

**LA EDUCACIÓN ENERGÉTICA AMBIENTAL. GASES CONTAMINANTES:
EMISIONES DE CO₂ Y CONSUMO DOMÉSTICO DE ELECTRICIDAD**

LA EDUCACIÓN ENERGÉTICA AMBIENTAL. GASES CONTAMINANTES

AUTORES: Ignacio Benítez Rodríguez ¹Victorino Claver Santos ²José Arturo Peña Pérez ³DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: jpenaperez@udg.co.cu

Fecha de recepción: 03-11-2020

Fecha de aceptación: 17-06-2021

RESUMEN

La educación energética, como dirección de la educación ambiental, constituye una condición indispensable para fomentar el Desarrollo Sostenible, razón que la convierte en un objetivo clave en la formación de los profesionales de la educación. Con el objetivo de contribuir con este aspecto, en el presente artículo se reflexiona acerca del impacto ambiental de algunos gases contaminantes emitidos en el proceso de generación y consumo de electricidad, considerando como ejemplo la energía consumida en un grupo de equipos electrodomésticos representativos; así como las emisiones de CO₂.

PALABRAS CLAVE

Energía; Contaminantes; Electricidad; Impacto ambiental.

THE ENERGETIC ENVIRONMENTAL EDUCATION. CONTAMINATING GASES: CO₂ EMISSIONS, RELATED WITH THE DOMESTIC CONSUMPTION OF ELECTRICITY

ABSTRACT

The energetic education, like a direction of the environmental education, constitutes an indispensable condition to foment the Sustainable Development, which becomes an important objective for the educational professionals' formation. In order to contribute with this aspect, in the present article, some reflections are analyzed about the environmental impact of some contaminating emitted gases in the process of generation and consumption of electricity, postulating the example of the energy consumed in a household appliances devices' group; as well as the CO₂ emissions.

KEYWORDS

Energy; Contaminants; Electricity; Environmental impact.

¹ Licenciado en Física. Profesor Asistente de la Universidad de Granma, Cuba.

² Licenciado en Física. Profesor Asistente de la Universidad de Granma, Cuba.

³ Ingeniero en Electrónica. Profesor Instructor de la Universidad de Granma, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Hoy se comprende que sin la educación y la labor de los educadores es imposible solucionar los problemas globales, que afectan a la humanidad y avanzar hacia la construcción de un futuro sostenible. La educación energética ambiental de los profesores se convierte en necesidad impostergable para responder a las metas de la Educación para el Desarrollo Sostenible declaradas por la UNESCO (ONU, Resolución 57/254), las cuales han trascendido a los currículos escolares de todas las educaciones en nuestro país, incluidas las universidades (Gil y Vilches, 2006). El presente trabajo centra su atención en esta temática.

El desarrollo energético sostenible contiene como uno de sus basamentos principales el respeto ambiental, es decir la disminución constante de las emisiones nocivas al medio ambiente. Esto implica el doble compromiso del incremento del uso de las fuentes renovables de energía en paralelo, en tiempo y espacio, al ahorro constante de la energía suministrada a la práctica económica y social, con independencia de la fuente que la genera (CITMA, 1997).

En general, el planteamiento anterior tiene un fundamento económico, pero es necesario aún abundar y profundizar en los conceptos relacionados con el impacto ambiental de la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles y evitar la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

De acuerdo con Bósques, Merino y Fundora (2008), las tendencias actuales de la educación energética ambiental incluyen como elementos básicos y principales los siguientes:

- Identificar lo que pueden hacer las personas y la sociedad.
- Concientizar el problema energético actual, y sus antecedentes.
- Explicar los beneficios de las acciones anteriores.

Como parte de la formación educativa aún queda mucho por hacer y materializar en torno a lo anterior, y como contribución a ello, considerando además que los educandos son un factor de multiplicación por su contacto directo con familiares y otros miembros de la sociedad, cercanos a ellos.

DESARROLLO

En la naturaleza la energía está presente en varias formas. Todo proceso físico que ocurra en la naturaleza involucra energía y transferencias, o transformaciones de energía. Por desgracia, a pesar de su extrema importancia, la energía no es fácil de definir. El término energía (del griego *ἐνέργεια* *enérgeia*, cambio, transformación) puede definirse como la magnitud física escalar que sirve de medida general a las distintas formas de movimiento de la materia.

La energía es una magnitud que caracteriza cuantitativamente las transformaciones que ocurren en las propiedades de un sistema o de otro sistema objeto de estudio como resultado de variados procesos (físicos, químicos, biológicos, geológicos, etcétera). En la vida cotidiana consideramos la energía en términos de combustible para transporte, electricidad para el alumbrado, aparatos domésticos y alimentos para consumo, pero estas ideas en realidad no definen la energía y solo nos dicen que los combustibles se necesitan para realizar un trabajo y que nos dan algo que llamamos energía.

Desde el punto de vista cuantitativo, la energía de un sistema caracteriza a este con respecto a las posibles transformaciones del movimiento que pueden ocurrir en él. Estas transformaciones se producen en virtud de las interacciones de las partes del sistema, tanto entre sí como con los cuerpos externos.

Para optimizar los recursos energéticos y adaptarlos para su utilización se necesita transformar unas formas de energía en otras. Todas ellas se pueden transformar en otra cumpliendo la ley general de conservación y transformación de la energía: «La energía no se crea ni se destruye; solo se transforma». De este modo, la cantidad de energía inicial es igual a la final.

La energía es imprescindible para la vida, consumir energía es sinónimo de actividad, transformación y progreso, siempre ese consumo este ajustado a las necesidades existentes y el aprovechamiento al máximo de las posibilidades de la energía de que se dispone. El consumo de energía en todo el mundo depende fundamentalmente de fuentes o recursos energéticos de origen fósil, no renovables, contaminantes y muy escaso en la actualidad. Basta decir que las reservas de carbón, petróleo y gas, al ritmo actual de consumo de energía tiene una durabilidad de ciento cincuenta años.

De aquí la necesidad de encontrar y desarrollar la utilización de fuentes renovables y poco contaminantes de energía, para lo cual se trabaja intensamente a nivel global para lograr un desarrollo energético sostenible.

Un elemento que emerge con mucha fuerza es el carácter contaminante del medio ambiente por la utilización de las fuentes energéticas de origen fósil. El consumo de energía tiene consecuencias negativas sobre la conservación del medio ambiente (Arrastía, 2006). Puede expresarse que la energía que menos contamina es la que no se consume.

Contaminación atmosférica

Puede entenderse por *contaminación atmosférica* a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, vienen de cualquier naturaleza, así como que puedan afectar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables (Martínez y Díaz de Mera, 2004). El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen

efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas.

Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa.

Desde el punto de vista de la localización, la contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario, cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio del planeta y zonas alejadas a las que contienen los focos emisores.

Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios

Los *contaminantes primarios* son los que se emiten directamente a la atmósfera, como el dióxido de azufre SO_2 , que daña a la vegetación y es irritante para los pulmones (Stanley, 2007). Los *contaminantes secundarios* son aquellos que se forman mediante procesos químicos atmosféricos, que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes en la atmósfera (Stanley, 2007). Son importantes contaminantes secundarios, el ácido sulfúrico, H_2SO_4 , que se forma por la oxidación del SO_2 , el dióxido de nitrógeno NO_2 , que se forma al oxidarse el contaminante primario NO y el ozono, O_3 , que se forma a partir del oxígeno O_2 .

Ambos contaminantes, primarios y secundarios pueden depositarse en la superficie de la tierra por precipitación. El nitrometano es un compuesto orgánico de fórmula química CH_3NO_2 . Es el nitrocompuesto o nitroderivado más simple. Similar en muchos aspectos al nitroetano, el nitrometano es un líquido ligeramente viscoso, altamente polar, utilizado comúnmente como disolvente en muchas aplicaciones industriales, como en las extracciones, como medio de reacción, y como disolvente de limpieza. Como producto intermedio en la síntesis orgánica, se utiliza ampliamente en la fabricación de productos farmacéuticos, plaguicidas, explosivos, fibras, y recubrimientos. También se utiliza como combustible de carreras de coches modificados para sufrir grandes aceleraciones (*dragsters*), y en motores de combustión interna usados para coches en miniatura, por ejemplo, en los modelos de radio-control, deposición seca o húmeda e impactar en determinados receptores, como personas, animales, ecosistemas acuáticos, bosques, cosechas y materiales.

En muchos países existen unos límites impuestos a determinados contaminantes que pueden incidir sobre la salud de la población y su bienestar.

Principales tipos de contaminantes del aire

Contaminantes gaseosos: en ambientes exteriores e interiores los vapores y contaminantes gaseosos aparecen en diferentes concentraciones. Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil.

La contaminación del aire interior es producida por el consumo de tabaco, el uso de ciertos materiales de construcción, productos de limpieza y muebles del hogar. Los contaminantes gaseosos del aire provienen de volcanes, e industrias. El tipo más comúnmente reconocido de contaminación del aire es la niebla tóxica (*smog*). La niebla tóxica generalmente se refiere a una condición producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automotores y fábricas.

Gases contaminantes de la atmósfera

Desde los años 1960, se ha demostrado que los clorofluorocarbonos (CFC, también llamados "freones") tienen efectos potencialmente negativos: contribuyen de manera muy importante a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera, así como a incrementar el efecto invernadero. El protocolo de Montreal puso fin a la producción de la gran mayoría de estos productos.

El monóxido de carbono es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Cada año, aparecen varios casos de intoxicación mortal, a causa de aparatos de combustión puestos en funcionamiento en una habitación mal ventilada.

Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, tasas que son peligrosas para la salud de las personas (Stanley, 2007).

El dióxido de carbono es un gas inodoro, incoloro y vital para la vida en la Tierra. Se encuentra en la naturaleza y está formado por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno. Como parte del ciclo del carbono, las plantas, algas y cyanobacterias usan la energía solar para fotosintetizar carbohidratos a partir de CO₂ y agua, mientras que el O₂ es liberado como desecho. Las plantas producen CO₂ durante la respiración. Dado que el CO₂ es soluble en agua, ocurre naturalmente en aguas subterráneas, ríos, lagos, campos de hielo, glaciares y mares. Está presente en yacimientos de petróleo y gas natural. También se produce por la combustión de madera (leña), carbohidratos y combustibles fósiles como el carbón, la turba, el petróleo y el gas natural.

Su uso es muy variado, por ejemplo, como un gas inerte en soldadura y extinguidores de incendio, como presurizador de gas en armas de aire comprimido y recuperador de petróleo. Se agrega a las bebidas y en gaseosas incluidas la cerveza y el champán para agregar efervescencia. Su forma sólida es conocida como "hielo seco" y se usa como refrigerante y abrasivo en ráfagas a presión.

Las concentraciones atmosféricas de CO₂ fluctúan ligeramente con el cambio de las estaciones. Estas caen durante la primavera y el verano del hemisferio norte ya que las plantas consumen el gas; y aumentan durante el otoño y el invierno del norte, ya las plantas entran en estado latente o mueren y se descomponen. Las concentraciones varían también a nivel regional, con más fuerza cerca del suelo con variaciones mucho menor en lo alto. En las zonas urbanas las concentraciones son generalmente más altas y en el interior de viviendas se pueden alcanzar concentraciones de 10 veces el nivel ambiental.

La deforestación y combustión de combustibles fósiles provocan un aumento de la concentración de CO₂ a la atmosférica cercana al 40% desde el comienzo de la era de la industrialización. La mayor cantidad del CO₂ producto de las actividades humanas es liberado por la quema de carbón y otros combustibles fósiles. Dicha deforestación, así como la quema de biomasa y la producción de cemento también producen CO₂. Los volcanes emiten aproximadamente entre 0,2 mil millones de toneladas de CO₂ por año. Este gas de efecto invernadero absorbe y emite radiación infrarroja en sus dos frecuencias de vibración activas en infrarrojos.

Este proceso hace que el dióxido de carbono caliente la superficie y la atmósfera inferior y enfríe la atmósfera superior y por lo tanto en el efecto invernadero inducido por CO₂, es la principal razón del aumento de la temperatura media global desde mediados del siglo XX.

Aunque el principal gas de efecto invernadero responsable por el calentamiento es el CO₂, también contribuyen el metano, el óxido nitroso, el ozono, y otros gases de efecto invernadero de larga vida. El CO₂ es el más preocupante, ya que ejerce una mayor influencia de calentamiento total que todos los otros gases combinados, y porque tiene una larga vida atmosférica.

El aumento de las concentraciones de CO₂ no solo conducen a aumentos en la temperatura de la superficie del mundo, sino que el aumento de las temperaturas globales también causan un aumento de las concentraciones de CO₂. Esto produce una retroalimentación positiva a los cambios inducidos por otros procesos, como los ciclos orbitales.

El dióxido de carbono se usa en la medicina como agente de contraste en radiología de vasos sanguíneos, en tratamiento de heridas craneales y úlceras agudas y crónicas, en láser de CO₂, como agente de insuflación en cirugías laparoscópicas, en tratamientos estéticos y problemas circulatorios. La presencia de este gas contaminante (CO₂) en la estratosfera afecta el equilibrio del ozono, cuando sube hasta la alta atmósfera donde catalizan la destrucción

del ozono más rápidamente de lo que se regenera, produciendo así el agujero de la capa de ozono. El daño que causan cada uno de estos contaminantes es función de su potencial de agotamiento del ozono.

La concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera está aumentando de forma constante debido al uso de carburantes fósiles como fuente de energía, y es teóricamente posible demostrar que este hecho es el causante de producir un incremento de la temperatura de la Tierra, conocido como efecto invernadero (Stanley, 2007). La amplitud de este efecto puede cambiar el clima mundial, dependiendo de los datos empleados en un modelo teórico, hay modelos que predicen cambios rápidos y desastrosos del clima y otros que señalan efectos climáticos limitados (Stanley, 2007). La reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera permitiría que el ciclo total del carbono alcanzara el equilibrio a través de los grandes sumideros de carbono como son el océano profundo y los sedimentos.

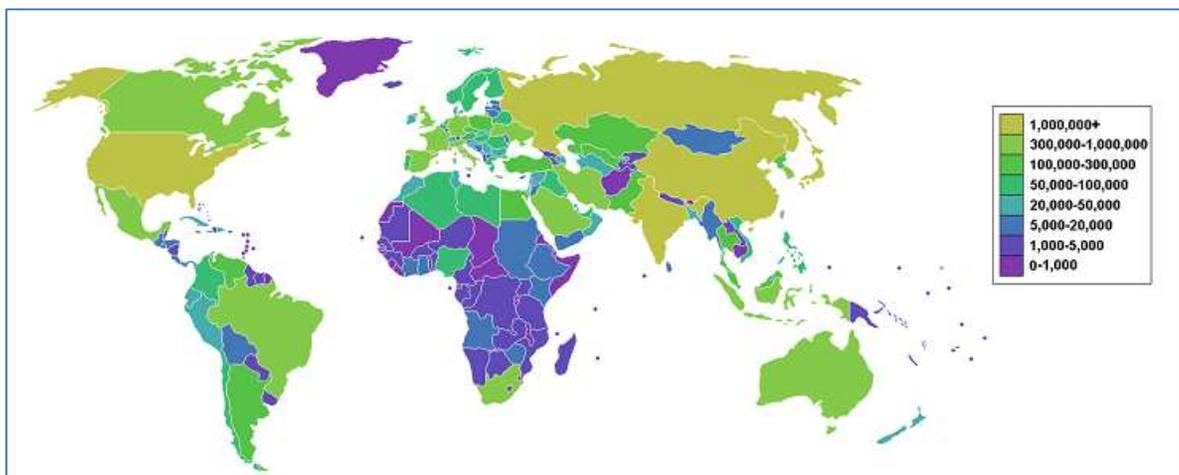


Figura I. Emisión de dióxido de carbono, por país, en millones de toneladas.

El monóxido de nitrógeno, también llamado óxido de nitrógeno (II) es un gas incoloro y poco soluble en agua que se produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria. Se oxida muy rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO₂, y posteriormente en ácido nítrico, HNO₃, produciendo así lluvia ácida.

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El SO₂ resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H₂SO₄ un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, provocando manchas allí donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas (Stanley, 2007).



La lluvia ácida se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite. Esta combinación química de gases

con el vapor de agua forma el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida. Los contaminantes que pueden formar la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, y los vientos los trasladan miles de kilómetros antes de precipitarse con el rocío, la llovizna, o lluvia, el granizo, la nieve o la niebla normales del lugar, que se vuelven ácidos al combinarse con dichos gases residuales.

El SO_2 también ataca a los materiales de construcción que suelen estar formados por minerales carbonatados, como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua y afectando a la integridad y la vida de los edificios o esculturas.

El metano, CH_4 , es un gas que se forma cuando la materia orgánica se descompone en condiciones en que hay escasez de oxígeno; esto es lo que ocurre en las ciénagas, en los pantanos y en los arrozales de los países húmedos tropicales. También se produce en los procesos de la digestión y defecación de los animales herbívoros.

El metano es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra ya que aumenta la capacidad de retención del calor por la atmósfera.

El ozono (O_3) es un constituyente natural de la atmósfera, pero cuando su concentración es superior a la normal se considera como un gas contaminante. Su concentración a nivel del mar, puede oscilar alrededor de $0,01 \text{ mg kg}^{-1}$. Cuando la contaminación debida a los gases de escape de los automóviles es elevada y la radiación solar es intensa, el nivel de ozono aumenta y puede llegar hasta $0,1 \text{ kg}^{-1}$.

El ozono actúa en la atmósfera como depurador del aire y sobre todo como filtro de los rayos ultravioletas procedentes del Sol, no permitiendo el paso de esta radiación hasta la superficie de la Tierra. Sin ese filtro la existencia de vida en la Tierra sería completamente imposible; de ahí la gran importancia de la llamada “capa de ozono”.

Las plantas pueden ser afectadas en su desarrollo por concentraciones pequeñas de ozono. El hombre también resulta afectado por el ozono a concentraciones entre $0,05$ y $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$, causándole irritación de las fosas nasales y garganta, así como sequedad de las mucosas de las vías respiratorias superiores (Spedding, 1981).

Efectos de los gases de la atmósfera en el clima

Efectos climáticos: generalmente los contaminantes se elevan o flotan lejos de sus fuentes sin acumularse hasta niveles peligrosos. Los patrones de vientos, las nubes, la lluvia y la temperatura pueden afectar la rapidez con que los contaminantes se alejan de una zona. Los patrones climáticos que atrapan la contaminación atmosférica en valles o la desplacen por la tierra, pueden dañar ambientes limpios distantes de las fuentes originales. La contaminación del aire

se produce por toda sustancia no deseada que llega a la atmósfera. Es un problema principal en la sociedad moderna.

A pesar de que la contaminación del aire es generalmente un problema peor en las ciudades, los contaminantes afectan el aire en todos lugares. Estas sustancias incluyen varios gases y partículas minúsculas o materia de partículas que pueden ser perjudiciales para la salud humana y el ambiente. La contaminación puede ser en forma de gases, líquidos o sólidos. Muchos contaminantes se liberan al aire como resultado del comportamiento humano. La contaminación existe a diferentes niveles: personal, nacional y mundial.

El efecto invernadero evita que una parte del calor recibido desde el sol deje la atmósfera y vuelva al espacio. Esto calienta la superficie de la tierra. Existe una cierta cantidad de gases de efecto de invernadero en la atmósfera que son absolutamente necesarios para calentar la Tierra, pero en la debida proporción. Actividades como la quema de combustibles derivados del carbono aumentan esa proporción y el efecto invernadero aumenta. Muchos científicos consideran que como consecuencia se está produciendo el calentamiento global. Otros gases que contribuyen al problema incluyen los clorofluorocarbonos (CFC), el metano, los óxidos nitrosos y el ozono.

El incremento del efecto invernadero artificial, por ejemplo, trae como consecuencia el incremento de la temperatura global del planeta y los consiguientes efectos nocivos. Un ejemplo es la cadena de efectos tales como el deshielo de los glaciares, el aumento del nivel del mar y la desaparición de algunas islas y zonas litorales. Otro efecto es la variación de las corrientes marinas, que pueden influir en la variación del clima promedio de una región determinada. Igualmente, el incremento de los ácidos nítrico y sulfúrico destruye bosques, terrenos y aguas a un ritmo cada vez mayor, hace aparecer el fenómeno de las lluvias ácidas, al combinarse con el agua contenida en la humedad del aire atmosférico y condensarse, afectando la agricultura y provocando otros efectos nocivos donde precipita.

Daño a la capa de ozono: el ozono es una forma de oxígeno O_3 que se encuentra en la atmósfera superior de la tierra. El daño a la capa de ozono se produce principalmente por el uso de clorofluorocarbonos (CFC). La capa fina de moléculas de ozono en la atmósfera absorbe algunos de los rayos ultravioletas (UV) antes de que lleguen a la superficie de la tierra, con lo cual se hace posible la vida en la tierra. El agotamiento del ozono produce niveles más altos de radiación UV en la tierra, con lo cual se pone en peligro tanto a plantas como a animales.

Efectos nocivos para la salud

De acuerdo con publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España (2018), muchos estudios han demostrado enlaces entre la contaminación y los efectos para la salud. Los aumentos en la contaminación del aire se han ligado a quebranto en la función pulmonar y aumentos en los

ataques cardíacos. Niveles altos de contaminación atmosférica según el Índice de Calidad del Aire de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) perjudican directamente a personas que padecen asma y otros tipos de enfermedad pulmonar o cardíaca. La calidad general del aire ha mejorado en los últimos 20 años pero las zonas urbanas son aún motivo de preocupación. Los ancianos y los niños son especialmente vulnerables a los efectos de la contaminación del aire.

El nivel de riesgo depende de varios factores: cantidad de contaminación en el aire, cantidad de aire que respiramos en un momento dado y la salud general. Otras maneras menos directas en que las personas están expuestas a los contaminantes del aire son: el consumo de productos alimenticios contaminados con sustancias tóxicas del aire que se han depositado donde crecen, consumo de agua contaminada con sustancias del aire, y el contacto con suelo, polvo o agua contaminados.

También tiene efectos en la salud, la radiación ultravioleta que llega a la Tierra. La mayor parte de esta, lo hace en las formas (UV-C) (radiación ultravioleta onda corta), UV-B (radiación ultravioleta onda media) y UV-A (radiación ultravioleta onda larga); principalmente en esta última, a causa de la absorción por parte de la atmósfera terrestre. Estos rangos están relacionados con el daño que producen en el ser humano: la radiación UV-C (la más perjudicial para la vida) no llega a la tierra al ser absorbida por el oxígeno y el ozono de la atmósfera; la radiación UV-B es parcialmente absorbida por el ozono y solo llega a la superficie de la tierra en un porcentaje mínimo, pese a lo que puede producir daños en la piel.

Entre los daños que los rayos ultravioleta pueden provocar se incluyen el cáncer de piel, envejecimiento de ésta, irritación, arrugas, manchas o pérdida de elasticidad, así como afecciones a nivel ocular. También pueden desencadenar lupus eritematoso sistémico.

La radiación UV es altamente mutagénica, es decir, que induce a mutaciones. En el ADN provoca daño al formar dímeros de pirimidinas (generalmente dímeros de timina) que acortan la distancia normal del enlace, generando una deformación de la cadena. Los rayos UV son los causantes de las típicas quemaduras por exposición prolongada al sol. En cantidades moderadas puede activar en algunas personas los melanocitos, produciendo una pigmentación marrónácea (lo que se conoce como "bronceado").

Efectos de la generación y consumo de electricidad

Resulta muy apropiado resaltar que la combustión de combustibles fósiles implica, fundamentalmente, la emanación directa de gases tales como el CO₂ (dióxido de carbono), el SO₂ (dióxido de azufre), y el NO₂ (dióxido de nitrógeno). Esto se aprecia particularmente con mayor fuerza en la industria nacional de generación de electricidad principalmente en termoeléctricas. Estos gases provocan una serie de efectos nocivos por mayor concentración de los mismos en la atmósfera de nuestro planeta.

Por otra parte, las líneas de transmisión y distribución eléctrica para transportar la electricidad generada desde las centrales termoeléctricas consumidoras de combustibles fósiles hasta el consumidor final, implica un gasto adicional por las pérdidas que se generan, de modo que la electricidad consumida implica un consumo adicional con el consiguiente aumento de las cantidades correspondientes de emisiones de gases de efecto invernadero.

En la tabla siguiente (tabla 1) se muestran los valores equivalentes de CO₂ emitido a la atmósfera, debido a la cantidad de electricidad consumida directamente por una serie de equipos electrodomésticos de uso más generalizado, en base a determinados indicadores recientes, por cada hora de uso.

Tabla 1. Valores de CO₂ emitido a la atmósfera, en relación con el consumo electrodoméstico de electricidad.

Equipo o dispositivo	Potencia (W)	Gramos/hora de CO₂	Consumo en el mes como promedio	Costo (CUP)
Bombilla incandescente	60	67	Tres bombillas, en 4 horas por 30 días	1,94
Bombilla incandescente de bajo consumo	11	12	Tres bombillas, en 4 horas por 30 días	0,36
Lámpara halógena	300	340	Tres lámparas en 4 horas por 30 días	9,72
Lámpara fluorescente	18 - 36	32 - 64	Tres lámparas en 4 horas por 30 días	0,78 - 1,17
Televisor	80 - 300	890 - 340	Dos horas durante 30 días	0,43 - 1,62
Conjunto de música	55 - 500	62 - 870	Una hora durante 30 días	0,15 - 1,35
Secador de pelo	800 - 2000	904 - 2260	Una hora durante 10 días	0,72 - 5,40
Calentador microondas	700 - 2100	790 - 2373	Una hora durante 30 días	1,89 - 5,67
Lavadora	500 - 3000	565 - 3390	Dos horas durante 8 días	0,72 - 4,32
Aire acondicionado	800 - 5000	904 - 5650	Una hora durante 30 días	2,16 - 13,50
Calentador de agua	1500 - 6000	1700 - 6780	Una hora durante 15 días	2,03 - 8,10
Refrigerador doméstico	200 - 700	164 - 570	Ocho horas	4,32 - 15,12
Congelador/Nevera	300 - 800	244 - 652	Cuatro horas	3,24 - 17,28
Computadora portátil y de sobremesa	80 - 360	90 - 407	Seis horas en cada día por 30 días	1,30 - 4,86

Proyectores modernos	400 – 550	630 - 870	Una hora durante 30 días	1,08 – 1,49
----------------------	-----------	-----------	--------------------------	-------------

Nota. El costo (CUP) está en correspondencia con la política de precios vigente en Cuba, hasta el año 2020.

La energía consumida por cada tipo de dispositivo puede calcularse por:

$$\text{Energía consumida} = \text{Potencia (kW)} \times \text{Cantidad de equipos} \times \text{horas diarias en función} \times 30 \text{ (días)}$$

Y el costo puede calcularse por:

$$\text{Costo} = \text{Energía consumida} \times \text{Precio del kW}$$

Veamos un ejemplo:

Durante tres horas como promedio diario, en una vivienda residencial se utilizan cuatro bombillas incandescentes de 60 W (0.06 kW) en los treinta días del mes por lo que se consumen 21.6 kW h debiendo pagarse \$1.30 ó 1.30 CUP y emitiéndose a la atmósfera 24,120 kg de CO₂. Si se sustituyen estas bombillas incandescentes por bombillas de bajo consumo equivalentes de 11 W (0.011 kW) el consumo de energía sería de 3.96 kW h con un costo de \$0.36 ó 0.336 CUP siendo emitidos 4.324 kg de CO₂. Esta sola acción reduce los gastos domésticos de la familia y en conjunto reduce la necesidad de generación de energía eléctrica en el país y al reducirse la emisión de gases contaminantes se garantiza el cuidado del medio ambiente.

El desarrollo energético sostenible contiene como uno de sus basamentos principales el respeto ambiental, es decir la disminución constante de las emisiones nocivas al medio ambiente. Esto implica el doble compromiso del incremento del uso de las fuentes renovables de energía en paralelo en tiempo espacio al ahorro constante de la energía suministrada a la práctica económica y social, con independencia de la fuente que la genera.

La Revolución Energética continúa por lo que todas las acciones son pocas ante la emergencia energética global.

CONCLUSIONES

La tabla mostrada constituye una herramienta de trabajo para valorar los conceptos del consumo energético de electricidad y su impacto ambiental a través de los indicadores equivalentes de emisión de CO₂ por kW h consumido, lo cual permite profundizar en la concientización energética y ambiental, así como establecer criterios de consumo más racionales y proyectar valores éticos relacionados con acciones concretas para, al mismo tiempo que se promueven tecnologías de consumo más eficientes, contribuir al uso más racional de la electricidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrastía, Á. (2006). Educación científica y energética: importancia para la Revolución Energética en Cuba. La Habana: Editado por Cubaenergía.

Bósques, R., Merino, T. y Fundora, J. (2008). Importancia de la educación científica para la cultura energética y medioambiental. Curso 2. *V Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias"*. Ciudad de la Habana.

CITMA. (1997). Estrategia Nacional Ambiental. La Habana.

CITMA. (1997). Ley 81 del Medio Ambiente, del 11 de julio de 1997. Ciudad de la Habana.

Gil, D., y Vilches, A. (2006). ¿Por qué una Década de la Educación para un Futuro Sostenible (2005-2014)? *IV Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias"*. Llamamiento de Naciones Unidas a todos los educadores. Ciudad de la Habana.

Martínez, E., y Díaz de Mera, Y. (2004). Contaminación atmosférica. *Ciencia y técnica, volumen 45*. Universidad de Castilla, La Mancha. ISBN 84-8427-324-5.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España. (2018). Informe acerca de efectos nocivos de la contaminación atmosférica. Recuperado de http://www.mma.es/portal/secciones/calidad_contaminacion/atmosfera/emisiones/programa_techos.htm.

Spedding, J. (1981). *Contaminación atmosférica*. Editor Reverte. ISBN 84-291-7506-7.

Stanley, M. (2007). *Introducción a la química ambiental*. Traducido por Ivette Mora Leyva. Editor Reverte. ISBN 84-291-7907-0.