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana.

En Cuba, la incorporación de la gestión ambiental en los procesos productivos y de servicios de la empresa que aplica el sistema de Dirección y Gestión, tiene el propósito de prevenir, reducir y finalmente eliminar, los impactos negativos que estos procesos causan al medioambiente, asegurando la protección y preservación de los recursos naturales sobre las cuales se sustenta la producción de bienes y servicios. Es una necesidad social insoslayable de las empresas proteger al medioambiente.

Este trabajo tiene como objetivo valorar los retos y perspectivas del uso de las energías renovables y las nuevas tecnologías, como propuesta de la ciencia para la preservación del medio ambiente y los recursos.

## **DESARROLLO DEL TEMA**

### **Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente**

La ciencia es un conjunto de conocimientos que modifica la visión del mundo real. Es el proceso investigativo que permite la obtención de nuevos conocimientos, que a su vez ofrecen mayores posibilidades de manejo de los fenómenos. Sus impactos prácticos y productivos la caracterizan como fuerza productiva que propicia la transformación, pudiendo ser fuente de riqueza. Ella puede dar lugar o no a la tecnología: forma de la técnica que se basa en la existencia de la mencionada ciencia, desarrollando dicha técnica que, en términos generales, se puede definir como la aplicación de la ciencia antes mencionada.

Kröber (1986) definió la ciencia como un sistema de conceptos, proposiciones, teorías, hipótesis, etc., que, a la vez, son una forma específica de la actividad social dirigida a la producción, distribución y aplicación de los conocimientos acerca de las leyes objetivas de la naturaleza y la sociedad. Aún más, ve que la misma se nos presenta como una institución social, como un sistema de organizaciones científicas, cuya estructura y desarrollo se encuentran estrechamente vinculados con la economía, la política, los fenómenos culturales, con las necesidades y las posibilidades de una sociedad dada

Por su parte, Pacey considera que existen dos definiciones de tecnología, una restringida y otra general. En la primera se le aprecia sólo en su aspecto técnico: conocimiento, destrezas, herramientas, máquinas. La segunda incluye también los aspectos organizativos: actividad económica e industrial, actividad profesional, usuarios y consumidores, y los aspectos culturales: objetivos, valores, códigos éticos y de comportamiento (Pacey, 1990). Dice también, que entre todos esos aspectos existen tensiones e interrelaciones que producen cambios y ajustes recíprocos.

Sugiere, que el fenómeno tecnológico sea estudiado y gestionado en su conjunto, como una práctica social, haciendo evidentes siempre los valores culturales que le subyacen. Las soluciones técnicas deben ser consideradas siempre en relación con los aspectos organizativos y culturales. En otros términos, las soluciones técnicas son sólo un aspecto del problema; hay que observar también los aspectos organizativos y los valores implicados en los procesos de innovación, difusión de la innovación y transferencia de tecnología. La superación del enfoque estrictamente técnico conduce de paso a definir con mayor precisión el papel de los expertos y a aceptar que en tanto proceso social, como experimento social que representa todo cambio tecnológico de cierta envergadura, es imprescindible tomar en cuenta la participación pública, las expectativas, percepciones y juicios de los no expertos quienes también participarán del proceso tecnológico.

El Medio Ambiente es el entorno que afecta a los seres vivos y que condiciona los escenarios vitales de un lugar, un grupo o una época. Son las realidades o circunstancias físicas, humanas, sociales, culturales, etc., que rodean a las personas, animales o cosas. Es el espacio en que se desarrolla la vida de los distintos organismos, favoreciendo su interacción. En él se encuentran tanto seres vivos como elementos sin vida entre los que se cuentan los creados por la mano del hombre. Es el soporte de la vida, así como todos sus componentes: aire, agua, atmósfera, rocas, vegetales, animales, etc.

La urbanización, la agricultura intensiva, la ganadería industrial, la tala de bosques y las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), entre otras acciones, aceleran la pérdida de la biodiversidad por el calentamiento global, la desertificación o la contaminación de océanos y ríos que forman parte de dicho Medio Ambiente.

Basta recordar el uso de la energía nuclear en la construcción y detonación de las dos bombas atómicas que arrasaron en 1945 las ciudades de Hiroshima y Nagasaki, provocando una espantosa secuela de muerte y destrucción cuyos efectos aún llegan hasta nuestros días, o la utilización de las investigaciones médicas, por parte del régimen nazi sobre los prisioneros de los llamados campos de concentración a lo largo de la segunda guerra mundial, por sólo citar dos ejemplos entre otros muchos.

Por otro lado, la explotación desmedida e irracional de los recursos naturales por parte, fundamentalmente, de las grandes empresas y transnacionales de los países capitalistas más desarrollados, haciendo un uso eficaz de los avances tecnológicos, y en cuya base se encuentra la filosofía del consumismo y la maximización de la ganancia a toda costa sin importar daños y perjuicios de ninguna índole al medioambiente, ha provocado un profundo desequilibrio y deterioro de los múltiples ecosistemas y del ecosistema global del planeta Tierra, que amenaza seriamente, a la propia supervivencia de la especie humana y de las demás especies que la habitan.

Para esto, se precisa de la incorporación de métodos y tecnologías más limpias y eficientes para mejorar los procesos que provocan perjuicios.

#### **Perspectivas del uso de las energías renovables y su impacto ambiental**

La ciencia y la tecnología modernas han abierto muchos caminos nuevos. La energía solar, por ejemplo, se está convirtiendo rápidamente en una de las fuentes de energía más importantes del mundo, y se espera que su uso aumente en los próximos años. Como fuente de energía renovable, el sol ofrece numerosas ventajas, desde la reducción de las emisiones de carbono hasta el ahorro de costes y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles.

El aprovechamiento de la energía solar ha dado origen en Cuba, a un progreso apreciable en este campo. Frente al encarecimiento del petróleo y su probable crítica escasez, parece haberse enfatizado en el uso de la energía solar, lo que representa una respuesta inteligente a los problemas energéticos. Y es que, la nación caribeña puede beneficiarse mucho de la alta incidencia solar que recibe durante prácticamente todo el año, convirtiéndola en energía limpia que permita a la economía nacional liberarse de la dependencia a los hidrocarburos.

Cuba tiene actualmente instalados 24 081 paneles solares aislados en escuelas, policlínicos, viviendas en lugares apartados y casas del médico de la familia, entre otros, pero continúa su apuesta para aprovechar el potencial de radiación solar en el territorio nacional, que es de aproximadamente kWh por metro cuadrado por día (CITMA-Cuba, 2021). El uso de esta energía deberá intensificarse, en concordancia con lo que sucede en el resto del mundo. En Europa, por ejemplo, se están haciendo notables progresos en el aprovechamiento de la energía solar, entre otras.

Un alfabeto recientemente descubierto podría dar un nuevo y tal vez ilimitado impulso a la civilización. Ese nuevo alfabeto se ha desentrañado del ADN: un complejo orgánico compuesto encontrado en todas las células vivas y muchos virus. La genética contemporánea labora con los genes para producir resultados deseables en la medicina, la agricultura e infinidad de otras actividades humanas. Esto podría ayudar al hombre a reducir el efecto negativo de un cambio en el régimen de lluvias que produjera más o menos precipitaciones, mediante la creación de variedades de plantas menos susceptibles a los excesos o defectos de las aguas.

Pero el tiempo disponible no parece serlo. Literalmente, existe una carrera contra él. La cooperación internacional, tan vulnerada en los últimos años, no alienta esperanzas de una dinámica colaboración entre todas las naciones dentro de un proyecto destinado a sumar conocimientos, talentos, equipos, experiencias, recursos financieros y humanos, espacios geográficos, etc.

Un ejemplo del uso de la ciencia de la genética en el bienestar humano toca muy de cerca a los cubanos. Desde inicios de la década de 1980, Cuba posee un Programa Nacional de Genética Médica cuyos resultados contribuyen a la disminución de la frecuencia poblacional de discapacidades de causas genéticas y al incremento de la esperanza de vida de la población. En 1964 la tasa de mortalidad infantil por malformaciones congénitas fue de 4.5 por 1000 nacidos vivos, en 1980 de 4.2 por 1000 y al cierre de 2014 fue 0.9 por 1000 nacidos vivos. En los últimos 35 años el valor de esta tasa se ha reducido en un 78.6% con un impacto sostenido sobre el decrecimiento de la tasa de mortalidad infantil del país (Marcheco et al., 2017).

Las tecnologías verdes o limpias engloban técnicas, procesos, materiales y métodos aplicables a la vida cotidiana y diferentes industrias para cambiar positivamente la calidad de vida, mientras se preserva y recupera el medio ambiente. Sus principales objetivos se pueden resumir en sostenibilidad, viabilidad, innovación, reducción de desperdicios: un ciclo completo contemplando su aplicación en todo el proceso de la vida útil del producto o servicio. De esta manera los sectores económicos pueden seguir percibiendo su beneficio económico, los consumidores no ven afectado su presupuesto por incremento en costos y se asegura que el impacto para el medio ambiente será positivo. Dentro de las principales aplicaciones que tienen las tecnologías verdes están la generación de energía y combustibles, el tratamiento de residuos y aguas negras, y la incorporación de áreas verdes en espacios urbanos.

En Cuba, específicamente en la Universidad «Marta Abreu» de Las Villas, en el año 2020, se crea una importante iniciativa respecto al tema. Allí se proponen un grupo de acciones concretas a realizar desde los planes de estudios de las diferentes carreras en pregrado y también en los programas de formación posgraduada, donde se incentiva la educación medioambiental vinculada al plan de Estado

para el enfrentamiento al cambio climático (Tarea Vida) y el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. Fruto de la integración entre la Universidad Central y otros organismos, es la construcción, por parte del Ministerio de Energía y Minas (Minem), del primer parque fotovoltaico en predios de una entidad de la Educación Superior, el que está enclavado en las áreas de la facultad de Ingeniería Eléctrica, el cual, aunque tributa directamente al sistema electroenergético nacional, sirve como unidad docente para la formación de los futuros ingenieros en esa rama (Sánchez & Guerra, 2022).

La energía de la luz puede convertirse directamente en electricidad mediante un equipo que se llama célula fotovoltaica, célula solar o célula PV. Estas, no tienen partes móviles y trabajan silenciosamente sin contaminar el ambiente. Están hechas de materiales semiconductores como el silicón, el elemento más común en la corteza terrestre. El silicón en las células PV es tratado químicamente para hacer capas positivas y negativas. Entre las dos capas se crea un campo eléctrico similar al de una batería. Cuando la luz ilumina una célula fotovoltaica, se produce electricidad.

Se producen en diferentes tamaños, pero aún las más grandes generan usualmente menos de 3 Watt. Esto no es suficiente para dar la energía que requieren la mayoría de los aparatos domésticos. Consecuentemente, para disponer de más energía se conectan varias células en paquetes herméticos llamados “módulos fotovoltaicos o paneles solares fotovoltaicos.

Hasta el momento, los calentadores de agua para duchas y lavamanos se abastecen de gas o energía eléctrica para su funcionamiento. Gracias a las tecnologías verdes estos podrán funcionar mediante la energía recolectada por paneles solares, principalmente ubicados en terrazas y techos de manera estratégica. En todos los tipos de calentadores solares el sistema de calentamiento se da por la energía calórica obtenida del sol, la cual es recolectada por la estructura del calentador y transferida al agua mediante recirculación, proyección del calor y otros métodos. Actualmente, existen calentadores solares con grandes capacidades de más de 300 litros, con temperaturas de más de 190° C.

Sus menores costos de instalación y bajo mantenimiento hacen frecuente el uso de sistemas tanto fotovoltaico como térmico (IDEA, 2006). Y es que, Cuba, nación caribeña puede beneficiarse mucho de la alta incidencia solar que recibe durante prácticamente todo el año, convirtiéndola en energía limpia que permita a la economía nacional liberarse de la dependencia de los hidrocarburos. Además, siendo un país tropical y por su ubicación recibir una radiación pareja en todo el territorio nacional, es atractivo pensar en el aprovechamiento de este potencial energético renovable (Martínez, 2021).

Con los filtros de agua se logra convertir en potable aquella agua que descartamos para el consumo, lo que permite una optimización de este recurso vital para todos los seres vivos. Pueden ser instalados directamente en los

grifos o en las tuberías de redes hídricas, asegurando que su aprovechamiento sea fácil, seguro para la salud y permita el ahorro para los consumidores. Son muchos los agentes externos que afectan a las propiedades del agua, así como en su olor y sabor final. Por eso mismo, existe una tendencia al alza de recurrir a sistemas de filtrado eficaces en el ámbito doméstico con los que garantizar una calidad mayor a largo plazo (Muela, 2023).

El mueble sanitario en el baño es el que más agua requiere, con 35 litros de cada 100 empleados por vivienda; en regaderas, se usan 30 de cada 100; lavadoras, 20 de cada 100; fregaderos, lavabos y lavavajillas, (Mendiola, 2012; González, 2019). Ya es común ver diseños que permiten bajar el agua a una presión mayor y en menor cantidad, de acuerdo con el tipo de evacuaciones. Estos permiten una descarga efectiva de los olores con un mejor uso del agua. Estos dispositivos economizadores de agua, incluso están diseñados para zonas sin drenaje, en las que, al separar los desechos líquidos de los sólidos, ambos con un tratamiento simple, pueden después ser aprovechados como material fertilizante.

Dicho tratamiento de los residuos sólidos urbanos es un tema urgente y evidente ante la problemática insoslayable del cambio climático. Una parte importante de estos residuos, catalogados la mayoría como contaminantes, está constituida por productos que son desechados en las viviendas y que pueden ser reciclados con facilidad ya que son materias primas recuperables como el papel, cartón, vidrio, plásticos, tetra-pak, etc. La separación de los desechos por los propios ciudadanos como actividad cotidiana de los quehaceres del hogar, sin duda, incrementará masivamente las posibilidades de lograr a nivel urbano la selección de los productos recuperables, para otorgarles a través de la industria un nuevo uso. De esta manera, la separación de los desechos sólidos desde el hogar, ofrece a la industria mejores condiciones de las materias primas que las que ofrece el separarlas después de mezcladas en los tiraderos de basura (Jiménez, 2012).

En algunos países ya es obligatoria la separación de desechos orgánicos y no orgánicos, para favorecer el proceso de reciclaje. El país, debería hacer ingentes esfuerzos por insertarse en este tipo de iniciativa, que no parece necesitar de gigantescas inversiones para llevarla a cabo, en comparación con los beneficios que puede reportar.

Con el uso de azoteas verdes se busca reforestar el espacio utilizado para la construcción de edificios e inmuebles urbanos, aprovechando el área de sus techos, terrazas y/o azoteas para tal fin. La manera de hacerlo es tapizando la superficie, piso o suelo con césped, de manera que podamos aprovechar el oxígeno, estética y calidad de vida que nos aporta un suelo natural. Esta tecnología aumenta el valor a un inmueble, más aún, si se le da un uso adicional como huerta, con la siembra de productos alimenticios como hortalizas, verduras o hierbas. Sin embargo, a pesar de que esta tecnología aporta tales beneficios, es utilizada únicamente en ciertos países desarrollados como Suiza, Alemania, Francia y España y

en algunos subdesarrollados como Colombia, Argentina y México, principalmente por el costo elevado de instalación y mantenimiento (López *et al.*, 2020).

En Cuba, el proyecto Azoteas Verdes está dirigido a la producción de hortalizas, condimentos y frutales en las azoteas de la capital cubana y otras ciudades del país. Auspiciada por la Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre y el Grupo de Trabajo Estatal Bahía de La Habana, la iniciativa se vincula de manera muy estrecha a la agricultura urbana (IPS-Cuba, 2023).

A nivel mundial, sin importar si la fuente de energía es solar o eléctrica, los inmuebles pueden integrarse a la tendencia ecológica y sostenible con el uso de luces LED. Estas son ya reconocidas por su brillo, capacidad y potencia, con un menor consumo de energía. Pueden reducir el consumo de dicha energía en más del 80%, lo que representa beneficios para el medio ambiente y el bolsillo de los consumidores, quienes verán un ahorro en sus facturas.

En Cuba, se han asegurado la importación y compra de materias primas para producir esta tecnología en el territorio nacional. Para realizar las importaciones, se tienen en cuenta las características del sistema eléctrico cubano y las condiciones del clima tropical y, sobre la base de eso, se solicitan en el mercado las materias primas con determinadas especificidades, para asegurar la durabilidad del artículo. Además, se cuenta con un laboratorio de luminotecnología que permite garantizar la mayoría de los parámetros establecidos en la norma cubana para la importación y el uso en Cuba de la iluminación LED (Granma, 2023).

En el mundo existen sistemas que permiten recolectar, canalizar y almacenar el agua de lluvia que cae en un techado para aprovecharla así en el riego de áreas verdes, las labores de limpieza y aseo, e incluso con un tratamiento de purificación a veces también es posible usarla para consumo humano. El agua de lluvia es un recurso que aún no ha sido aprovechado en su totalidad. De este modo, se consigue un ahorro económico en las facturas de agua, un uso sostenible del recurso natural y un aporte al medio ambiente.

Desde mediados del siglo XX, a esta ancestral tecnología, se han ido incorporando materiales novedosos como ferrocemento, geomembranas y polietileno, entre otros. Por otra parte, dado el desarrollo social se ha diversificado el uso de este recurso destinándolo no solo al consumo doméstico y agrícola, sino también para la cría de peces, lavado de autos, lucha contra incendios, etc.

La mayor de las Antillas también se ha volcado en la utilización de estos sistemas contando con varios ejemplos y promoviendo su uso en el marco legal. No obstante, el mismo órgano rector del agua reconoce que es insuficiente y necesario, teniendo en cuenta la tendencia decreciente del comportamiento de las precipitaciones. Se cuenta, además, con elementos expuestos que brindan un amplio panorama de la situación de estos sistemas a nivel mundial y nacional, de forma tal que se dispone de un documento de gran utilidad para la consulta e implementación de estos sistemas (Torres, 2019).

La osmosis es un fenómeno físico-químico que tiene lugar cuando dos soluciones acuosas de diferente concentración entran en contacto a través de una membrana semipermeable. Esta membrana permite sólo el paso del agua. Así, el agua tiende a atravesar la membrana en el sentido de menor a mayor concentración, para igualar ambas. La presión que hace que este fenómeno tenga lugar es la presión osmótica. En los equipos de ósmosis inversa la tasa de transferencia de agua depende básicamente de la concentración, las características de la membrana y la presión aplicada (Marcheco *et al.*, 2017).

El método de la ósmosis inversa retiene especies tan pequeñas que están en el intervalo de tamaños iónicos o moleculares. Dentro de sus ventajas más relevantes destacan su posible operación continua y el poco espacio necesario para sus instalaciones y su diseño modular. La calidad de agua de alimentación determina la incrustación, el ensuciamiento, y la degradación de las membranas.

Las incrustaciones ocurren cuando se forman especies que exceden la concentración de saturación. Algunas incrustaciones disminuyen, además, la eficiencia de los antiincrustantes e incrementan la velocidad de formación de depósitos adicionales. También puede haber obstrucciones por el crecimiento de microorganismos. Afortunadamente, las membranas son resistentes al ataque bacteriano. Para evitar este tipo de taponamiento se añade periódicamente cloro para algunos tipos más modernos de membranas.

La nanofiltración es otro proceso de filtración por membranas operadas bajo presión en la que solutos de bajo peso molecular son retenidos, pero las sales pasan, total o parcialmente, a través de una membrana de filtrado. Esto provee un rango de selectividad entre las membranas de ultrafiltración y osmosis inversa, permitiendo simultáneamente concentración y desalado de solutos orgánicos. Su selectividad entre moléculas de tamaños similares es la clave del éxito del proceso de separación con membrana.

Los sistemas de nanofiltración según Marcheco *et al.* (2017) se utilizan para ablandamiento del agua, separación específica de metales pesados por proceso de chorro para la reutilización del agua y la reducción de contenidos de sales del agua salobre ligera.

La ultrafiltración es otro de los modernos métodos utilizado como pretratamiento de la ósmosis inversa, la desalación de agua de mar y la producción de agua potable a bajo costo. Tiene ventajas en el pretratamiento: buena protección de las membranas de ósmosis inversa; no requiere productos químicos; el tratamiento de choque químico para desinfección es económico, el diseño es compacto, su operación es continua y es fácilmente automatizable (Marcheco *et al.*, 2017).

Por su parte, la microfiltración tiene un tamaño de poro de membranas que retienen todas las bacterias y parte de la contaminación viral, a pesar de que los virus son más pequeños que los poros de la membrana de microfiltración. Esto sucede porque los virus se pueden acoplar a las bacterias. La microfiltración puede ser aplicada a la potabilización del agua y como pretratamiento del agua para nanofiltración y ósmosis inversa (González, 2019).

## CONCLUSIONES

La ciencia y la tecnología son dos de las más grandes conquistas del ser humano, las cuales han traído incontables beneficios en múltiples campos de la actividad humana, no obstante, un uso inadecuado de las mismas puede acarrear negativas consecuencias sobre el medioambiente y, por ende, sobre la salud de las personas y la propia supervivencia de la especie humana. Ante esta situación le corresponde a la familia, a la escuela y a la sociedad, pero de modo especial a la Universidad, la formación de un ciudadano y un profesional con una alta sensibilidad por la cuestión medioambiental, comprometido con el desarrollo integral de su territorio y enraizado en los valores del respeto, el desinterés y la solidaridad.

Una abstracción generalizada y subjetiva que expresaría las consideraciones de este trabajo, lo es el que la integración de las tecnologías verdes anteriormente expuestas y otras, mencionadas o no, considerando la relación beneficios-costos, permitirían cumplir con las necesidades ambientales que demanda esta era.

Actualizar el papel que deben jugar las instituciones educativas, y de modo especial la Universidad, en conformar una nueva conciencia que sea respetuosa con el medio ambiente, y que proponga un nuevo modelo de desarrollo a nivel mundial. Esto, debe ser impostergable como nuevo enfoque pedagógico de carácter obligatorio tanto a nivel local como global.

Hacer uso de los recursos y potencialidades del medioambiente, la ciencia y la tecnología, en función del bienestar y el mejoramiento de la calidad de vida de las grandes mayorías, de forma tal que se sea respetuoso y dialogante con el entorno y no ponga en peligro el bienestar de las futuras generaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CITMA-Cuba: *Cuba y su apuesta por la energía renovable*, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), 2021, [www.citma.gob.cu/cuba-y-su-apuesta-por-la-energia-renovable/](http://www.citma.gob.cu/cuba-y-su-apuesta-por-la-energia-renovable/)

GONZÁLEZ, O.: *Diseño Hidráulico de Plantas Potabilizadoras*, Centro de Investigaciones Hidráulicas, Facultad de Ingeniería Civil, CUJAE, La Habana, Cuba, 2019.

GRANMA: *¿Qué pasa con las luminarias LED?*, Órgano Oficial del Comité Central del Partido Comunista de Cuba, 12 de noviembre, 2023, ISSN: 0864-0424, e-ISSN: 1563-8278.

IDEA: *Energía solar térmica*, 2006, <https://www.idae.es>

IPS CUBA: “Azoteas Verdes”, *Boletín*, miércoles 15 de noviembre, 2023. [Www.ipscuba.net/directorio-sc/azoteas-verdes/](http://www.ipscuba.net/directorio-sc/azoteas-verdes/)

JIMÉNEZ, I. *Diseño de botes separadores de residuos sólidos para viviendas de interés social de la zona conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín*, México, Universidad veracruzana, México, 2012.

KRÖBER, G.: “Acerca de las relaciones entre la historia y la teoría del desarrollo de las ciencias”, *Revista Cubana de Ciencias Sociales*, 4(10): 37-44, 1986.

LÓPEZ, B.G.; CAMACHO, A.D.; MARTÍNEZ, M.C.; MARCELINO, M.: “Techos verdes: una estrategia sustentable”, *Revista Tecnología en Marcha*, 33(3): 68-79, 2020, ISSN: 0379-3982.

MARCHECO T, B.; LANTIGUA, A.; ROJAS, I.; BENÍTEZ, Y.: “Genética Médica en Cuba: sus resultados e impacto en el cuidado de la Salud Materno Infantil en 35 años (1980-2014)”, *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba [Internet]*, 2017.

MARTÍNEZ M.: *Propuesta de calentadores solares para generar agua caliente sanitaria en el hotel Starfish Cuatro Palmas*, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, 2021.

MENDIOLA, N.: *Con acciones sencillas, posible reducir consumo de agua en hogares de la Ciudad de México* Facultad de Arquitectura de la UNAM, *Boletín UNAM-DGCS-477*, 3 de agosto, 2012.

MUELA, D.: *Filtros de agua en casa: quita olores y químicos mejorando su pureza*, *El País*, 14 de noviembre, 2023.

NUÑEZ, J.: *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*, Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 1999.

PACEY, A.: *La cultura de la tecnología*, Fondo de Cultura Económica, México, 1990.

SÁENZ, T.: *Tecnología y Sociedad*, Editorial Félix Varela. 91 p., La Habana, Cuba, 2004.

SÁNCHEZ, A.A.; GUERRA, I.M.: “Las Energías Verdes. Análisis Desde la Revolución Verde en Cuba”, *Eur. J. Soc. Law Revue Eur. Droit Soc*, 57: 202-216, 2022.

SIMEÓN-NEGRÍN, R.E.: “La ciencia y la tecnología en Cuba”, *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 49(3): 153-160, 1997, ISSN: 0375-0760.

TORRES, R.: “La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente” *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(2), 2019, ISSN: 1815-591X.