
RESUMEN

La Revolución Industrial surgida a partir del año 1760 se caracterizó por la optimización en el uso de los recursos energéticos y comienzo de la producción mecánica de gran escala a través de la invención y empleo masivo de motores a vapor, con ésta se logró un rápido crecimiento y desarrollo económico, pero a su vez dio paso a los desajustes climáticos de origen antrópico que hoy día padece nuestra civilización. Según (CEPAL, 2008), los gases de efecto invernadero generados por la industria durante el último siglo y medio más significativos son el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, siendo el primero el gas más importante con un incremento que va desde un valor preindustrial de 280 ppm hasta 379 ppm en el año 2005, superando su comportamiento natural en los últimos 650.000 años. Aun cuando existe un desajuste climático producto del incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero, existen las opciones técnicas, científicas, políticas y económicas para abordar el problema con miras a su reducción o estabilización, entre algunas de ellas están: diseño y adopción de un marco jurídico específico relativo a la reducción y control de emisiones atmosféricas, la aplicación de impuestos ambientales a las empresas como formas de incentivo, o la adopción de tecnologías verdes capaces de minimizar los efectos adversos y externalidades negativas de la actividad industrial.

Palabras clave: Industria, cambio climático, revolución industrial, gases de efecto invernadero.

ABSTRACT

The industrial revolution that emerged from the year 1760 was characterized by the optimization in the use of energy resources and the beginning of large scale mechanical production through the invention and the massive use of steam engines, with this a rapid growth and economic development, but in turn gave way to climatic imbalances of anthropogenic origin that today our civilization suffers. According to (ECLAC, 2008), the greenhouse gases generated by the industry during the last century and a half more recent are carbon dioxide, methane and nitrous oxide, being the first the most important gas with an increase that goes from a value pre-industrial from 280 ppm to 379 ppm in the year 2005, surpassing the natural behavior in the last 650,000 years. Even when there is a climatic imbalance resulting from an increase in greenhouse gas emissions, the technical, scientific, political and economic options to address the problem with a view to or reduction, among some of them are: design and adoption a specific legal framework relating to the reduction and control of atmospheric emissions, the application of communication media to companies as incentive forms, or the adoption of measures to reduce the adverse and external negative effects of industrial activity.

Key words: Industry, climate change, industrial revolution, greenhouse gases.

Introducción.

El inicio de la actividad industrial como se conoce hoy día tuvo lugar en Europa durante la segunda mitad del siglo XVIII con lo que se denominó la Revolución Industrial. Desde sus primeras etapas ésta se constituyó en factor dinamizador de las economías estatales, lo que ha continuado hasta nuestros días, existiendo consenso al afirmar que la industria representa indisolublemente el aspecto necesario para alcanzar el desarrollo de las naciones del mundo.

Como tantas otras paradojas de la humanidad, la industrialización es necesaria para lograr niveles de vida del primer mundo, lo que es meta común global, sin embargo hemos observado durante los últimos 150 años los cambios y aspectos adversos que el avance industrial ha generado sobre el ambiente y muy particularmente en el cambio de los patrones climáticos, donde resalta la generación de emisiones industriales de efecto invernadero responsables del calentamiento global causante de innumerables desajustes a nivel físico, biológico y poblacional en todo el planeta.

A manera de realizar una breve disertación en torno al tema en comento, se ha efectuado el presente trabajo, el cual inicia con una reseña historia de lo que ha sido el proceso de industrialización, seguida del análisis de los efectos que éste ha generado sobre el clima con base a datos estadísticos de fuentes confiables, para concluir con una serie de propuestas que podrían emplearse como opciones para la minimización o corrección de las emisiones de gases de efecto invernadero como factores desencadenantes del cambio climático.

Método de investigación

A objeto de efectuar la presente investigación se empleó el método descriptivo, realizando revisión bibliográfica de diversos autores, para luego analizar y exponer criterios propios sobre la base de la información reportada y las teorías existentes.

Reseña Histórica de la Revolución Industrial

Al parecer las causas precisas del origen de la industrialización no está perfectamente determinada de acuerdo con diferentes tesis , sin embargo se sostiene que el inicio de la industrialización en Europa, tuvo lugar en virtud de los acontecimientos políticos, económicos y sociales que antecedieron a la Revolución Industrial, por su parte (Hobsbawm, 2003) sustenta que su origen se vincula específicamente al colapso de los sistemas feudales a finales de su existencia durante el desarrollo del siglo XVI, el cual estuvo marcado por una sociedad tradicional europea. Sostiene que para finales de este período tal organización socioeconómica ya había sido considerablemente minada por la existencia de una superestructura de comercio y agricultura de propietarios, lo que produjo a la postre su colapso y desaparición, dando paso a una estructura basada en la economía de pequeños productores locales que a su vez dio lugar a las bases para la futura industrialización.

De acuerdo con (Schwab, 2016) la Revolución Industrial se inicia en 1760, fue desencadenada por la construcción del ferrocarril lo que permitió un rápido y eficiente flujo de bienes y servicios, adicionalmente se dio la invención del motor a vapor lo que incorporó una gran cantidad de energía relativamente económica para transformar insumos en productos

terminados destinados al consumo de las masas, con ello se marcó el comienzo de la producción mecánica.

Según (San Juan, 1993) El surgimiento de la Revolución Industrial tuvo lugar con los sectores de las textileras del algodón y las industrias siderúrgicas, caracterizadas por cobrar lugar ante los talleres artesanales de baja escala, a través de la producción seriada y de menor precio. En esta etapa del desarrollo humano, la producción mercantil se ve ampliada a partir de lo que se denominó la Revolución de los Transportes, basado en la incorporación de la máquina de vapor en los barcos y la construcción de los primeros ferrocarriles. Sectores éstos que desde sus inicios comenzaron a generar externalidades que más adelante se constituirán en factor de atención global. Con este desarrollo, hasta entonces nunca antes visto, los beneficios crecientes representaron la oportunidad de reinversión y conservación de ventajas tecnológicas ante el sistema tradicional predominante para ese momento.

Todo aquel desarrollo tecnológico se caracterizó por la domesticación y manejo de la energía, la cual se trató tecnológicamente para dar lugar a esquemas mucho más eficientes dirigidos a la transformación de recursos primarios. Sin embargo la eficiencia productiva no vino acompañada en esas primeras etapas de la protección del entorno, común fue el escenario donde las externalidades negativas se hicieron presentes, incluida la afectación atmosférica por los gases generados, las cuales hoy día a pesar del desarrollo de tecnologías verdes y la aplicación de medidas correctivas se ha profundizado, generando alta preocupación e incertidumbre para la comunidad internacional con relación sus implicaciones futuras.

Las ventajas competitivas de la producción masiva y bajos costes a partir de la era industrial se vienen incrementando a nivel mundial, se presenta como una oportunidad para

alcanzar niveles de desarrollo y crecimiento económico, se trata de una postura generalizada y globalizada la cual es definida por (De La Dehesa, 2000) como “un proceso dinámico de creciente libertad e integración mundial de los mercados de trabajo, bienes, servicios, tecnología y capitales” (p. 165). Es decir que adicional a ser activa y creciente, es asumida de forma universal con la adición y participación cada vez más creciente de los estados, y con ello sus aspectos bondadosos en simultaneidad y coexistencia con aquellos perniciosos.

Efectos de la actividad industrial sobre el clima

Los estudios realizados en torno al comportamiento e incremento del cambio en el clima se asocia con una serie de causas naturales y fundamentalmente antrópicas, estas últimas vinculadas a la generación de un conjunto de gases causantes del cambio en la composición atmosférica, los denominados Gases de Efecto Invernadero (GEI), los cuales alteran el balance energético producido por la radiación solar que ingresa y sale de la tierra, fenómeno que determina la situación de estabilidad física y natural del planeta.

Entre las actividades que se ha determinado tienen una alta generación de GEI se ubica el sector industrial mundial. Según (CEPAL, 2008), los gases más significativos en cuanto a cantidad y concentración son el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (NO₂), son aquellos que provienen del proceso de industrialización que hoy día existe y que se han generado durante el último siglo y medio. Siendo el dióxido de carbono (CO₂), el gas de efecto invernadero más importante, en la atmósfera ha crecido desde un valor preindustrial de 280 ppm hasta 379 ppm en el año 2005, superando su comportamiento natural en los últimos 650.000 años. La concentración de metano (CH₄) ha mostrado un crecimiento de 715 a 1774 ppb, con lo cual ha superado su margen de variación natural cuyos registros van de 320 a 790

La Industria y sus efectos en el cambio climático Global

Vol. 2, núm. 2., (2018)

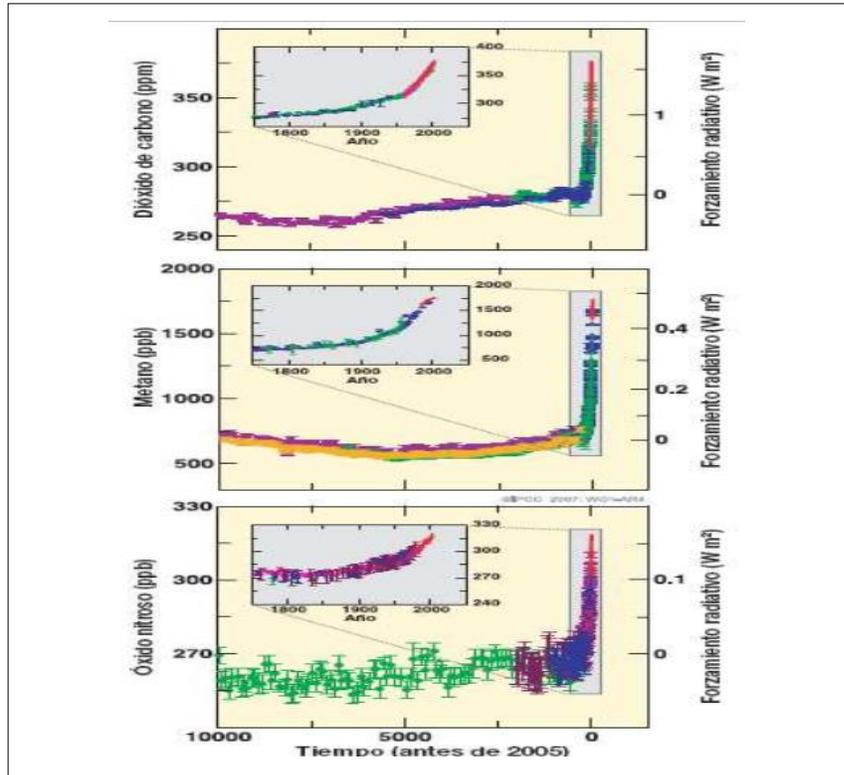
Roberto Olvi Arevalo Moscoso

ppb durante éste período. Con semejante comportamiento se presenta la concentración de óxido nitroso (N₂O), la cual ha aumentado de unos 270 a 319 ppb, sin embargo este último asociado más con la agricultura que a la industria.

En la Figura 1 observamos los registros de los cambios en la concentración de los tres gases ya nombrados. Resalta el abrupto ascenso de la concentración de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso en la atmósfera registrado durante los últimos 150 años, lo que se corresponde con el nacimiento y establecimiento de la era industrial, en un notorio contraste con el comportamiento de variación natural en escalas de tiempo geológico (últimos 10.000 años).

Figura 1. Cambios en los Gases de Efecto Invernadero Según

Muestras de Núcleos. Período 1800 al 2000

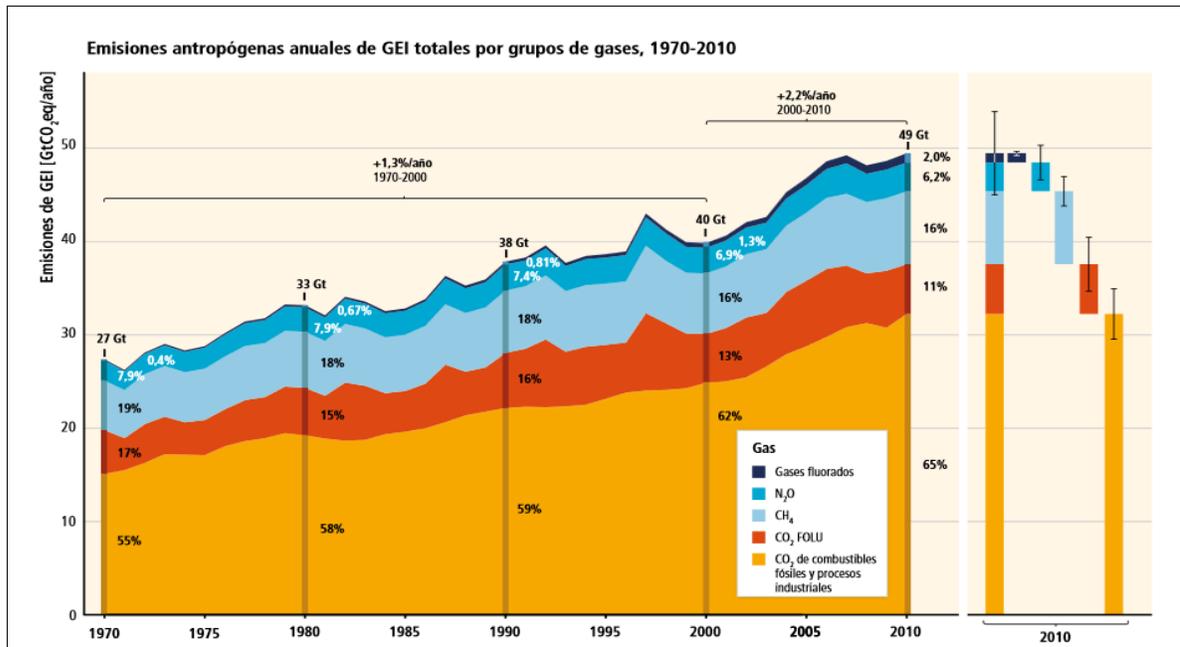


Fuente: IPCC AR4 (2007), Resumen para Responsables de Política, Grupo de Trabajo I. Tomado de CEPAL, 2008.

Más recientemente en el Resumen para Responsables de Políticas en Cambio Climático (IPCC, 2014) se indica que a nivel mundial se ha observado un incremento en la generación de GEI entre el periodo que va de 1970 al 2010, siendo mayores en el último decenio, ello a pesar de la adopción de políticas ambientales, lo que invita al replanteo de acciones. El aumento de los GEI fue de 1.0 gigatoneladas de CO₂, equivalente (GtCO₂eq) (2,2 %) por año período 2000 – 2010, muy superiores al período 1970 – 2000, con valores de 0,4 GtCO₂eq (1,3%) por año. De acuerdo con la Figura 2, los datos más alarmantes se presentaron en 2010 que llegó a valores de 49 (±4,5) GtCO₂eq/año.

Figura 2. Emisiones Antropógenas Anuales de GEI Totales por Grupos de Gases, Período 1970 al 2010

Fuente: (IPCC, 2014).



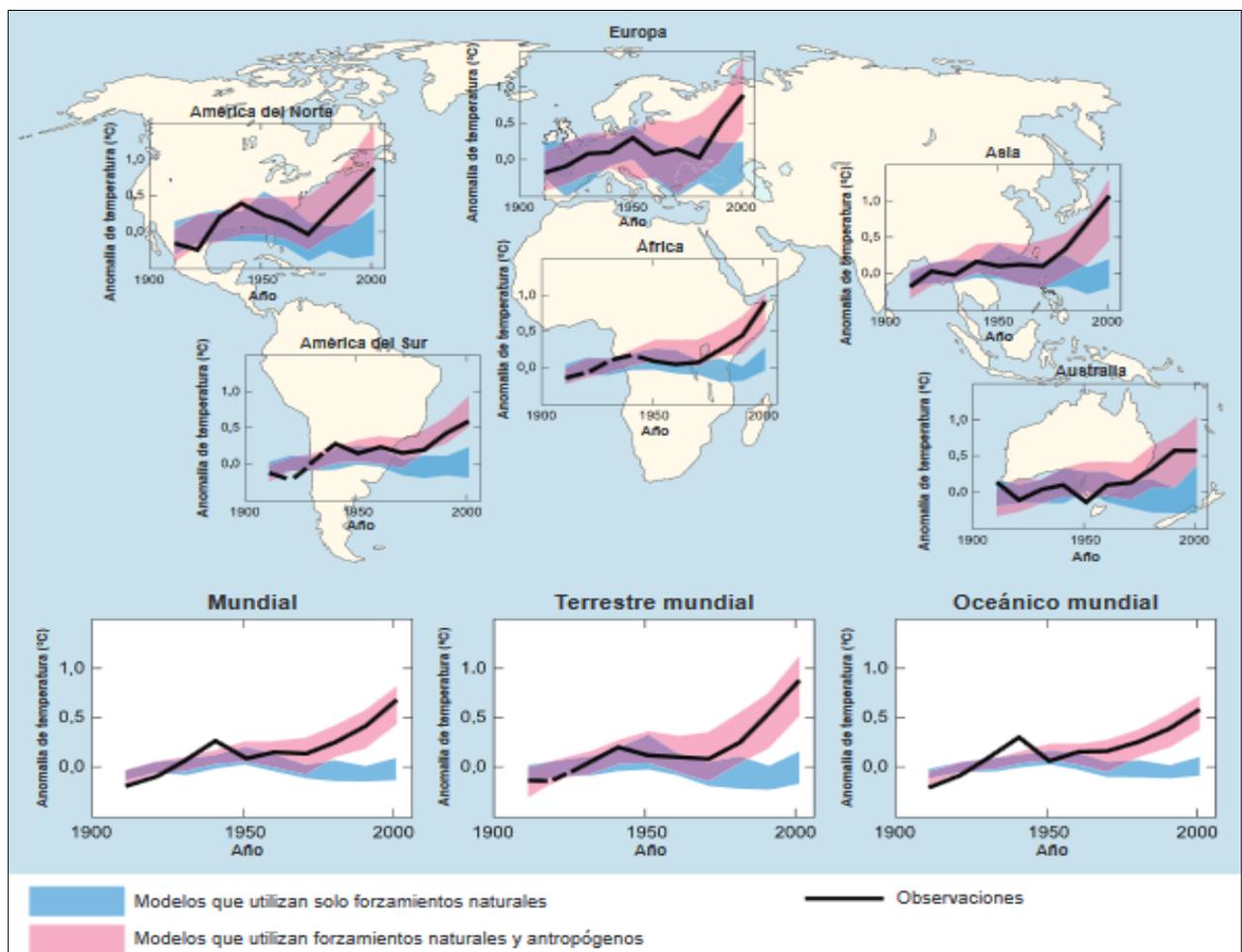
Fuente: (IPCC, 2014).

Resalta en esta investigación que la industria tiene un rol fundamental en los aportes globales de CO₂ con las mayores aportaciones volumétricas para el período comprendido entre 1970 y 2010. Los mismos son producto de emisiones procedentes de la quema de combustibles fósiles y procesos industriales con registros cercanos al 78% del aumento total de las emisiones de GEI; observándose de igual manera aportes porcentuales análogos para el período 2000-2010.

Por otra parte, se evidencia la correlación directa existente entre el desarrollo industrial originado por los países del primer mundo y el incremento de las temperaturas medias anuales debido a los GEI producidos por éstos. En la Figura 3, perteneciente al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático (IPCC, 2007) se muestra los aumentos de temperatura registrados en distintas regiones a escala continental y

mundial con base en las predicciones de modelos que incorporan la contribución antropogénica, es decir, aquellas originadas por la acción del hombre, donde cobra relevancia la actividad industrial. Estas mediciones, señala el informe, confirman el hecho de que el cambio climático originado por las actividades humanas ya está ocurriendo.

Figura 3. Cambios Experimentado por la Temperatura a Nivel Mundial y Continental, Periodo 1900 al 2000



Fuente: Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático (IPCC, 2007).

Destaca el incremento de la pendiente bajo el modelo con forzamiento natural y antropogénico en América del Norte, Europa y el Este Asiático, con incremento aproximado de

1 °C en el periodo 1980 al 2000. Por otra parte, los países del tercer mundo o en vías de desarrollo localizados en África y Sur América presentan niveles más bajos de incremento en la temperatura media anual, siendo de aproximadamente 0,5 °C para el mismo período, lo que conduce a establecer la vinculación entre incremento en la generación de GEI por el suministro de energía primaria, aumento de la expansión demográfica y en consecuencia el incremento en el gradiente térmico mundial. Así mismo, se observa que el aumento de temperatura en el medio terrestre es mayor al medio acuático oceánico, ello por la capacidad de absorción de calor de los últimos y por la existencia de las fuentes de generación de GEI en los primeros.

Qué hacer ante los efectos de la industria frente al cambio climático

Las tendencias y modelos de desarrollo hasta ahora implementados no parecen dar respuesta efectiva a la reducción de los aspectos adversos que ellos mismos generan, poniendo en riesgo nuestra propia existencia como especie. Cada día observamos con mayor preocupación el hecho de que a mayores tasas y magnitud del cambio climático, se hace más costosa la adopción de correctivos, incrementándose a su vez la probabilidad de sobrepasar los límites a la capacidad de adaptación ante los cambios.

La adopción de medidas que coadyuven con la reducción de los GEI, deben ir desde el plano individual al global, pasando por todas aquellas unidades y formas de producción. Su diseño y adopción dependerá de cada lugar y del contexto particular, siendo sumamente difícil asumir medidas específicas de consenso. Sin embargo de forma general se deben realizar esfuerzos en lo que es la meta común, reducir los GEI. Se considera pertinente y necesario realizar propuestas con el ánimo de mejorar la situación, sin que ello pretenda o constituya en

modo alguno limitación al ingenio y necesidad de otros actores, algunas acciones pueden estar encaminadas a los aspectos siguientes:

Diseño y adopción de un marco jurídico específico:

Ciertamente existen tratados internacionales de implicación global (p ej. Convenio de Kioto) que su fundamento se direcciona a la reducción de los GEI, sin embargo cada Estado debe velar por el cumplimiento del mismo, adoptando leyes específicas de ámbito nacional y promoviendo aquellas normas a escala local que consoliden dicho objetivo, es decir, en instancias municipales y parroquiales. Es posible y se debe impulsar el desarrollo de normas específicas en materia industrial asociadas a la gestión, regulación y minimización del riesgo ambiental, incluido el tema de las emisiones atmosféricas.

Aplicación de impuestos ambientales:

Una forma de estímulo para el sector industrial orientada a la reducción de GEI, que resulta definitivamente ético y objetivamente práctico, es la aplicación de los impuestos ambientales, llamados también verdes o pigouvianos. Tales impuestos tienen su antecedente en las teorías económicas desarrolladas por (Pigou, 1920) en su obra titulada “The Economics of Welfare” del que se desprende que dichos impuestos son la resultante del saldo existente entre los costes marginales privados de la empresa y los costes marginales sociales que se generan con las operaciones, lo que compone y se transforma en la externalidad negativa con la cual se calculan las cantidades dinerarias a establecer como tributo especial. Estos pueden ser de aplicación local, estatal o nacional, según sea el caso de interés y la materia específica a regular.

Adopción de tecnologías verdes:

Se hace necesario adoptar técnicas de última generación y se empleen materiales que reduzcan los impactos negativos sobre el entorno, bien sean como insumos o como productos, adoptando métodos e investigaciones en continua evolución, donde se considere la reducción de la generación impactos sobre el medio atmosférico.

De acuerdo con (Fundación OPTI, 2010) al hacer referencia a las tecnologías verdes o limpias señala:

Aquel sector que incluye actividades que producen bienes y servicios para medir, prevenir, limitar, minimizar o corregir el daño ambiental al agua, aire y suelo, así como problemas relacionados con los residuos, el ruido y los ecosistemas. Esto incluye tecnologías, productos y servicios que reducen el riesgo ambiental y minimizan la contaminación y el uso de recursos. (p.13).

La expectativa actual con relación al tema de las tecnologías limpias, va desde los aspectos más básicos como el establecimiento del ahorro energético como postura diaria, hasta la adopción de complejos componentes industriales donde se minimicen los niveles de concentración de contaminantes atmosféricos hasta límites absolutamente inocuos.

Instrumentación de programas de concienciación:

La adición y apoyo a cualquier decisión política, jurídica, económica o ambiental es más llana y eficaz cuando los actores vinculados se hacen sensibles al contexto y las medidas a adoptar. De acuerdo con (Berenguer & Corraliza, 2000) “El origen de muchos de los problemas ambientales, puede relacionarse con pautas del comportamiento humano y de la organización social” (p. 325). En tal sentido, se puede señalar que en gran medida los problemas ambientales,

incluido el tema de la contaminación atmosférica, tienen soluciones comportamentales o actitudinales.

El proceso de concienciación busca concebir la internalización y adopción de posturas desde la cotidianidad, con la convicción debida y la satisfacción propia del que hace lo correcto. Su meta es crear un cambio de paradigma, tanto en las instancias bajas como en la alta gerencia industrial, con miras a franquear la postura pasiva y desinformada dando paso hacia la defensa proactiva.

Conclusiones.

La Revolución Industrial ha permitido los niveles de desarrollo económico y social que hoy día ha experimentado nuestra sociedad a partir de la optimización en el uso de los recursos energéticos y la implementación de la mecanización en nuestras industrias.

A partir del siglo XVIII, con el advenimiento de la Revolución Industrial nuestra civilización comenzó a experimentar cambios profundamente significativos, no solo en el aspecto económico y social de las naciones, sino también la incorporación de profundos y negativos cambios en el ambiente. Las emisiones de los gases de efecto invernadero de las industrias han causado la modificación en los patrones climáticos del planeta.

Los gases de efecto invernadero más significativos por sus impactos adversos en torno al clima son el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (NO₂), siendo el dióxido de carbono (CO₂), el gas de efecto invernadero más nocivo con unos registros que van desde un valor preindustrial de 280 ppm hasta 379 ppm en el año 2005, superando su comportamiento natural en los últimos 650.000 años.

Son múltiples las opciones que desde el punto de vista tecnológico o conductual pueden ser adoptados por la industria para la reducción de la contaminación atmosférica. Es decir que existen opciones estructurales (físicas) y no estructurales (concienciación – gestión) para resolver los efectos adversos producto de las externalidades negativas generadas hoy día por la industria.

Referencias Bibliográficas.

Berenguer , J. M., & Corraliza, J. A. (2000). Preocupación ambiental y comportamientos ecológicos. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 325.

CEPAL. (2008). Energía y cambio climático: oportunidades para una política energética integrada en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile: Impreso en Naciones Unidas.

De La Dehesa, G. (2000). Comprender la Globalización. Revista del Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid, España, 165.

Fundación OPTI. (2010). www.oei.es/savia. Recuperado el 24 de 05 de 2018, de https://books.google.co.ve/books?id=EoqVOHuhzPIC&pg=PA252&lpq=PA252&dq=tecnologia+verde+caracteristicas&source=bl&ots=M2Zf6n82iI&sig=wv8eTi-Iah-Anb4vLthNYMUPRqA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjH79XdhZ_bAhUPrFMKHbwiAAI4FBD0AQgsMAE#v=onepage&q=tecnologia%20verde%20c

Hobsbawm, E. (2003). En torno a los orígenes de la revolución industrial. Madrid, España: Siglo XXI de España Editores, S.A.

IPCC. (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de . Ginebra, Suiza: OMM y PNUMA.

IPCC. (2014). Resumen para responsables de políticas. En: Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EU: Cambridge University Press.

Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*.

San Juan, C. (1993). *Historia de la ciencia y de la tecnología*. Madrid, España: Ediciones Akal, S.A.

Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. España: Penguin Random House Grupo Editorial España.