

00761
x
2uj

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA Y LOS HUECOS
DE OZONO EN LA ANTARTIDA

POR :

CLAUDIA ANGELICA DORANTES HEREDIA

TESIS

QUE PRESENTA PARA OPTAR POR EL

GRADO DE MAESTRIA EN

RELACIONES INTERNACIONALES

DICIEMBRE, 1991

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Primera Parte: La Atmósfera

El introducir un capítulo sobre detalles científicos en un trabajo de investigación del área de Relaciones Internacionales resulta desconcertante. Esta es precisamente una de las formas de contar con mayores herramientas -en inglés "tools"- en el análisis de una problemática como es el caso de los Huecos de Ozono y sobre todo, para entenderla de una manera global y contribuir en la lucha por frenarla.

La comunidad "no científica" puede saber que la deforestación es una moda, que hay cambios en el clima y que el hombre altera los ciclos de carbón y nitrógeno y que las concentraciones de dióxido de carbón aumentaron en un 25%. Si no entiende su significado real -esto es, los efectos producidos por la alteración del medio ambiente, particularmente en la salud y en los sectores económicos- ¿Cómo el representante de un Estado, particularmente en países en desarrollo puede preocuparse por los aspectos ambientales en el proceso de la toma de decisiones? ¿Cómo lo ambiental puede considerarse "prioritario" dentro de la agenda política?

De hecho, sucede lo siguiente: Por una lado, lo relativo a la protección del Medio Ambiente pasa a un segundo plano y el interés por despertar una conciencia sobre la forma en que los cambios drásticos en la Naturaleza alteran las condiciones de vida, se desvanece. Por otro lado, se responsabiliza al representante del país de los "males" producidos. Además, en reportes científicos y eventos relacionados con temas sobre el Medio Ambiente, se observa la tendencia a afirmar que la "solución depende de la esfera política".

Entonces, nosotros especialistas en Ciencia Política, Administración Pública y particularmente en Relaciones Internacionales, al estudiar un problema dentro del ámbito de las ciencias exactas, como es el caso de la contaminación atmosférica, es indispensable entender "científicamente" el contexto donde se produce el fenómeno. Es central no sólo el conocer el juicio sobre un acontecimiento -por ejemplo, el momento en que el CO2 atmosférico pasará a un cierto nivel- sino también, ser capaz de estimar el grado de precisión o aproximación de ese juicio¹

¹ **Changing Climate.** Report of the Carbon Dioxide Assessment Committee, National Research Council, National Academy of Sciences. USA. National Academy Press, 1983, p. 10

En el proceso continuo de defender las fronteras del "campo de acción", los científicos sociales hemos evitado de alguna manera el manejo de los problemas ambientales. Además de un cambio en la percepción de la vida en la Tierra -de acuerdo con Lynton Caldwell- es necesario conocer el "cómo" y el "porque" de la contaminación.²

Por las razones anteriores, se decidió incluir en la primera parte del trabajo, el aspecto "científico" del medio en el que se presenta el fenómeno de los Huecos de Ozono. La fisiología básica del Planeta es alterada de una manera increíble hoy en día. Los cambios en la composición química de la atmósfera, en la diversidad genética de las especies que habitan el Planeta y en el ciclo de químicos vitales, están generándose a través de los océanos, la atmósfera y la biósfera y son únicos en su magnitud y escala. De tal forma que si no se atiende este problema, las consecuencias serán graves e irreversibles.³

²Caldwell, Lynton, International Environmental Policy: Emergence and Dimensions. 2a. ed. USA. Duke University Press, 1991, p. 1.

³Matthews, Jessica, "The Environment and International Security". World Security. USA, 1991, p. 363

1. Características generales de la Atmósfera

Se trata de un término derivado de las raíces griegas *atmos*, vapor, aire y *sphaira*, esfera.

1.1. Composición

La atmósfera, comúnmente llamada "aire", es la capa gaseosa que envuelve a la Tierra. En su descripción se contemplan la distribución de temperatura, presión y densidad del aire. La forman una mezcla de gases, principalmente nitrógeno, oxígeno y argón. También contiene pequeñas cantidades de los gases metano, neón, criptón, dióxido de carbono, óxido nitroso, xenón, helio y ozono, así como proporciones variables de vapor de agua, de amoníaco y de yodo, y polvos e impurezas.⁴

⁴ Helio (He), Neón (Ne), Argón (Ar), Kriptón (Kr) y Xenón (Xe) son considerados gases nobles.

Ruffner, James & Frank Bair, *The Weather Almanac*. 3a.ed., USA. Gales Research Company Book Tower, 1981, p. 216

Composici3n de la Atm3sfera⁵

Gas	Volumen %	Peso %
Nitr3geno (N2)	78,08	75,50
Ox3geno (O2)	20,95	23,10
Arg3n (Ar)	0,93	1,30
Anh3drido Carb3nico	0,03	0,05
Hidr3geno (H2)	0,01	inapreciable

Cada uno de los componentes de la atm3sfera var3a en abundancia desde 78 hasta 0.01 .Mientras el nitr3geno y el ox3geno estan distribuidos en forma homog3nea, el di3xido de carb3n, el 3xido nitroso y el ozono varian considerablemente. La mayor parte de los componentes atmosf3ricos son esenciales para la vida en la Tierra: el Nitr3geno (N2), por ejemplo, es indispensable para la respiraci3n de los seres vivos. Se trata de un gas

⁵Esta composici3n permanece pr3cticamente invariable hasta una altura media de once kil3metros, ya que dentro de ese l3mite, hay movimientos verticales del aire que mezclan el de las distintas capas y mantienen una composici3n homog3nea. Kondrat'ev, K. (ed) *Radiation Characteristics of the Atmosphere and the Earth's Surface* (traducci3n del ruso). Published for the National Aeronautics and Space Administration and the National Science Foundation., USA. Amerinded Publishing, Co., New Dehli, India, 1973, p. 13

inerte y resistente, sólo es fragmentado en elevadas altitudes, donde está expuesto a radiaciones.⁶

El dióxido de carbón es uno de los principales gases de la atmósfera que actúa como regulador de la temperatura: "si la proporción de ese gas disminuyera en un 55%, la temperatura media del aire en la superficie del globo bajaría 4 o 5 grados y los contrastes en las regiones polares y ecuatoriales serían marcados; en cambio, si la proporción se duplicará, la temperatura se elevaría en 7 u 8 grados y los contrastes térmicos en las diferentes regiones se atenuarían grandemente."⁷ El aumento de la concentración de CO₂ afecta el clima porque modifica la relación de equilibrio de calor que existe entre la atmósfera y la Tierra.

Las fuentes y depósitos del Dióxido de Carbón (CO₂) están relacionadas con la vida de las plantas, su solubilidad en el mar y con los procesos industriales. Su período de

⁶El aire está completamente seco cuando contiene 78 de nitrógeno y 21% de oxígeno. Si el vapor de agua aumenta, los gases desaparecen proporcionalmente. Para mayor información consultar Kondrat'ev, K. ob.cit., p. 27 y Ruffner, ob. cit., p. 216

⁷ Changing Climate, ob.cit., p. 270

vida en la atmósfera es de 4 años, lo cual le permite mezclarse con otros gases. Como resultado de la formación de una gran cantidad de dióxido de carbono, por un lado, en la quema de combustible desde mediados del siglo pasado, y por otro, por el alto índice de deforestación, la cantidad de CO₂ en la atmósfera ha empezado a incrementarse.

Asimismo, debido a la absorción del CO₂ en el mar, la concentración natural de CO₂ en la atmósfera es considerablemente menor que la cantidad formada por medios artificiales. Se estima que un 20% del CO₂ atmosférico es artificial en su origen.⁸

El metano (CH₄) se forma en la superficie de la Tierra y sus fuentes son las reacciones biológicas bajo condiciones anaerobias y los procesos geoquímicos e industriales. El metano no ejerce una influencia directa en la atmósfera, es una fuente de hidrógeno atómico a altitudes mayores de 70 kilómetros, donde se desintegra con la radiación ultravioleta.

⁸ Consultar *Changing Climate*, ob.cit., pp. 266-284

1.2. Altura de la Atmósfera

Las observaciones del hombre, a través de cohetes, naves espaciales y satélites artificiales han llevado a concluir que la atmósfera se extiende más allá de la superficie de la Tierra a alturas de miles de kilómetros. Su densidad es constante hasta altitudes de alrededor de 100 kilómetros. Su color se debe a la difusión de rayos azules, al igual que el color del cielo y de las montañas.

1.3. Importancia de la Atmósfera

Debido a la existencia de la atmósfera, es posible la propagación del sonido, la distribución de la luz solar y la protección de la Tierra:

La distribución de la luz solar. Sin la atmósfera, el brillo de los rayos solares sería cegador y los lugares sin iluminación serían completamente oscuros.

La protección de la Tierra. Al actuar como una especie de invernadero, disminuye la intensidad del calor solar e impide su radiación completa. Además, la atmósfera

absorbe la radiación ultravioleta de los rayos solares y por eso la luz solar es más severa en altitudes elevadas que al nivel del mar.⁹

1.4. Capas de la atmósfera de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas

La atmósfera esta dividida en cinco capas, las cuales se denominan: tropósfera, estratósfera, mesósfera, ozonósfera e ionósfera.

1.4.1. Tropósfera

Tropósfera es un término derivado de las raíces griegas tropos, cambio y sphaira, esfera. Es la capa desde la superficie de la Tierra hasta una altitud de alrededor de 11 kilómetros en los Polos y unos 17 kilómetros sobre el Ecuador. Su altura varia con latitudes y estaciones, es más alta en verano que en invierno. La mayor parte de los cambios visibles del clima tienen lugar dentro de

⁹"The atmosphere absorbs a portion of the incident sunlight. It is well-known that sunburns are more severe at high altitudes than at sea levels as a consequence of the absorption by the atmosphere. Part of the visible and infrared solar radiation is also absorbed by the atmosphere." Mc Cormac, BM (ed) Introduction to the Scientific Study of the Atmospheric Pollution. Holland. D. Reidel Publishing Company, 1971, p. 22

esta capa, las inversiones de temperatura generalmente se presentan aquí. En virtud de esta característica, recibe su nombre de tropósfera. El límite superior de esta área se conoce con el nombre de tropopausa, donde la temperatura permanece constante con la altitud. Se trata de una capa muy delgada.

1.4.2. Estratósfera

La siguiente capa superior es la estratósfera, la cual tiene un espesor de 25 kilómetros y alcanza 70 kilómetros sobre el Ecuador. En ella las nubes son escasas y a gran altura presentan en sus bordes los colores del arco iris. La temperatura permanece casi constante, disminuye o aumenta ligeramente con la altura. Aumenta a un máximo en la parte media de la mesósfera y después cae a un valor mínimo en la mesopausa. Los movimientos verticales del aire son débiles, predomina el movimiento horizontal en capas estratificadas, de donde surge su nombre.¹⁰

¹⁰ Si se sube más, la temperatura media aumenta de una manera brusca de acuerdo con la altitud y es ese punto donde se acaba la estratósfera, esto es a una altura media de 35 kilómetros sobre el nivel del mar. Ese límite superior recibe el nombre de estratopausa. Sobre las regiones ecuatoriales, el cambio no es tan drástico, básicamente la temperatura aumenta gradualmente a partir de la tropopausa hasta una altura de 70 kilómetros.

Para mayor información consultar McCormack, ob. cit., p. 17

1.4.4. Ozonòsfera

En la tropòsfera, estratòsfera y mesòsfera se encuentran indicios de ozono. Es en la ozonòsfera en donde se encuentra su mayor abundancia. Esta capa sirve para regular el equilibrio fotoquímico de la atmòsfera.

1.4.5. Ionòsfera

Esta 'capa' empieza en la parte superior de la estratòsfera, a partir de los 100 kilòmetros de altura y se extiende a travès de la mesòsfera y termòsfera. En ella, la materia tiene carga elèctrica debido a los iones de los gases activados por los rayos solares. Al contrario de las otras capas que se comportan como aislantes, es buena conductora de la electricidad. En virtud de esta propiedad filtra la radiaciòn solar que la atravieza y regula la cantidad de la misma que llega a las capas inferiores de la atmòsfera. Existen tres àreas ionosfèricas D, hacia los 100 kilòmetros, E ò de Heaviside-Kennelly, refleja hacia la Tierra las ondas electromagnèticas y permite un largo alcance a las estaciones de radio. F ò de Appletòn, situada a unos 200 kilòmetros de altura. Bàsicamente, la mezcla de

nitrògeno y oxígeno prevalece en la tropòsfera, estratosfera y mesòsfera. ¹¹

1.5. La presiòn atmosfèrica

El aire cuando esta seco deja escapar el calor activàndose la irradiaciòn. Así, el aire se calienta indirectamente por el calor de la Tierra y por eso, las capas màs bajas conservan uniforme su temperatura, mientras en las altas se advierten cambios constantes porque la irradiaciòn es mayor.

La humedad tambièn juega un papel importante. En su distribuciòn -similar a la de la temperatura- intervienen factores como el incremento de humedad por evaporaciòn y el proceso de formaciòn de nubes. En la tropòsfera superior, por ejemplo, tiene una conducta estacional bien definida, el aire en invierno es màs seco en elevadas altitudes que en el verano. La magnitud de la variaciòn de la humedad en la tropòsfera disminuye con la altitud, mientras en las capas inferiores de la

¹¹ The New Encyclopedia Britanica. 15th.ed. USA, 1991, Vol. 11, p. 675 (Micropedia)

estratòsfera se da un proceso inverso. Ademàs, el vapor de agua de la estratòsfera es significativo porque puede afectar la cantidad de ozono, el cual determina el règimen en la estratòsfera y mesòsfera.¹²

¹² Kondrat'ev, ob. cit., pp. 13-19

2. Contaminación

2.1. Antecedentes

Durante la época primitiva, el hombre se vió sometido a las consecuencias derivadas de los cambios ambientales y ecológicos que le obligaban a adaptarse o buscar en otro lugar los medios necesarios para sobrevivir, por lo que, su influencia sobre la biósfera ¹³ fue mínima. En el curso de los años, los pueblos empezaron a alterar el medio natural, primero, con el descubrimiento del fuego y más tarde, con la utilización de instrumentos para el desarrollo de sus actividades y satisfacción de sus necesidades de alimento, vestido, vivienda y defensa, entre otras.

La Revolución Industrial, participó en la alteración del equilibrio ecológico, al introducir en el proceso de producción máquinas y herramientas accionadas mediante fuentes de energía, cuyos efectos de combustión afectaron

¹³"la porción de la Tierra en la cual pueden operar los ecosistemas -esto es, el suelo, aire y agua habitados biológicamente- es designada adecuadamente como la biósfera." Odum, 1977 , p. 15. Citado en Sánchez, Vicente, et. al., Glosario de términos sobre el Medio Ambiente. México. El Colegio de México, 1982, p. 28

al medio ambiente. En esta forma, el desarrollo industrial -junto con la explosión demográfica- originó un elevado nivel de contaminación que alteró las relaciones entre el hombre y su entorno.

Años atrás, el medio ambiente no estaba contaminado en gran magnitud, aún cuando se realizaran acciones sin consideración previa de sus consecuencias sobre la naturaleza, éste se conservaba inalterable. Durante mucho tiempo se manejó la idea de que los recursos no renovables -carbón, petróleo, minerales- eran inagotables y los recursos renovables infinitos. En realidad, los recursos no renovables son inagotables porque cuando empiezan a ser escasos y caros, aumenta la demanda y se fomenta la creación de tecnologías sustitutivas o alternativas. En cambio, los recursos naturales son finitos. Citando el ejemplo de Jessica Mattew¹⁴, si un pez se pesca en cierto límite, será imposible reponerlo. Por lo tanto, estos recursos requieren de mayor atención.

Por ejemplo, América Latina es una región rica en recursos naturales, incluyendo petróleo y minerales,

¹⁴ Mattew, Jessica, ob. cit., p. 365

tierras fértils y bosques, y abundantes fuentes de agua. Sin embargo, existen altos índices de contaminación y degradación ambiental, la cual disminuye su potencial productivo para las generaciones presentes y futuras, amenaza la salud humana y la diversidad de plantas y especies de animales.¹⁵ Las formas más significativas del agotamiento de recursos naturales son la deforestación, la pérdida de especies y la degradación del suelo.¹⁶

En las diferentes etapas de la historia, la biosfera ha sido considerada capaz de asimilar los desechos de la humanidad, los cuales han sido inertes o degradados de manera natural. Hoy en día, con la creciente

¹⁵ World Resources 1990 - 1991. USA. Oxford University Press, 1990, p. 33

¹⁶ La deforestación se da principalmente en los trópicos. Ejemplo de ello son Central y Sudamérica. La pérdida de árboles causa la interrupción del ciclo de nutrientes en el suelo. La degradación del suelo es causada por la sobrecultivación, la erosión y la salinización; disminuye la productividad agrícola. Los patrones de tenencia de la tierra tienen definitivamente una gran influencia en el impacto ambiental. Los latifundios tienen tierras deseables para el cultivo que generalmente son usadas ineficientemente o se les da un uso parcial. Mientras los pequeños propietarios carecen de tierras fértiles, por lo cual aplican diferentes técnicas a fin de obtener el mayor rendimiento posible. Mattew, Jessica, ob. cit., pp. 365-366

industrialización y la explosión demográfica, el número y la complejidad de contaminantes se ha incrementado y la capacidad del medio ambiente físico de asimilar, ha disminuido. De aquí que se plantee la necesidad de adoptar medidas para su control y el despertar de una conciencia sobre el fenómeno.

Hasta mediados del siglo actual, el hombre pensaba que la Tierra tenía una capacidad infinita para asimilar los desechos industriales. Mientras la preocupación por la problemática alcanzó una dimensión inusitada en los países industrializados, a principios de los años setentas, el Tercer Mundo mantuvo frente a ellos una actitud escéptica, por temor a que las medidas que se instrumentaran para proteger el medio natural, frenaran el crecimiento económico de sus países. Todavía en la actualidad, la mayoría de los países en desarrollo destinan el capital disponible en la satisfacción de necesidades básicas de la población, más que invertirlo en la preservación de recursos naturales.

Además, la preocupación por las cuestiones relativas al medio ambiente fue advertida hasta hace poco tiempo, porque el grado de contaminación era muy insignificante

para hacer notables los efectos del fenómeno en los recursos naturales y en el propio ser humano, como lo es hoy en día.

"El hombre se cree dominador de la naturaleza, pero la realidad es menos reconfortante y más aterradora pues la humanidad está precariamente sostenida en una parte insignificante, el Universo."¹⁷

Durante los años sesentas, se originò el movimiento ambientalista como consecuencia de la preocupaciòn de la contaminaciòn. La perspectiva de Thomas Malthus, la Bomba Poblacional de Paul Ehlich y la Tragedia de los Comunes de Garret Hardin, consideraron el crecimiento de la poblaciòn como la principal causa de la degradaciòn ambiental y del agotamiento de recursos. Argumento ampliado por la publicaciòn **Los Límites del Crecimiento** del Club de Roma, la cual desarrollò un modelo generalizado de las tendencias de la poblaciòn, del uso de recursos y la contaminaciòn. Si bièn estos puntos de vista fueron ampliamente criticados, representaron el

¹⁷ Seàra, Vázquez Modesto, **La Hora Decisiva**. Mèxico. Ed. Joaquìn Mortiz & Planeta, 1986, p. 51

primer intento por abordar la problemática de la "crisis" ambiental.¹⁸

A finales de los sesentas¹⁹, después del encallamiento del buque Torrey Canyon en la Costa Sur de Inglaterra, -considerado el mayor derrame petrolero en su época-, y el accidente de la plataforma petrolera en el Canal de Santa Barbara, Estados Unidos, los medios de comunicación empezaron a alertar de los problemas del medio ambiente: resaltaron los derrames petroleros, la contaminación ambiental en las áreas industriales de tráfico de automotores; la presencia de gases letales, la contaminación severa de lagos, ríos, agua, entre otras evidencias del deterioro ambiental.

En Estados Unidos, por ejemplo, la reacción se dió en varias formas. Una minoría tomó el problema de la contaminación seriamente. A partir de ese interés, se

¹⁸Hecht, Susana, "La Evolución del Pensamiento Agroecológico. En Agroecología y Desarrollo. Chile. Clades. Año 1, no. 1, Marzo 1991, p. 8

¹⁹George P. Marsh, Farfield Osborn, Aldo Leopold, William Vogt, Paul Sears and Rachel Carson también manifestaron su preocupación por la conservación de los recursos naturales. Para mayor información, consultar Sprout, Harold y Margaret Sprout, *The Context of Environmental Politics. Unfinished Business for America's Third Century.* USA. The University Press of Kentucky, 1978, pp. 14-21.

publicaron libros y artículos y se crearon organizaciones para informar al público y presionar por una legislación protectora, promover proyectos locales de reciclaje y otras actividades dirigidas a contrarrestar los procesos que afectaban el habitat.

La mayoría admitió la existencia de aire y agua contaminados y otros desordenes ambientales. Sin embargo, insistió en que eran insuficientes para justificar restricciones drásticas que podían reducir ganancias y producir desempleo. Las actitudes predominantes, de hecho, ignoraron y subestimaron el daño presente y las predicciones sobre desastres futuros.²⁰

Básicamente, es en la década de los setentas cuando la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente, celebrada en Estocolmo, Suecia, 1972, contribuyó de manera significativa a la toma de consciencia de la gravedad de la contaminación ambiental. Si tomamos en cuenta la dificultad para llegar a un consenso en las negociaciones internacionales, dada la variedad de intereses, la Conferencia de Estocolmo en ese momento representó un gran avance. Tuvo una participación

²⁰ Ibid., pp. 19-20

de 113 países y sirvió de base para el inicio de un interés global por las cuestiones ambientales.

A nivel internacional, se desarrolló un punto de vista ecológico, diferente a la percepción tradicional del dominio del hombre sobre la naturaleza, cuya apreciación del lugar que ocupa el hombre sobre la biosfera es más realista. Esta nueva perspectiva ha dado lugar a la conjunción del conocimiento científico y de los juicios éticos en políticas públicas y acuerdos internacionales.

Sin embargo, en la década de los ochentas y principios de los noventas, el deterioro ambiental llega a una fase alarmante: uso exagerado de hidrocarburos, destrucción de bosques, agotamiento del uso del suelo, lluvia ácida, invasión de fertilizantes y plaguicidas químicos, el problema de la disposición final de los desechos sólidos, la amenaza del calentamiento climático global, el incremento de las concentraciones de dióxido de carbono, pérdida de la "biodiversidad y destrucción de la capa de ozono.

Por tal motivo, la Conferencia Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo que se celebrará en Brasil en 1992,

representa el reto de apresurar la búsqueda de nuevos mecanismos de cooperación para combatir las causas y frenar los efectos de la contaminación en todas sus manifestaciones.

2.2. Definición

En la mayoría de los diccionarios y enciclopedias, el término "contaminación" se define como el acto de impurificar, o bien la condición de algo viciado, impuro o sucio.

En México, la palabra "contaminación" se define en el Artículo 3o., fracción IV de la Ley General -ya no Federal- del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental²¹, como: "La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico."²²

Es importante destacar que en la Ley Federal de Protección al Ambiente de 1981²³, se especificaba "que

²¹La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente derogó a la Ley Federal de Protección al Ambiente del 30 de Diciembre de 1981, la cual a su vez, abrogó la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental del 12 de Marzo de 1971. Ésta fue la primera Ley que reguló los aspectos relativos al fenómeno de referencia, y sólo se circunscribió a lo relacionado con el aire, las aguas residuales y al suelo de una manera general.

²²Artículo 3o., fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial, el 28 de Enero de 1988.

²³Art. 4o., de la Ley Federal de Protección al Ambiente de 1981 y art. 4o., del Decreto por el que se reformaron, adicionaron y derogaron diversas disposiciones de la Ley Federal de Protección al Ambiente. Diario Oficial, 27 de Enero de 1984.

perjudiquen o resulte nocivo a la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna o degraden la calidad del aire, del agua, del suelo o de los bienes y recursos en general." Ahora, la nueva Ley lo sustituyó por la frase "cause desequilibrio ecológico". Es decir, "La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;"²⁴

Esto tiene riesgos. Primero, en cuestión de Leyes debe quedar perfectamente claro lo que quiere reglamentarse, a fin de evitar futuras 'interpretaciones'. Segundo, el término ecológico es de edición reciente y aún existe discusión sobre lo que contempla y por tanto, resulta ambiguo. Tercero, al emplear los verbos "alterar y afectar negativamente", desaparece la fuerza de lo que significa "perjudicar o resultar nocivo".

La misma Ley entiende por contaminante "Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua,

²⁴ Artículo 30, fracción IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural;"²⁵

En la Ley Federal de Protección al Ambiente de 1981 - abrogada - en su artículo 4o. al definir "contaminante" indicaba "toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos y biológicos, así como toda forma de energía térmica, radiaciones e ionizantes, vibraciones o ruido, ..." Esta definición, como puede observarse era más detallada a diferencia de la actual y, además, se destacaba "afecten la salud humana".

En general, por contaminación puede entenderse la introducción de sustancias o energía, a un medio que afecta la vida del hombre, su salud o sus recursos, y por consiguiente, un contaminante es la sustancia que pone en peligro o daña al hombre o a sus recursos.

²⁵Artículo 3o., fracción V de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

3. La Atmòsfera, un medio en donde se presenta la contaminación.

El aire, el suelo y el agua son medios en los que se presenta el fenómeno de la contaminación. Dentro del aire, la alteración del espacio atmosférico ocupa un lugar importante en las preocupaciones de la sociedad internacional y en particular, en los Estados que sufren sus efectos.

Las concentraciones progresivas, la combinación de las sustancias y desechos y el uso de tecnologías obsoletas, entre otros factores, provocan desequilibrios y alteraciones en su composición de una manera significativa, lo cual repercute en la vida humana, en la fauna y en la flora, en la economía e incluso, en el turismo de los países: "cada vez somos más conscientes de que los países industriales tecnológicamente adelantados están agotando los recursos minerales y energéticos no regenerables que están a nuestro alcance, destrozando el equilibrio ecológico, contaminando el aire y el agua, perturbando el clima, estropeando la

estructura genética humana.²⁶

En la actualidad, nuevas ideas y acontecimientos surgen en torno a la atmósfera. Se ha avanzado en el estudio de este sistema dinámico, donde tienen lugar reacciones químicas, transporte de diferentes materiales, transformaciones físicas y encuentros de procesos naturales y de actividades humanas.

Hace dos o tres décadas, se consideraba muy general la explicación de los movimientos y reacciones químicas en la atmósfera. Cuantitativamente, sólo se conocían las concentraciones de nitrógeno (N₂), oxígeno (O₂), gases nobles, dióxido de carbono (CO₂), agua en la tropopausa y ozono (O₃) en la estratósfera. En 1950, fueron detectados los gases metano (CH₄), óxido nítrico (NO), monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂). En base a la información existente sobre el espectro solar, se especulaba sobre la importancia del ozono estratosférico (O₃) en la protección contra los rayos solares ultravioleta. También, se identificó la influencia del dióxido de carbono (CO₂), del vapor de agua y del ozono en

²⁶ En Berrat, Brown Michael, et. al., (eds)., *Recursos y Medio Ambiente: una perspectiva socialista*. España. Ed. Gustavo Gilly, 1978, pp. 11-12

el clima y en la dinámica de la atmósfera, sin embargo no se entendía muy bien. La capa cercana a la Tierra era vista como un flujo de transporte de humedad y calor, y de los contaminantes de las ciudades e industrias. Entre 1960 y 1980, los estudios relativos a la prueba de armas nucleares y el uso de técnicas radioquímicas, permitieron avances en este campo y la perspectiva de la atmósfera como un sistema químico, cambio.

El progreso ha sido rápido y acelerado. Ahora se entiende su proceso de desarrollo y también se ha detectado la capacidad del hombre de alterar el espacio atmosférico. Asimismo, se ha empezado a argumentar sobre las consecuencias de esas modificaciones en los ciclos biológicos y químicos y en el sistema básico de vida del Planeta.

En los 90's, el impacto sobre la Naturaleza es un hecho y las áreas afectadas por el fenómeno de la contaminación son grandes y están aumentando.²⁷ Ejemplos notables son:

²⁷Para mayor información, consultar **Global Tropospheric Chemistry: A plan for action.** USA. National Academy Press, 1984, pp. 3-8

- el fenómeno de la lluvia ácida con sus manifestaciones regionales y hemisféricas,
- las alteraciones de la capa estratosférica de ozono y su fotoquímica²⁸,
- los efectos potenciales de las crecientes concentraciones de dióxido de carbono y varios gases raros, cuyas fuentes están directa e indirectamente bajo el control humano,
- las alteraciones de los ciclos nutrientes que tienen componentes atmosféricos significativos, como son el carbono, el nitrógeno y el sulfuro,
- la modificación de la propiedad radioactiva de la atmósfera por partículas de aerosoles.

²⁸ Causada por las emisiones de clorofluorocarburos, clorocarburos, óxidos de nitrógeno, inyecciones de óxido nitroso, por las pruebas nucleares y la aviación estratosférica.

3.1. Agentes Contaminantes

Como puede observarse, los contaminantes son muy variados, éstos pueden ser de origen químico, físico y biológico. Sus efectos van desde la alteración del color y temperatura en el agua, hasta la disminución del oxígeno, la destrucción del plancton, desarrollo de organismos infecciosos, problemas de toxicidad, radioactividad, alteración de la dinámica de la atmósfera y variaciones en el clima.

Los contaminantes químicos tienen su origen en sustancias orgánicas e inorgánicas. Entre los de mayor riesgo están el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nítrico y los aerosoles, particularmente los clorofluorocarburos.

Los contaminantes físicos son color, temperatura, materia suspendida, espuma y radioactividad. En los biológicos se incluyen bacterias, virus, parásitos y toxinas vegetales que son perjudiciales debido a su naturaleza, abundancia o concentración.

3.1.1. Metano en la Atmósfera

El más abundante de los hidrocarburos, el metano -frecuentemente llamado gas natural-, cada vez aumenta en la atmósfera. El número de animales rumiantes de granjas y la expansión de la producción de arroz contribuyen a su crecimiento. Otras actividades biológicas como la destrucción de la madera por las termitas, y la posible fuga de la explotación y uso de fósiles también contribuyen al aumento de metano en el aire.²⁹

Se trata de un absorbente de radiación en la "ventana" atmosférica. El duplicar su concentración causaría un incremento en la temperatura total de la superficie de 0.41°C.³⁰

²⁹Changing Climate, ob. cit., pp. 25 y 286

³⁰ Ahora, el metano es añadido a la atmósfera a una tasa entre 0.5 y 1.0 gt por año. Ibid., pp. 252-253

3.1.2. Aerosoles Atmosféricos

En meteorología, el nombre "aerosol" es dado a partículas de sustancias sólidas o líquidas suspendidas en el aire. Los aerosoles naturales están formados por sulfatos, aerosoles marinos y polvo, pueden incrementarse por las actividades agrícolas e industriales, así como por la desertificación.³¹ Entre los aerosoles naturales están la sal de la brisa del mar, el polvo mineral, la ceniza de las erupciones volcánicas y partículas orgánicas de plantas.

Los aerosoles estratosféricos consisten principalmente de ácido sulfúrico. Ambos son una fuente potencialmente significativa de variación climática. Sus efectos de radiación dependen de su composición, tamaño y distribución total y vertical. La vida puede ser determinada por el equilibrio de su producción y pérdida. El aumento de sulfatos troposféricos llevarían a un congelamiento global.³²

³¹ Kondt'ev, ob. cit., p. 28

³² Ibid., p. 38 y Carbon Dioxide, ob. cit., pp. 37-38

Las erupciones volcánicas naturales a través de la historia han sido consideradas como la fuente primaria de aerosoles en la estratósfera, por la inyección directa de grandes cantidades de gases y ceniza. El efecto climático de las erupciones volcánicas, en general, depende de la composición química de los aerosoles inyectados en la estratósfera y en particular, en la cantidad de sulfato contenido.³³

Los aerosoles estratosféricos, los cuales persisten pocos años después de las erupciones volcánicas, pueden producir una reducción sustancial en la temperatura de la superficie de la Tierra. Las principales fuentes de aerosol en la atmósfera son las siguientes:

- polvo cósmico y productos de combustión meteorita,
- polvo volcánico arrojado en la estratósfera inferior durante la erupción,
- aerosol de origen fotoquímico,
- aerosol de origen natural, terrestre o marino
- aerosol de origen artificial (polvos industriales y productos de combustión)³⁴

³³ Changing Climate, ob. cit., p. 340

³⁴ Kondt'ev, ob. cit., p. 40

El proceso fundamental de la distribución de aerosol en la atmósfera se da a través de:

- la difusión turbulenta de partículas de aerosol,
- la precipitación de partículas de aerosol,
- la condensación de vapor de agua en partículas de aerosol,
- el lavado de aerosol ³⁵

Los aerosoles estratosféricos influyen en la reducción de la temperatura de la superficie y en la variación climática natural observada, afectan los componentes de la radiación de la Tierra. El aumento de los aerosoles troposféricos puede influir también en las propiedades ópticas y modificar la radiación a través de las nubes.

El equilibrio entre los componentes solares y los térmicos de la radiación puede ser alterada por el rango de aerosoles estratosféricos. Ello generaría enfriamiento o calentamiento de la atmósfera inferior.

En los últimos años, análisis químicos y ópticos del Ártico indican que durante la primavera y principios del

³⁵Ibíd., p. 40

verano, las partículas de niebla contienen una alta concentración de carbón grafito. Esto significa que se da una influencia en el clima de la región. Sin embargo, cabe subrayar que si bien las variaciones de los aerosoles estratosféricos dependen de la actividad volcánica y contribuyen a los cambios naturales del clima, aún no se determina con precisión el impacto de esos cambios.³⁶

Los aerosoles son transportados a grandes distancias en la atmósfera. Estos pueden ser llevados miles de kilómetros sobre los océanos, desde sus fuentes continentales. Por ejemplo, una fracción considerable de aerosoles en el Noroeste de Estados Unidos y Canadá, proviene de fuentes de la parte central de Estados Unidos. La composición de los aerosoles en el Ártico indica que las partículas de sulfato son una mezcla de las de Europa y Asia.³⁷

³⁶ Consultar *Changing Climate*, ob. cit., pp. 273 y 340.

³⁷ Se trata de interpretaciones basadas en estudios meteorológicos y trayectorias simuladas en computadoras. Consultar Prospero, J.M. "Aerosol Particles" *Global Thropospheric*, ob. cit., pp. 136-137

3.1.3. Dióxido de Carbón (CO-2)

Los científicos han manifestado que los cambios ligeros en la composición química de la atmósfera podrían ocasionar variaciones climáticas. Su enfoque se basa particularmente en la liberación mundial de dióxido de carbón (CO-2), como resultado de la quema de carbón, petróleo y gas, y de los cambios en el uso de la Tierra y de la destrucción de los bosques trópicos.

El CO-2, junto con el vapor de agua, el ozono y una variedad de otros componentes, es un factor clave en la determinación de la estructura térmica de la atmósfera. Al aumentar su abundancia, se produciría una mayor radiación solar en la superficie de la Tierra y el calentamiento de la tropósfera inferior. Esto, a su vez, provocaría cambios en la distribución de la temperatura, la lluvia, la evaporación y la humedad del suelo.

Si bien, las consecuencias del incremento de la emisión de CO-2 y de otros gases de efecto invernadero han sido estimadas, a través de simulaciones en computadoras, en la mayoría de los casos se prevee un aumento de la temperatura global entre 2 y 5°C, la elevación del nivel

del mar de 30 a 100 centímetros y la alteración del clima en los próximos años.³⁸ Es importante subrayar que estos cambios también representan una amenaza económica y social para el bienestar humano, por sus efectos en la productividad agrícola y en las reservas de agua, entre otros.

El efecto invernadero no es algo nuevo. Cientos de millones atrás, fue un factor que influyó en el proceso que hizo habitable nuestro planeta. A diferencia de ese tiempo, ahora el efecto de ese gas representa una seria amenaza para el hombre. A continuación se da una breve -elemental- explicación de este fenómeno, a fin de entender mejor la preocupación por evitarlo.

El calor de la Tierra se debe a la radiación solar que recibe, a través de la atmósfera. En el caso del efecto invernadero -llamado así porque es un proceso de calentamiento-: la atmósfera es una especie de "cristal" que al permitir la penetración de la luz solar y evitar su salida, produce el calentamiento del propio "cristal" y de la Tierra. Esto, sumado a la radiación de calor de

³⁸"Carbon dioxide emissions and global warming" Resources for the Future. USA. Spring 1991, No. 103, pp. 2-5

las plantas y de la Tierra, el cual también queda atrapado, ocasiona un incremento considerable en la temperatura.

Cuando la radiación solar calienta la atmósfera de la Tierra, 35-50% es reflejado en el espacio y el 10-20% es reflejado en el espacio y el 10-20% es absorbido por esta capa que envuelve la superficie terrestre. La mayor parte de la radiación ultravioleta es absorbida en la atmósfera por nitrógeno, oxígeno y ozono, principalmente en la capa estratosférica. Es importante recordar que la radiación ultravioleta intensa es perjudicial para los organismos vivos; aquella que alcanza la superficie terrestre produce quemaduras y cáncer en la piel, entre otras causas.³⁹

La concentración de CO-2 en la atmósfera ha variado con el tiempo. Se estiman 200 ppv (partes por millón de volumen en el último período glacial, hace unos 18,000 años. La comunidad científica considera que el aumento de este gas se dió a principios del Siglo XIX, con la Revolución Industrial en Europa, cuya tasa de CO-2

³⁹Para mayor información, consultar Gribbin, John, **Carbon Dioxide, Climate and Man**. GB. International Institute for Environment and Development, 1981, pp. 5-7

fluctuaba entre 250 y 295 ppmv. Actualmente los expertos difieren en la cantidad exacta del incremento y en las proporciones correspondientes a la quema de combustibles y al efecto de la deforestación.⁴⁰

Las fuentes potenciales más grandes de las emisiones de dióxido de carbono -creadas por el hombre- son los combustibles fósiles, especialmente las reservas abundantes de carbono. Las emisiones anuales de estos combustibles se estimaron en 5.22×10 toneladas de carbono para 1980 y 5.5×10 toneladas para 1988.

Alrededor de un 40% de las emisiones de CO-2 en 1980, se atribuyó a la deforestación en América Latina: 20% en Brasil, 7% Colombia, 3% Perú, 3% Ecuador y 2% México. En 1981, los Estados Unidos participaron con una cuarta parte de las emisiones mundiales de combustibles fósiles. Hacia 1985, los países en desarrollo, China y Asia Comunista representaron el 27% de las emisiones de origen industrial. Para 1987, América Latina contribuyó en un 56% de las emisiones globales de Co-2 causadas por

⁴⁰Changing Climate, ob. cit., p. 5-6, 14, 27, 267 y 270. & Gribbin, ob. cit., p. 10

cambios en el uso de la Tierra y 16.7% de las emisiones mundiales de CO-2.⁴¹

⁴¹Nuestra Propia Agenda. BID/PNUD. 1990, p. 43

Deforestación en América Latina y el Caribe

1980-1989

Región	Tipos de bosque	Superficie (1000's ha)	% anual promedio
Sud América	Denso	3.353	0,51
	Abierto	1.293	0,63
	Total	4.646	0,54
América Cen- tral y México	Denso	1.070	1,60
	Abierto	20	0,00
	Total	1.090	1,60
El Caribe	Denso	10	0,50
	Abierto	X	X
	Total	10	0,50

Fuente: World Resources 1990 - 91: A guide to the global environment. USA. Oxford University Press, 1990.

La contribución total de CO-2 al calentamiento global es estimada en 50% de todos los gases de efecto invernadero, emitidos en la atmósfera:

Contribución al Calentamiento Global 1980 - 2030

	CO-2	Metano	Ozono	Oxido Nitroso	CFC	% por sector
Energía						
Directo	35	3	X	4	X	42
Indirecto		1	6	X		7
Deforestación						
	10	4	X	X	X	14
Agricultura						
	3	8	X	X	X	13
Industria						
	2	X	2	X	20	24
% por gas						
	50	16	8	6	20	100

Fuente: World Resources 1990 - 91, ob. cit. Se trata de estimaciones por sector y gas.

El Dióxido de Carbón es un importante sustrato para la fotosíntesis y por ello, el aumento de su concentración, puede afectar en forma directa el crecimiento de plantas y las cosechas. En el caso de Estados Unidos, por ejemplo, la perspectiva sobre la agricultura en las próximas décadas señala que si el clima cambia por el CO₂ inducido, se alterarían los cultivos, se modificaría la variedad de los mismos y cambiaría la estructura de la economía agrícola.

Además, se indica que mientras los efectos del aumento de CO₂ y del calentamiento climático en la agricultura, serán relativamente de menor alcance en Estados Unidos que en aquellos países que no cuentan con una infraestructura agrícola adecuada, o flexibilidad desde una inversión de capital en la agricultura, transportación rural, sistemas de crédito agrícola, seguro de cultivo y sistema de mercado. Se prevee que la agricultura por irrigación será la más afectada.⁴²

Por tanto, la relación entre el incremento de dióxido de

⁴²Para mayor información consultar *Ibid.*, pp. 36 y 45 & *Carbon Dioxide and Climate. A second Assessment.* National Research Council. USA. National Academy Press, 1982, p. 35

carbón atmosférico y los cambios en el clima, representa un punto importante que requiere de atención.

3.1.4. Gases Raros

El interés sobre las actividades humanas relacionadas con la liberación de los gases diferentes al dióxido de carbón, conocidos como gases raros, gases NO-CO-2 o gases de efecto invernadero -"greenhouse" gases-, también se ha manifestado. Además del CO-2, la concentración de gases raros, tales como el óxido nitroso, el metano, el ozono y los clorofluorocarburos, pueden tener efectos significativos en la variación del clima.

Al alterar la abundancia de estos gases atmosféricos que absorben la radiación solar, pueden fortalecer o contrarrestar el calentamiento producido por el CO-2. Estos gases tienen una composición heterógena, como es el caso del ozono. Al aumentar su abundancia, provocan un calentamiento y a su vez, la temperatura cambiara en relación al comportamiento de la distribución vertical de los gases. La cantidad de los gases raros puede ser modificada :

- como consecuencia de la emisión directa de gas en la atmósfera, como es el caso de los clorofluorometanos;
- como resultado de la emisión de gas, a través de la interacción química atmosférica;
- al aumentar las emisiones de dióxido de carbón, se aumenta la cantidad de metano y ozono estratosféricos, los cuales son considerados gases de efecto invernadero -"greenhouse gases"-;
- debido a los cambios de la biósfera, causados por el calentamiento de CO-2;
- debido a la temperatura atmosférica modificada y a la concentración de vapor de agua, resultante del incremento de CO-2 atmosférico, el cual produce cambios en la química atmosférica y por tanto, en la abundancia de los gases raros. ⁴³ Las emisiones de estos gases, con propiedades radioactivas, pueden ser químicamente mezclados con otros gases.

⁴³ Para mayor detalle consultar *Changing Climate*, ob.cit., pp. 264 y 275-286 & *Carbon Dioxide*, ob. cit., pp. 34-36

Segunda Parte: Los Huecos de Ozono en la Antártida

Investigaciones científicas en la Antártida, descubrieron un "hueco" en la capa estratosférica de ozono. Si bien existen diferentes puntos de vista sobre las causas reales de esta disminución, se ha despertado el interés mundial sobre el fenómeno. Asimismo, se realizan diversos esfuerzos para probar la relación entre la presencia de clorofluorocarburos (CFCs) en la estratosfera y el proceso de disminución de ozono.

El fenómeno de los Huecos de Ozono en la Antártida, conocido en los noventa como la reducción de ozono -en inglés, ozone depletion-, no es sólo una manifestación real y grave de la habilidad del hombre para alterar su medio ambiente. También, representa un fenómeno que trasciende las fronteras y rebasa el concepto de soberanía nacional.

Se trata de un problema mundial, el cual requiere de una solución global. Hoy en día, la población es menos dependiente de las variaciones de la temperatura que las generaciones primitivas. Sin embargo, el tema del clima siempre influye en los sistemas mundiales y en la

seguridad de los actores internacionales. Por ejemplo, un enfriamiento general en una región determinada o el incremento de lluvia ácida o un desastre natural puede ser responsable de migraciones y de la agudización de una crisis económica, entre otros factores.

Por eso, el fenómeno de los Huecos de Ozono, de acuerdo con Stephen Walt⁴⁴, debe ser visto como una amenaza a la seguridad mundial, a diferencia de la propuesta de algunos autores -entre ellos, Jessica Matthews⁴⁵ de ampliar el concepto de seguridad para incluir los temas relativos al Medio Ambiente. Es un concepto que tiene diversas interpretaciones y se aplica a varias áreas⁴⁶, sin embargo, los problemas ambientales no son producto de un conflicto. Por el contrario, llevan a una situación de alarma, la cual requiere de atención para frenarla y evitar así la amenaza a la "calidad de la vida" y el bienestar humano.

⁴⁴Walt, Stephen, "The renaissance of security studies". *International Studies Quarterly*. USA. Junio 1991, Vo. 35, No. 2, p. 213

⁴⁵Matthews, Jessica, ob. cit., p. 362

⁴⁶Consultar Haftendorn, Helga, "The security puzzle: Theory building and discipline-building in international security". *International Studies Quarterly*, ob. cit., pp. 1-5

Mientras aumenta la capacidad de las sociedades para modernizarse, también crece la complejidad y la urgencia por resolver los problemas ambientales que enfrentan. La llamada "crisis ecológica" es causada por la combinación de una gran variedad de condiciones físicas y sociales. Por un lado, la escasez de recursos naturales, su conservación y la satisfacción de necesidades básicas y por otro, la explosión demográfica, la rápida industrialización y los cambios tecnológicos, restan importancia a la protección del medio ambiente.⁴⁷

Por ejemplo, la velocidad de las tasas de crecimiento de la población es determinante en el nivel de la degradación ambiental. Las prioridades en las políticas gubernamentales de América Latina, África y Asia contrastan enormemente con la de los países industrializados. Si los países en desarrollo destinan los ingresos para la satisfacción de necesidades básicas, restan importancia al consumo excesivo de energía y a la producción de emisiones y desperdicios; las posibilidades de un medio ambiente limpio y con abundantes recursos naturales, se limita.

⁴⁷Para mayor información sobre el término "Crisis Ecológica", consultar Meek, Roy y Straayer, John (eds), *The politics of neglect: The environmental crisis*. USA. Houghton Muffin Co., 1971, pp. 8-46

Además, si se suma el hecho de justificar esa actitud de los países en desarrollo con el repetido argumento de: "Nuestra capacidad para abordar urgentes problemas sociales y ambientales se encuentra restringida por el despilfarro económico y por la mala administración del pasado. Nuestros países, en su mayor parte se encuentran agobiados por deudas onerosas y la necesidad del servicio de las mismas contribuye a los enormes déficits presupuestarios, estimula la inflación, socava la confianza de los inversionistas y -donde es preciso obtener divisas fuertes para el servicio de la deuda- distorsiona la economía."⁴⁸ Entonces, el costo de "sustitución" de recursos y servicios naturales será muy alto, entre otros factores. Por eso, se habla de una amenaza a la seguridad mundial.

A continuación, se analiza el fenómeno de los Huecos de Ozono. Se incluyen las características del área geográfica donde se manifiesta este fenómeno, la importancia del ozono en la capa de la estratosfera y el papel de los Clorofluorocarburos (CFCs) en su reducción, así como las consecuencias de ello.

⁴⁸"Diálogo del Nuevo Mundo sobre Medio Ambiente y Desarrollo en el Mundo Occidental". **Facto para un Nuevo Mundo**. World Resources Institute. USA. Octubre 1991, p. 6

1. Aspectos generales del Antártico

El Océano Antártico es una zona de grandes profundidades, constituida por tres cuencas con fondos de 5,000 a 6,000 metros, cuyos límites con los océanos Atlántico, Indico y Pacífico están comprendidos entre los 50o y 60o de latitud sur. Las cuencas mencionadas son: Atlántico-Antártida, Indico - Antártida y Pacífico - Antártida.

Abundan los mares costeros, como el de Ross, el de Amundsen y el Bellingshausen. El área de este océano se caracteriza por un régimen de altas presiones y temperaturas uniformes debido a la continuidad marítima y a la regularidad de la circulación de vientos y corrientes marinas que tienden a dar la vuelta a la Tierra. Las temperaturas son muy bajas, determinadas por la latitud y por la acción refrigerante de los hielos flotantes.

Otra característica es la estratificación térmica de las aguas. Las más cálidas y saladas de los océanos vecinos penetran bajo las aguas frías del Antártico, dando lugar a una capa de agua con temperatura superior a 0o Sur, y la Antártida de los hielos permanentes. En la primera

domina la variedad oceánica del clima polar, la inexistencia de una estación cálida limita las posibilidades de vida humana.

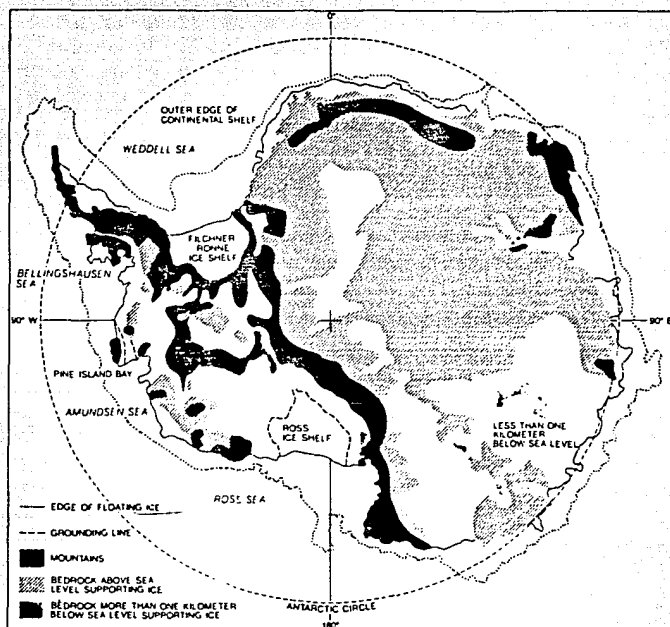
La agricultura es sólo posible en las Islas Malvinas, donde algunos años madura la cebada. El principal recurso es la pesca de la ballena, que abunda en dicho mar a causa de su riqueza en plactòn y que representa el 60% de las capturas mundiales.⁴⁹

El Continente Antártico es administrado por un r̀egimen de cooperaciòn multilateral, conocido como El Sistema del Tratado Antártico (STA). Su finalidad principal es la protecciòn del medio ambiente y la conservaciòn de los recursos. En la pr̀actica, se considera que el STA se ha enfocado m̀as en reglamentar la explotaciòn de esos recursos, que en protegerlos⁵⁰.

⁴⁹The New Enciclopedia Britannica. 15ed. USA. Vol. 1, p. 439, (Macropedia)

⁵⁰Nuestra porpia agenda, ob. cit., p. 47

Posible desintegración del Antártico Occidental



La capa de hielo del Antártico Occidental descansa sobre montañas. Se considera inestable porque la mayor parte está sobre rocas bajo el nivel del mar. La desaparición del hielo sobre el nivel del mar aumentaría el océano mundial de 5 a 6 metros. Fuente: Revelle, Roger, "Carbon Dioxide and World Climate". Scientific American. USA, 1982. En Changing Climate, ob. cit., p. 441

En Junio 1-2, 1982, un grupo de expertos se reuniò para discutir las implicaciones del CO-2 inducido en los cambios climáticos en el àrea de los hielos flotantes en el este oceàno y se considerò una posible desintegraciòn de la capa de hielo del Atlàntico Occidental: Si la capa de hielo que cubre el Antàrtico Occidental fuera a "colapsarse", liberarìa cerca de dos millones cùbicos de kilomètros de hielo antes de que la mitad del hielo restante comenzará a flotar.

La capa de hielo del Antàrtico Occidental podria desaparecer por el impacto del calentamiento de CO-2 inducido en 200 años. Si se mezcla la parte del hielo y la expansiòn tèrmica de los oceànos, puede llevar a un aumento de alrededor de 70 centímetros en el nivel del mar total, en los pròximos 100 años.⁵¹

Muchos procesos pueden causar un cambio aparente en el nivel del mar en cualquier ubicaciòn. Ellos incluyen el levantamiento local o regional de la tierra; los cambios en la presiòn atmosfèrica, vientos o corrientes oceànicas; los cambios en el volumen de las cuencas de

⁵¹Para el detalle de estos datos, consultar *Changing*, ob. cit., pp. 43,48 y 483.

los océanos debido a la actividad volcánica; los cambios en el nivel del mar y la expansión térmica o contracción de las aguas oceánicas cuando estas empiezan a calentarse o enfriarse.⁵²

Básicamente, dos cambios resultarían como consecuencia de una mayor abundancia de CO-2 atmosférico y otros gases de efecto invernadero: el aumento del nivel del mar y la desintegración de la capa de hielo del Antártico Occidental.

En su presente configuración, esta manta de hielo puede ser inestable y estar sujeta a una desintegración bajo el impacto de un cambio climático inducido por CO-2. Un calentamiento de 3 o 4°C debido al CO-2 y otros gases de efecto invernadero, produciría la expansión térmica del océano y el descongelamiento de las capas del Anártico de los glaciales alpinos. ⁵³

La tasa promedio del nivel del mar aumenta 1-2 metros cada 100 años; un colapso completo de la capa de hielo del Atlántico Occidental produciría un aumento mundial en

⁵²Ibid., p. 40

⁵³Ibid., pp. 41-42

el nivel del mar de 5 y 6 mètros. La defensa contra este aumento, sería costosa.

La construcción de presas y diques, por ejemplo, depende de la disponibilidad de materiales como arena y piedras. En el caso de àreas con grandes costas, la situación sería màs difícil y extremadamente costosa.

La Antártida está situada alrededor del Polo Sur y ocupa el quinto lugar entre los continentes, en cuanto a su extensión. Su superficie es de 13,177,00 km². Su perímetro es muy regular en el hemisferio oriental y coincide con el círculo polar. Se divide en Antártida Oriental y Antártida Occidental. La primera es la parte más grande y se caracteriza por grandes y elevadas capas de hielo. La segunda es una península de montañas plegadas cubiertas de hielo.

El clima condicionado por las grandes latitudes es extremo; la media invernal oscila en el interior alrededor de los -50° y la de verano, estación prácticamente inexistente, es de -20°. Fuertes tormentas de nieve azotan el continente, lo cual hace todavía más inhospitalario el lugar. Sólo algunos líquenes crecen sobre las rocas, y el pinguino es el único animal permanente de esta área. En verano, se encuentran focas y ballenas.

En general, el ecosistema de la Antártida es frágil y las especies raras viven en un ambiente hostil de rocas, viento e hielo. La alteración del equilibrio de este medio tendría repercusiones serias para el resto del

Planeta.

Los hielos cubren el 95% del Continente, con espesores de alrededor de 2,000 metros. El mar de Ross està cerrado por una barrera helada en una profundidad de 1,000 kms.⁵⁴

En la Antàrtida, existe una gran variedad de minerales, tales como el cobre, oro, zinc, uranio, petròleo, carbòn e hierro. El costo de su explotaciòn serìa demasiado elevado y afectaria tanto el ecosistema de la regiòn, como los procesos ambientales del resto del mundo. Sin embargo, es una regiòn importante como base de cooperaciòn internacional en investigaciòn científica.

Politicamente, la Antàrtida en una primera fase fue disputada por las potencias que la descubrieron y las que se encontraban cerca de ella. Entre 1957 y 1958, prevaleciò el criterio de la internacionalizaciòn total del continente, principalmente por parte de Estados Unidos y de la Uniòn Soviètica. El 10. de Diciembre de 1959, doce paises firmaron el acuerdo, a travès del cual la Antàrtida serìa una zona desmilitarizada, y se

⁵⁴The New Encyclopedia Britannica. 15ed. USA. 1991. Vol. 1, p. 439 (Micropedia)

preservaría para fines de investigación científica. En él se promueve la libertad de investigación científica y el intercambio de información científica y personal en la Antártida.⁵⁵ En los últimos años, también se ha el turismo.

En décadas recientes, se han detectado como los principales problemas ambientales en la Antártida, los siguientes:

"a. Impactos globales por contaminación con metales pesados, orgánicos, humo y polvo, precipitación radioactiva (fallout) y aumento de la temperatura, problemas cuyo origen y solución son fundamentalmente externos a la Región.

b. Degradación de los ecosistemas y del hábitat por tratarse de un ecosistema frágil en el cual las actividades locales hacen peligrar la vida animal y vegetal. Hasta ahora la construcción y funcionamiento de estaciones científicas ha causado problemas ambientales

⁵⁵ Este tratado es resultado de la Conferencia de Washington, Estados Unidos, en la cual participaron Argentina, Australia, Bélgica, Gran Bretaña, Chile, Noruega, Sud Africa, Estados Unidos y la Unión Soviética. *Ibid.*, p. 439

locales importantes, que pueden agravarse con el aumento del turismo Antártico.

c. La recolección selectiva de ballenas, peces y krill son los más importantes. Varias especies de peces han sido sobreexplotados. También algunas islas del sur han sido afectadas por la introducción de plantas, herbívoros y mamíferos depredadores.

El reconocimiento de que los cambios globales de la Antártida son críticos para la humanidad hace aún más importante la investigación científica en el continente helado. Los beneficios de la cooperación internacional en ciencia y técnica de la Antártida deberían extenderse al conjunto de la comunidad internacional."⁵⁶

⁵⁶Young, C. "Ecology and conservation of the polar regions." *Ambio* 18:23-33. 1989 & Hammar, J. "Freshwater ecosystems of polar regions: Vulnerable resources". *Ambio* 18: 6-22. 1989. Citados en *Nuestra Propia Agenda*. Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. BID, PNUD, 1990, p. 48

3. El Descubrimiento de los Huecos de Ozono en la Antártida.

A continuación se incluye una copia de una fotografía del Hueco de Ozono sobre el Polo Sur, en 1989.



Fuente: La fotografía fue tomada por la NASA. En Resources for the Future. USA. Spring, 1990, no. 99, p.

En 1985, científicos británicos anunciaron la aparición de un "hueco" en la capa de ozono de la atmósfera sobre la Antártida, y agregaron que ese hueco ha tenido lugar cada primavera, desde 1979. El descubrimiento provocó reacciones de diversa índole en la comunidad científica porque nadie había pronosticado un "hueco" en esa región.

La preocupación por la capa de ozono surgió, por primera vez, en los setentas, y desde entonces, se realizan estudios y debates sobre el tema. De aquí la sorpresa por la detección de ese fenómeno. El ozono es el único gas en la atmósfera que limita la radiación ultravioleta solar que recibe la Tierra.

Tres años después, un grupo internacional de expertos argumentó que la capa estratosférica disminuía más rápido que lo establecido en las predicciones de los modelos: Entre 1969 y 1986, la concentración promedio de ozono en la estratosfera disminuyó 2% aproximadamente. La magnitud de la reducción varió en cuanto a latitud, época del año y las regiones más pobladas de Europa, América del Norte y la Unión Soviética, y sufrió una disminución de 3% anual

y 4.7% durante el invierno.⁵⁷

La alarma causada por esta reducción de ozono fue controlada a través del argumento de que ello era resultado de la variación de la época del año y sólo se presentaba en el área de la Antártida. Sin embargo, en 1987, la reducción de la capa de ozono fue más severa y su duración fue mayor en relación a la anterior. Se comprobó una disminución del 50% en la capa de ozono sobre la Antártida. En 1988, también se descubrió que se está reduciendo la capa en el Hemisferio Norte. Como consecuencia de esto, la comunidad científica empezó a interesarse por el fenómeno, con mayor seriedad.

Ahora, existe un gran consenso sobre la realidad del fenómeno de ese hueco y se ha coincidido en que representa un problema mundial. Asimismo se insiste en que la sociedad internacional deberá enfrentarlo junto con sus efectos, en el futuro.

⁵⁷"Between 1969 y 1986, the average concentration of ozone in the stratosphere had fallen by approximately 2 percent. The magnitude of the decline varied by latitude and by season, with the most heavily populated regions of Europe, North America, and the Soviet Union suffering a year-round depletion of 3 percent and a winter loss of 4,7 percent." Pollock, *Protecting Life on Earth: Steps to save the ozone layer*, USA., pp. 5-6

El hueco de ozono se asemeja a un embudo ò a un cràter, se ha profundizado en los ùltimos diez años en la Antàrtida. En el Polo Norte es menor, se acentúa en el periodo entre enero y marzo. Algunos científicos temen que el hueco pueda extenderse en àrea, hacia Argentina, Chile, Australia, Nueva Zelanda, Brasil y Uruguay.

4. La Capa de Ozono

4.1. Importancia del Ozono (O-3)

La existencia de ozono en la capa estratosfèrica y su importancia para la vida en la Tierra, se conocen desde hace muchos años atràs. Sòlo recientemente, se ha notado que algunas actividades producen contaminaciòn en la estratòsfera, lo cual podrìa llevar -sino se le frena- a una reducciòn significativa de la cantidad de ozono, en las pròximas dècadas.

El ozono es el mäs variable de los componentes atmosfèricos y tiene gran influencia en el estado tèrmico de la estratòsfera y en la protecciòn de la superficie de la Tierra de la radiaciòn ultravioleta del sol. El ozono (O-3), està formado por tres àtomos de oxígeno, al absorber la luz ultravioleta solar de onda corta, mantiene alejada de la superficie terrestre esa radiaciòn y evita con ello, su efecto destructor sobre las cèlulas vivas.

La capa de ozono en la estratòsfera protege la vida de la Tierra porque evita que las radiaciones ultravioleta

provenientes del sol, afecten la superficie. Esta capa absorbe la luz solar de longitudes de onda de 240 a 320 metros y forma una especie de "escudo" en la Tierra.⁵⁸

Cualquier alteración en la capa de ozono puede traer graves consecuencias biológicas⁵⁹, agrícolas y variaciones en el clima. La absorción de la radiación ultravioleta solar (UV-B) por el ozono, provee la fuente de calor necesaria para mantener la estratósfera estable y participar en el control del clima global.

Una reducción del ozono en la estratósfera modificaría la temperatura de la superficie de la Tierra, a través de los procesos radioactivos solares y de ondas largas: Menor cantidad de ozono, mayor radiación solar. Esta luz solar ultravioleta es transmitida en la estratósfera y ello produce, a su vez, el aumento de calor en la Tierra.

Los cambios en la distribución vertical del ozono pueden tener efectos significativos en la temperatura de la

⁵⁸Pollock, ob. cit., pp. 5 y 13

⁵⁹Por ejemplo, afectaría las algas, el fitoplanctón y el zooplanctón, los cuales son la base de varias cadenas alimenticias.

superficie, aùn si el total de ozono permanece igual. Dado que su concentraciòn, en relaciòn con la altitud, varía segùn su fuente de alteraciòn -CFCs, NO-, la temperatura tambièn puede variar aùn si la cantidad de ozono es la misma.⁶⁰

Màs importante aùn, este proceso de absorciòn protege la superficie de la Tierra de los daños biològicos de la luz ultravioleta solar. Esta radiaciòn, aumenta la incidencia de ciertas clases de càncer en la piel. Por ejemplo, la Agencia de Protecciòn Ambiental de Estados Unidos, -en inglès, US Environmental Protection Agency, EPA-, ha estimado que en los pròximos 90 años, la reducciòn del ozono puede ser responsable de alrededor de 800,000 muertes por càncer. Esta radiaciòn solar tambièn puede ser una de las causas principales de cataratas oculares.⁶¹

La cantidad de este gas depende de la ubicaciòn geogràfica y su fluctuaciòn en la escala de espacio y

⁶⁰Changing, ob. cit., pp. 26, 347 y 350

⁶¹Aùn cuando la incidencia de càncer en la piel es ocasionada por diversos factores, se calcula que 1% de la reducciòn en la cantidad de ozono en la atmòsfera causarà aproximadamente 2% de aumento en el nùmero de casos de càncer en la piel." Lizarraga, Jorge A. "La destrucciòn de la capa de ozono" en *Ciencia y Desarrollo*. Mèxico. Marzo-abril, 1979, no. 25, p. 126

tiempo, debido a causas naturales o a la influencia de actividades realizadas por el hombre.

Por eso, existe la necesidad de entender los problemas físicos y químicos relacionados con la capa de ozono, así como los efectos de los cambios en su concentración en la distribución de la luz solar, a fin de tener una base sólida para tomar acciones que lleven a la protección del medio ambiente y del bienestar de la humanidad.

Dadas las características de la estratósfera, la mayor parte de los contaminantes inyectados en ella pueden permanecer ahí por varios años antes de ser transportados verticalmente en esta capa. La estructura de la atmósfera es ampliamente determinada por la radiación solar, porque interactúa con los componentes atmosféricos.

Alrededor de los 100 kms., la temperatura es mayor, los compuestos químicos son destruidos y la mayor parte de las ondas cortas de radiación, es absorbida. Entre los 50 y 30 kms., las ondas cortas destruyen pequeñas cantidades de oxígeno molecular (O_2) en oxígeno atómico (O) y lo combinan con el ozono. El volumen de energía solar pasa

a través de la atmósfera transparente, para ser absorbida por la Tierra.

Recientemente, la variación tiempo-espacio del total de la cantidad de ozono y las propiedades fundamentales de su distribución vertical hasta 70 kms., han sido estudiadas con gran detalle. Las observaciones sobre este gas, han llevado a afirmar que el contenido total del ozono tiene variaciones estacionales y de latitud, las cuales se incrementan del Ecuador a los Polos y llegan a su máximo en marzo y abril, y a un mínimo en septiembre.⁶²

La mayor parte de la información sobre el ozono es obtenido en estaciones ozonométricas. Las distintas medidas sobre el ozono han sido llevadas a cabo con la ayuda de satélites y naves espaciales.

⁶²Kondrt'ev, ob.cit., pp. 19-21

4.2. La destrucción del ozono en la estratòsfera

En los últimos años, como se mencionò, se han discutido algunas pruebas de las observaciones relativas a la formación de huecos de ozono en la Antàrtida. Los hechos indican que el problema tiene una gran relación con el espacio y el tiempo, por lo cual es necesario distinguir su comportamiento en los meses de septiembre y octubre en los 50 y 100 kms. de altura. El hueco de ozono se extiende cada año, desde su descubrimiento por investigadores británicos.

Entre octubre de 1979 y 1985, la cantidad de ozono en la estratòsfera sobre la Antàrtida ha disminuido considerablemente. Por lo general, coincide en la misma època del año y en la regiòn geogràfica -la Antàrtida. La segunda expedición al Antàrtico en 1987, llevada a cabo por científicos de Estados Unidos, notaron que la destrucción química del ozono tiene lugar en septiembre. El hueco sobre el Polo Sur es cada vez más marcado y extenso.⁶³

⁶³ "Problemas de la capa de ozono". *Universitas*. Mèxico. UNAM, 1987, Vol. XXV, no. 1, p. 24

Son causas "naturales" de los huecos de ozono, los cambios en las conductas metereològicas en la estratòsfera, como consecuencia de los òxidos de nitrògeno (NO y NO_2) que surgen en la atmòsfera superior bajo el influjo de las radiaciones solares y de onda corta. La causa principal de la disminuciòn en la capa de la estratòsfera es el incremento de la abundancia de los clorofluorocarburos (CFCs).

Los CFCs son utilizados como propelantes de aerosol, entre otros usos y liberan cloro al ser desintegrados por la radiaciòn ultravioleta solar, en la atmòsfera superior. Cada àtomo de cloro puede destruir alrededor de 100,000 molèculas de ozono. El metano y el òxido nitroso tambièn afectan la capa de ozono.

En Estados Unidos, por ejemplo, se prohibiò el uso de CFCs como propelantes de aerosoles en los setentas, sin embargo, se permite su uso en otros productos. Ademàs, en cuanto al metano y al òxido nitroso, existen pocos controles para su uso.

4.3. Los Clorofluorocarburos en la Estratòsfera

Desde los setentas, los niveles de ozono sobre algunas áreas de la Antàrtida han disminuido alrededor de un 40% durante algunos meses y un "hueco" es claramente visible, a travès de la observaciòn de satèlites en el Polo Sur. Sin embargo, existen diferentes explicaciones sobre esta tendencia. Algunos cientificos señalan que ello puede ser resultado de variaciones naturales en la temperatura ò en el viento de la atmòsfera superior.

Otros, argumentan que el cambio en la actividad solar es responsable. Dados los altos niveles de contaminaciòn, la tesis màs aceptada es la relativa a los clorofluorocarburos (CFCs), como la causa principal de la reducciòn de la capa de ozono en la estratòsfera.

Actualmente, lo cierto es que en la capa conocida como estratòsfera, se produce un fenòmeno, cuyos efectos pueden resultar peligrosos para el Planeta: la destrucciòn -o mejor dicho, la reducciòn- del ozono en esta capa, debido al empleo de CFCs y otros productos elaborados por el hombre.

Los CFCs -al igual que otros compuestos químicos como el metano y el óxido nitroso-, son clasificados como contaminantes, debido a su toxicidad y al papel que tienen en la creación de otros productos más peligrosos, al liberar cloro.⁶⁴ Los tres tipos de clorofluorocarburos más abundantes, según el papel que desempeñan en la destrucción del ozono en la estratósfera son: CFC-11, CFC-12 y CFC-22.⁶⁵ Son compuestos químicos que contienen cloro y son utilizados en la industria como impulsores en latas de aerosoles, refrigerantes, sistemas de enfriamiento, esterilizantes, solventes, y en la comida al instante -en inglés, fast food-.⁶⁶

Uno de los principales atractivos de estos productos es su alta volatilidad y su propiedad química de ser inertes, por lo cual pueden permanecer en la atmósfera durante largos periodos. En cuanto a los tiempos de vida del CFC-11 y del CFC-12, los autores varían en sus cifras, las cuales fluctúan entre 30 y 70 años.

⁶⁴"Compounds containing chlorine and bromine, which are released from industrial processes and products and then waft into the upper atmosphere, are now widely accepted as the primary culprits in ozone depletion." En Pollock, ob. cit., p. 5

⁶⁵CFC-11 (CFCl₃), CFC-12 (CF₂Cl₂), CFC-22 (CF₂HCl)

⁶⁶Morisette, Peter, "Negotiating agreements in global change." Resources for the future. USA. Spring, 1990, p. 8

Gases de efecto invernadero y sus fuentes antrópicas

	Anhídrido carbónico	Metano	Oxido nítrico	Clorofluoro-carbonos	Ozono troposférico
Contribución al efecto invernadero en el período 1950-1985 (%)	56	14	7	23	a
Concentración era pre-industrial (partes por millón en volumen)	275	0,700	0,280	0	0,015
Concentración en 1988	350	1,700	0,310	0,26 10^{-3} (CFC-11) 0,44 10^{-3} (CFC-12)	0,335
Aumento anual de las concentraciones en los años 80	0,5%	0,5%	0,25%	5 a 5,5%	1%
Fuentes de los gases	Quema de combustibles fósiles Deforestación cambios en el uso de tierras	Cultivos arroz Ganado Quema de biomasa Extracción y quema de combustibles fósiles	Fertilizantes Quema de combustibles fósiles y de biomasa Conversión de tierras para agricultura	Industria	Producto de la luz solar y de contaminantes: monóxido de carbono; metano; otros hidrocarburos; óxidos de nitrógeno

Fuente: Holdgate, MW. et.al. "Climate Change: Meeting the Challenge". Commonwealth Secretariat. London. 1989. Notas: (a): La contribución del ozono no fue estimada; posiblemente es alrededor del 8 por ciento del total. En Nuestra Propia Agenda. ob. cit., p. 42 & Changing Climate, ob. cit., p. 336

A diferencia de otros químicos, los CFCs suben lentamente en la atmósfera y después de 6 u 8 años llegan a la estratósfera, en donde pueden permanecer por muchos años. Sin embargo, al encontrarse en la atmósfera participan en reacciones químicas y/o fotoquímicas con otros contaminantes en el aire, al ser desintegrados, cada átomo de cloro destruye miles de moléculas de ozono⁶⁷, las cuales actúan como una pantalla protectora contra la radiación ultravioleta proveniente del sol. La destrucción fotoquímica, especialmente en la estratósfera es el principal depósito de los aerosoles, los cuales llegan a ella inyectados directamente o formados por mezclas químicas.⁶⁸

En la emisión de los gases CFC-11 y CFC-12 en la atmósfera, desde hace 50 años, sucede lo mismo que con el

⁶⁷"Unlike most chemicals, CFCs are not broken down in the troposphere. Instead, they waft slowly upward and after six to eight years reach the stratosphere. Once here, the chemicals can survive for up to 100 years. When they are broken down, each chlorine atom released is capable of destroying tens of thousands out of the atmosphere." En Pollock, ob. cit., p. 21

⁶⁸"modelos matemáticos, químicos y de transporte desarrollados por diversos investigadores, indican que los clorofluorocarburos que llegan a la tropósfera se dirigen a la estratósfera, donde la acción de la luz solar los disocia". "La fotodisociación del CFC-11 y del CFC-12 ocurre en la banda de 190-215 nm y tiene como resultado la liberación de átomos de cloro (Cl)". Esta disociación fotolítica se realiza a alturas de 15 kilómetros. En Lizarraga, ob. cit., p. 124

dióxido de carbón: mientras más larga es su permanencia en la atmósfera, la concentración en el aire aumenta, aún si el promedio de las emisiones disminuye.

Las emisiones industriales y los propelantes de aerosol representan la fuentes principal de CFCs⁶⁹. Las fuentes naturales de clorofluorocarburos no son tan significativas como las producidas por el hombre. Además, no existen mecanismos naturales para su eliminación, sólo se desintegran bajo la acción de la luz ultravioleta proveniente del sol.

Estados Unidos, la Unión Soviética y Japón producen la mayor parte de los CFCs. América Latina contribuye en menor grado en la producción de aerosoles, refrigerantes y extinguidores de incendios. Es importante destacar que si bien los países industrializados producen más CFCs, en relación a los países en desarrollo, los efectos de los clorofluorocarburos son de interés mundial. Estos rebasan fronteras y áreas divididas política y geográficamente, actúan de manera global.

⁶⁹Según datos obtenidos en 1973, se señala que alrededor del 78% de la producción de CFC-11 se empleó como impulsor para latas de aerosoles; el 47% del CFC-12 producido en ese año también se utilizó con los mismos fines y el 34% se empleó como refrigerante. Ibid., p. 123

Consumo global de CFC, por región, 1986

Región	% del total
Estados Unidos	29
Otros países industriales (1)	41
Unión Soviética, bloque oriental	14
China e India	2
Otros países en desarrollo	14

(1) La Comunidad Europea cubre más de la mitad, seguida por Japón, Canadá, Australia y otros.

Fuente: "The Ozone Treaty: A Triumph for All". Update from State. Mayo/Junio 1988. En Pollock, Shea, 1989. En *Nuestra Propia Agenda*, ob. cit., p. 45

El interès por los CFCs ha surgido por las amenazas al medio ambiente que estan involucradas en ellos. Estas amenazas son: el efecto invernadero y la reducciòn de la capa de ozono.

El efecto invernadero, permite la entrada de la luz solar y evita la salida de la radiaciòn terrestre, antes de que pueda escapar al espacio, provocando con ello, el calentamiento del planeta. Los CFCs son 50,000 veces màs efèctivos como efecto invernadero que el diòxido de carbòn. El aumento de su abundancia podrìa ser "culpable" del calentamiento mundial hasta 10C (1.80F), en los pròximos 30 ò 40 años.

Los clorofluorocarburos son considerados potenciales destructores del ozono en la estratòsfera por la reacciòn del cloro liberado en esta capa. En el futuro, esta disminuciòn podrìa resultar dañina para la salud humana y el medio ambiente, por el aumento de radiaciòn ultravioleta en la superficie de la Tierra.⁷⁰

En la actualidad, parece ser que se controlara una parte de la producciòn de CFCs en los pròximos años, ello

⁷⁰Changing, ob.cit., pp. 24-25, 45 y 285

significaría poner un límite a la magnitud del daño en la capa de ozono. Sin embargo, es difícil que las reducciones en los niveles existentes, puedan ocurrir en la misma proporción. Lo ideal sería la prohibición total de estos productos.

Tercera Parte: Los Huecos de Ozono: Legislación y Políticas Ambientales.

Hoy en día, la complejidad de los problemas ambientales es mayor que hace 20 años. Ahora, su naturaleza es diversa, las áreas afectadas por la contaminación son más grandes, y la necesidad de una perspectiva mundial para controlarlos, aumenta.

Antes de la Revolución Industrial, el impacto del hombre sobre el clima global fue probablemente insignificante. Desde el inicio del siglo XIX, grandes áreas han sido modificadas. Se han construido lagos artificiales, se ha incrementado el número de industrias y se ha intensificado el proceso de urbanización. En los últimos años, los científicos de diversos países, han observado que los contaminantes, sobre todo aquellos emitidos en el aire, pueden ser transportados y acumulados a grandes distancias del lugar de origen.

En los capítulos anteriores, se ha explicado la forma en que todo esto, en su conjunto, ha alterado la refracción de la luz solar en la Tierra, el equilibrio del agua y la temperatura. Así como el proceso por el cual, estos

cambios modifican el clima mundial y ocasionan la degradación del medio ambiente.⁷¹

Si bien es cierto que las predicciones de los cambios dramáticos y desastrosos del clima son parte de la moda de los setentas, actualmente son una realidad. Esto, hace necesario el diseño de mecanismos que rebasen las dificultades para el establecimiento de un acuerdo internacional efectivo, en materia ambiental.

Los riesgos de la reducción de la capa de ozono y los efectos de la contaminación atmosférica, producidos ambos por la emisión de clorofluorocarburos (CFCs), obligan a la aplicación de una reglamentación que controle y disminuya este fenómeno. Esto, a su vez, requiere de conocimiento, experiencia, habilidad, imaginación, decisión, por parte de los servidores públicos y académicos, para vencer las barreras económicas y políticas, que frenan los acuerdos en este ámbito.

De la misma forma que en diferentes épocas de la

⁷¹Rosenberg, Norman "Climate Change: A primer." Part 2. *Resources for the future*. USA. Spring, 1987, no. 87, p. 12 & Kneese, Allen, "Confronting future environmental challenges". USA. Spring, 1990, no. 99, p. 15

historia, surgió la necesidad de una cooperación en una gran variedad de cuestiones relacionadas con seguridad, comercio, relaciones financieras y petróleo. Actualmente, la "cooperación" ambiental, es indispensable.

El desarrollo de los eventos internacionales y las prioridades de cada país, hacen difícil lograr esta cooperación ecológica. Si partimos de la propia definición de cooperación internacional, la cual nos indica que se trata de un proceso que contribuye al logro de los objetivos gubernamentales, a través de una política coordinada⁷. Entonces, se facilitaría el proceso.

Si además, tratamos de entender el mecanismo por el cual los gobiernos afectan los acontecimientos del mundo político, y al mismo tiempo, examinamos los patrones de interacción de los actores internacionales. Así como sus ideas sobre la propia naturaleza de los problemas ambientales y la clase de acciones políticas que ellos consideran legítimas, sería posible hacer ajustes y

⁷"international cooperation is the process that facilitates the realization of government's objectives, as the result of "policy coordination"". Keohane, Robert, "Cooperation and International Regimes". *International Political Economy: A Reader*. USA. Harper Collins Publishers, 1991, p. 448

llegar a un acuerdo global para controlar los fenómenos de la reducción de ozono en la capa estratosférica y del calentamiento de la Tierra.

Al igual que el Derecho Internacional, la cooperación tiene limitaciones. Ambos están basados en la concepción de que las cosas deben funcionar bajo un determinado orden. En la realidad, los patrones de comportamiento de los países son diferentes. Sin embargo, el Derecho Internacional ha contribuido de manera significativa en el establecimiento de los primeros acuerdos sobre esta materia. Sólo que ahora, se requieren de otros mecanismos para abreviar los tiempos de negociaciones y lograr que los países se comprometan a tomar medidas drásticas. A través de la cooperación se podría avanzar en la búsqueda de esos mecanismos y por lo tanto, en el control del fenómeno.

De acuerdo con Keohane⁷³, en el ámbito internacional existen grandes diferencias sobre la forma de establecer la cooperación y los propósitos para los cuales serviría. También, es cierto que no existen líneas específicas para llegar a ella. En la mayoría de los casos, se da como

⁷³Ibid, p. 11

consecuencia de una situación de crisis. Ejemplos abundan, entre ellos se puede citar la creación de la Organización de las Naciones Unidas y el origen de los organismos financieros, como el Fondo Monetario Internacional. Por eso, el tema ambiental puede ser incluido como uno de los casos típicos de una situación de crisis que lleva a la cooperación. Dado que los fenómenos de la reducción de la capa de ozono y el calentamiento global, son reales y sus efectos son considerados serios, la sociedad internacional presta atención a ellos de manera natural y entonces, invita a la cooperación para solucionarlos.

A continuación, se examinan los principales progresos, en materia legislativa, del control de la contaminación atmosférica en general, y los primeros pasos en el control del fenómeno de los huecos de ozono, en forma particular.

1. Convenciones Internacionales sobre contaminación atmosférica.

Dentro de las Convenciones Internacionales relativas al problema de la contaminación atmosférica, se encuentran: La Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano y la Carta Mundial de la Naturaleza. En el caso particular de los Huecos de Ozono, existen: La Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montréal.

1.1. Declaración de Estocolmo Sobre el Medio Humano

Se adoptó en la Conferencia de la Organización de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo del 5 al 6 de junio de 1972, en base a la resolución 2378 (XXIII) de la Asamblea General. Su importancia radica en el hecho de representar el único, de una manera formal, de crear conciencia entre los miembros de la sociedad internacional, de la importancia que tiene la preservación del medio ambiente humano.

La Declaración de Estocolmo es trascendental porque, independientemente de enunciar sólo principios y

recomendaciones, los Estados manifiestan en ella, su preocupación por el surgimiento del fenómeno de la contaminación y empiezan a diseñar los medios para combatirla. Asimismo, se dió lugar al establecimiento de convenios sobre esta materia y a la creación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).⁷⁴

1.2. Carta Mundial de la Naturaleza

Se trata de una documento fundamental en la conservación de la naturaleza, adoptada de acuerdo con la resolución 37/7 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, del 28 de octubre de 1982. En esta Carta se establecen las directrices y los principios del Derecho Ambiental.

La Carta esta integrada por tres partes: principios generales, funciones y aplicación. En ella se establece que los principios enunciados deberán ser incorporados en el Derecho y en la práctica de cada Estado y sobre todo, adoptarlos a nivel internacional.

⁷⁴Para mayor información, consultar el Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, estocolmo, 5 al 16 de junio de 1972. Nueva York, EUA. Organización de las Naciones Unidas, 1973.

1.3. Convención de Viena sobre la Protección de la Capa de Ozono.

La Convención Sobre la Protección de la Capa de Ozono, se adoptó en la Conferencia de Viena, Austria, celebrada en Marzo de 1985. Se compone de 21 artículos y 2 anexos, a través de los cuales, se define la capa de ozono, se citan las obligaciones generales de las partes, los términos de la cooperación jurídica, científica y tecnológica, así como el intercambio de información.

Hacia Agosto de 1990, la Convención de Viena fue ratificada por: Argentina, Australia, Austria, Bangladesh, Bélgica, Brasil, Camerún, Canadá, Chile, Congo, Dinamarca, Egipto, Finlandia, Francia, República Federal de Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, Jordania, Kenya, Libia, Liechtenstein, Luxemburgo, Malasia, Malta, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Nigeria, Noruega, Panamá, Perú, Polonia, Portugal, Singapore, Sud Africa, Sri Lanka, Suecia, Suiza, Siria, Tailandia, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, URSS, Emiratos Arabes, Gran Bretaña, Estados Unidos, Uruguay, Venezuela y la Comunidad Económica Europea.

En 1981, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, empezó a delinear esta convención. Si bien, la opinión pública comentó la ausencia de un Protocolo sobre el control de los CFCs, en la Convención se establecieron las responsabilidades para la protección de la salud y el medio ambiente de los efectos adversos de las actividades humanas que modifican la capa de ozono. También, se instó a la cooperación internacional y a la discusión continua del control de los CFCs.⁷⁵

En 1986, una nueva percepción de alarma surgió en torno a la reducción del ozono estratosférico. Entonces, empezaron las conversaciones sobre un posible protocolo de CFCs. Meses más tarde, nuevas evidencias científicas, sumadas a la presión de la opinión pública, de políticos y de grupos ambientalistas- llevaron a un compromiso inicial de reducir la producción de los CFCs.

⁷⁵Morrisette, Peter, "negotiating agreements on global change" *Resources for the future*. EUA. Spring 1990, no. 99, p.9

1.4. Protocolo de Montreal

En Septiembre de 1987, en Montreal, Canadá, se adoptó el Protocolo relativo a las sustancias que reducen la capa de ozono. Hacia Agosto de 1990, fue firmado por 46 países y ratificado por 45 países. México es uno de las partes originarias del Protocolo, el cual ratificó en Marzo de 1988.⁷⁶

En el Protocolo, se establecen las cantidades y las fechas para la disminución de la producción y consumo de CFCs. Entre las provisiones del Protocolo, se establece que los países en desarrollo deberán congelar la producción de CFCs a niveles de 1986 a partir de 1989, una disminución del 20% de la producción hacia 1993 y una reducción a los niveles de 1986 en 1994, a 50% en 1995 y 85% en 1997. De tal forma que se eliminarán hacia el

⁷⁶Entre los países que han ratificado el Protocolo, se encuentran: Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Canadá, Chile, Dinamarca, Ecuador, Egipto, Finlandia, Francia, República Federal de Alemania, Grecia, Guatemala, Hungría, Irlanda, Italia, Japón, Jordania, Kenya, Libia, Liechtenstein, Luxemburgo, Malasia, Malta, Países Bajos, Nueva Zelanda, Nigeria, Noruega, Panamá, Polonia, Portugal, Singapore, Sud Africa, España, Sri Lanka, Suecia, Suiza, Siria, Tailandia, Trinidad y Tobago, Túnez, Uganda, Emiratos Arabes, Gran Bretaña, Estados Unidos, Venezuela y la Comunidad Económica Europea.

año 2000. El uso de estos químicos se permitirá en algunos usos para los aviones y las áreas de computo, así como para ciertas áreas de la medicina, en donde no exista la posibilidad de sustituirlos.

El Protocolo es considerado flexible porque esta sujeto a revisión, conforme a la aparición de nueva información científica. En él se reconoce que la percepción científica de los efectos de estas sustancias controladas en la capa de ozono, pueden cambiar en el futuro y por esta razón, se establece que las medidas de control serán revisadas automáticamente cada cuatro años -o con mayor frecuencia, si es necesario-, a partir de 1990. Además, cada proceso de evaluación deberá ser acompañado de un informe científico.

En la práctica, la revisión se ha iniciado como resultado de más evidencias sobre la responsabilidad de los CFCs en la reducción de ozono estratosférico sobre la Antártida. Asimismo, nuevos descubrimientos sugieren que los CFCs también pueden ser responsables de la reducción en el Hemisferio Norte.

Durante las negociaciones del Protocolo, entre Diciembre de 1986 y Septiembre de 1987, los principales puntos de discusión fueron los siguientes: la clase de compuestos químicos que deberían incluirse; si el consumo y la producción de estas sustancias serían controladas; el año a partir del cual se iniciarían las reducciones; el momento de entrada en vigor del Protocolo y el proceso de revisión. También, se incluyeron las cuestiones relativas a las restricciones del comercio con los países no participantes en el protocolo; el trato de los países en desarrollo con bajos niveles de consumo de CFCs, y medidas especiales en el caso de la Comunidad Económica Europea.

Otro de los aspectos principales que se discutió en la formulación del Protocolo fue la creación de un fondo para ayudar a los países de reciente industrialización, en la sustitución de CFCs. Se acordó que a través del Banco Mundial se canalizarían los recursos.

Ante este panorama, la firma del Protocolo de Montreal significó un logro sustancial en el consenso y el establecimiento de un compromiso entre los miembros de la sociedad internacional. Se considera que surgió de un

proceso de "decisión ambiental", en el cual participaron la comunidad científica, la industria, los gobiernos, las organizaciones internacionales y los organismos no gubernamentales. Todos ellos compartieron un entendimiento del problema de la reducción del ozono y la necesidad de controlarlo.

Cabe destacar que entre la Convención de Viena de 1985 y la reunión de Montreal de 1987, tres factores importantes llevaron al acuerdo internacional sobre el Protocolo de CFCs: el entendimiento científico del problema de la reducción de la capa de ozono, el creciente interés de la opinión pública y de los políticos sobre el problema y, la disposición de sustituir los CFCs.

La obtención de información sobre el fenómeno de la reducción del ozono en la estratosfera, así como el desarrollo de modelos atmosféricos para probar su existencia, permitieron una base científica sólida y, por consiguiente, el diseño de estrategias para su control. Los reportes coordinados conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial y la NASA, por un lado y por otro de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y el PNUMA en 1986, fueron importantes

porque demostraron un consenso entre los políticos y los científicos sobre la realidad del problema.⁷⁷

La amenaza del incremento de cáncer en la piel y la percepción de una catástrofe mundial, asociadas ambas con el descubrimiento del hueco del ozono en la capa estratosférica sobre la Antártida, influyeron en el interés de la opinión pública y de los políticos sobre el problema.⁷⁸

La actitud por parte de la industria de buscar sustitutos de CFCs que no disminuyan el ozono estratosférico es un factor clave en la firma del Protocolo de Montreal. En 1986, el más grande de los fabricantes de CFCs a nivel mundial, Au Pont de Nemours and Company, anunció la disposición de buscar alternativas para sustituir CFCs y su decisión de reducir la producción de los mismos.⁷⁹

⁷⁷Morrisette, ob. cit., p. 10

⁷⁸ En la actualidad ya se mencionan como causas principales del calentamiento global del clima : los cambios en la administración de energía solar y su transmisión en la atmósfera; los cambios en el uso del suelo , los cuales alteran el equilibrio de la radiación; la liberación de calor, contaminación térmica que calienta la atmósfera inferior directamente. Así como el transporte ascendente de CFCs y otros gases de efecto invernadero en la estratósfera, donde la reacción fotoquímica de la disociación de sus productos reducen el ozono, con el consecuente incremento de radiación ultravioleta en la superficie de la Tierra y sus habitantes. Rosenberg, Norman, ob. cit., pp. 8-14

⁷⁹Morrisette, ob. cit., p. 10

2. Otros mecanismos para prevenir y controlar la contaminación atmosférica.

Los organismos internacionales también tienen un papel importante en la prevención de la contaminación atmosférica y en la lucha contra la reducción de ozono en la estratosfera. Al igual que los miembros de la comunidad internacional realizan esfuerzos para instrumentar una reglamentación y medidas que garanticen la preservación del medio ambiente natural, los organismos internacionales también tienen un papel decisivo, en la prevención y control de los daños ocasionados por la contaminación de los clorofluorocarburos en la estratosfera. La participación de organizaciones, tales como el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Organización Meteorológica Mundial y la Organización para la Cooperación Económica Internacional, han tenido una participación activa y decisiva en el control de la emisión de CFCs. Estas organizaciones han coordinado investigaciones y monitoreo sobre los efectos de estos gases y su conexión con el fenómeno de la reducción del ozono.

2.1. Organización de las Naciones Unidas

Uno de los propósitos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), es promover la cooperación en la solución de los problemas internacionales. La Asamblea General, uno de sus órganos principales, es la encargada de fomentar esa cooperación e impulsar el desarrollo del Derecho Internacional.⁸⁰ En el caso particular de los problemas del medio ambiente, cuenta con un Programa diseñado especialmente para atenderlos.

2.1.1. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), se estableció "como punto central para las actividades relacionadas con el medio ambiente y para la coordinación en esa esfera dentro del sistema de las Naciones Unidas."⁸¹

El PNUMA tiene como funciones: promover la cooperación

⁸⁰En Carta de las Naciones Unidas. EUA, Nueva York, ONU, s.f., artículos 1(3), 55 (b) y 13 (a), (b).

⁸¹Esto es de acuerdo con la resolución 2997 (XXVII) de la Asamblea General del 15 de diciembre de 1972.

internacional en relación al medio ambiente; estudiar las condiciones ambientales en todo el mundo para identificar los problemas más apremiantes de solución y lograr que reciban una adecuada atención por parte de los Gobiernos y recomendar políticas para la dirección y coordinación de sus programas.⁸²

En el fenómeno de la reducción de la capa de ozono en la estratosfera, el PNUMA ha tenido un papel decisivo en su control. En 1976 empezó a promover reuniones sobre el tema y un año más tarde, recomendó un Plan mundial de acción sobre la capa de ozono. Asimismo, estableció un Comité Coordinador sobre las actividades relacionadas con este problema. En Abril de 1980, propuso la reducción de CFC-11 y CFC-12.

En Mayo de 1981, recomendó la Convención para la protección del ozono. En Enero de 1982, en Estocolmo, Suecia, estableció un grupo de trabajo de expertos en cuestiones legales y técnicas, con la finalidad de preparar un proyecto de convención. En el periodo de 1982 - 1985, se negoció sobre la investigación, monitoreo e

⁸²Yearbook of International Organization. USA. Union of International Associations, 1985/86. Vol.1, referencia E 4161g

intercambio de información en relación al hueco de ozono. En 1986 y 1987, tuvo reuniones sobre aspectos científicos de la atmósfera y los modelos aplicados para la simulación de los posibles efectos de la reducción del ozono. En Junio de 1987, en Bruselas, Bélgica, propició negociaciones informales entre los representantes de las delegaciones de los países participantes. Un mes después, estableció un grupo de expertos en temas legales, para redactar el Protocolo sobre CFCs. En Noviembre de 1989, publicó un informe sobre los resultados científicos, ambientales, económicos y técnicos, de los estudios realizados en torno al fenómeno del ozono.

3. Cronología de los Huecos de Ozono.

La reducción de la capa de ozono y el calentamiento global han empezado a recibir atención y a ser parte de los temas políticos de algunos países como Canadá, Estados Unidos y Gran Bretaña. Varios factores han originado que estos problemas se incluyan en la agenda internacional. Entre ellos están el aumento de las pruebas científicas sobre el papel de los CFCs en la estratosfera y su participación -junto con otros gases, como el CO₂ -, en un posible incremento de la temperatura de 1.5 a 4.5°C, lo cual podría ocasionar profundos cambios climáticos y serios efectos en la población mundial.

Si bien, existe una creciente inclinación de científicos y políticos de considerar los temas ambientales desde una perspectiva global, la formulación de acuerdos requiere de un largo proceso. La cooperación internacional para responder a fenómenos tales como la reducción del ozono y el calentamiento del clima global, es difícil por las diferencias entre los países en su percepción sobre la problemática ambiental y por los costos que ello implica.

A continuaci3n se enlistan los principales acontecimientos relacionados con el fen3meno de los Huecos de Ozono en la Ant3rtida.⁸³

Finales 1974: Cientificos de Estados Unidos publican teorías sobre la reducci3n de la capa de ozono por la emisi3n de CFCs.

1974 - 1975: Reuniones del Congreso norteamericano en torno al fen3meno del ozono.

1976: Se present3 el primer informe de la Academia de Ciencias de Estados Unidos.

Abril 1976: El PNUMA, convoc3 a una reuni3n internacional.

Marzo 1977: El PNUMA recomend3 un Plan Mundial de Acci3n sobre la Capa de Ozono y estableci3 un Comit3 Coordinador sobre la Capa de Ozono.

⁸³Informaci3n tomada principalmente de: Benedick, Richard, *Ozone Diplomacy: New Directions in Safeguarding the Planet*. USA. Harvard University Press, 1991, pp. 213-217.

Abril 1977: Primera Reunión Intergubernamental sobre la reglamentación internacional de CFCs.

Agosto 1977: Enmiendas al Acta norteamericana de Aire Limpio, sobre la protección del ozono.

Marzo 1978: El gobierno de Estados Unidos prohíbe el uso de CFCs en aerosoles no-esenciales. Canadá, Noruega y Suecia adoptaron medidas similares.

Diciembre 1978: Segunda Conferencia Internacional sobre la reglamentación de CFCs.

1979: Se presentó uno de los reportes más importantes de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos.

1980: La Comunidad Europea disminuyó el uso de aerosoles en un 30%

Abril 1980: El PNUMA instó a la reducción de CFC-11 y CFC-12.

Mayo 1981: El PNUMA recomendó la Convención para la Protección de la Capa de Ozono.

Enero 1982: El PNUMA establece un Grupo de Trabajo de Expertos en cuestiones legales y técnicas para la preparación de un Proyecto de Convención para la Protección de la Capa de Ozono.

1982 - 1985: El grupo de trabajo del PNUMA negoció una convención sobre investigación, monitoreo e intercambio de información, sólo le faltó un Protocolo sobre el control de CFCs.

Marzo 1985: Se adoptó la Convención de Viena sobre la Protección de la Capa de Ozono.

Mayo 1985: Científicos británicos publicaron información sobre la existencia de un "hueco de ozono" en la Antártida.

Enero 1986: La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, EPA, estableció un Plan de Protección de la Capa Estratosférica de Ozono.

Febrero 1986: El Comité Coordinador sobre la capa de ozono del PNUMA, tuvo una reunión sobre aspectos científicos de la atmósfera.

Mayo 1986: Reunión de trabajo sobre las tendencias de los CFCs.

Junio 1986: PNUMA/EPA celebraron una Conferencia Internacional sobre el impacto de la reducción de ozono y el cambio del clima en la salud y el medio ambiente.

Julio 1986: La Organización Meteorológica Mundial y el PNUMA publicaron un informe sobre el ozono atmosférico en 1985.

Agosto 1986: Estados Unidos ratificó la Convención de Viena.

Noviembre 1986: Reunión sobre los efectos de la reducción de ozono.

Diciembre 1986: Primera Ronda de Negociaciones sobre el Protocolo.

Estados Unidos y la Unión Soviética acordaron realizar investigaciones conjuntas sobre el ozono.

Enero 1987 - Mayo 1987: Reuniones del Congreso norteamericano, relativas a las negociaciones sobre el ozono.

Febrero de 1987: Segunda ronda de negociaciones sobre el Protocolo.

Febrero - Junio 1987: En Estados Unidos, el Consejo de Política Interior reconsideró la posición negociadora de este país.

Abril 1987: Tercera ronda de negociaciones sobre el Protocolo.

Junio 1987: El presidente de Estados Unidos, Ronald Reagan, aprobó formalmente la posición final de su país.

Julio 1987: El PNUMA estableció un grupo legal para trabajar en el Protocolo.

Septiembre 1987: México ratificó la Convención de Viena.

Enero 1988: Reunión de expertos para los pasos siguientes en la instrumentación del Protocolo.

Marzo 1988: En Estados Unidos, el Grupo de Trabajo sobre las tendencias de ozono reveló nuevas evidencias de que los CFCs están causando la reducción global del ozono y el hueco de ozono en la Antártida.

Abril 1988: Estados Unidos ratificò el Protocolo de Montreal. Mèxico lo ratificò un mes antes.

Septiembre 1988: La Convención de Viena entrò en vigor.

Octubre 1988: Conferencia del PNUMA sobre el desarrollo de la ciencia e informaciòn sobre CFC, aspectos legales, y sustituciòn de productos y tecnologías.

Diciembre 1988: La Comisión de las Comunidades Europeas ratificò el Protocolo de Montreal.

Enero 10., 1989: El Protocolo de Montreal entrò en vigor.

Marzo 1989: Conferencia para proteger la capa de ozono.

Abril - Mayo 1989: Primera Reuniòn de las Partes de la Convención de Viena y del Protocolo de Montreal. En la Declaraciòn final se instò por la eliminaciòn de CFCs.

Junio 1990: Segunda reuniòn de las partes del protocolo de Montreal.

Como puede observarse, el tema en torno al ozono de la estratosfera surgió primero en Estados Unidos en 1970, en el contexto de los impactos en esta capa, de los vuelos comerciales supersónicos. Sin embargo, la reducción de ozono fue considerado importante en las agendas y políticas ambientales, hasta el descubrimiento en 1974, del efecto de los CFCs -usados como propelantes en aerosoles- en la atmósfera. En ese momento empezó a ser evidente que la disminución de ozono era un problema global y que una respuesta efectiva tendría que darse en el ámbito internacional. Varias organizaciones como el PNUMA y la OMM, se han involucrado activamente en el tema. Además de Estados Unidos, otros países industrializados han tomado acciones importantes. Después de 20 años, el único avance real en esta problemática, ha sido el Protocolo de Montreal relativo a los CFCs.

4. Mèxico y los Huecos de Ozono

Mèxico ha firmado y ratificado tanto la Convención de Viena Sobre la Protecciòn del Ozono como el Protocolo de Montreal. De acuerdo con la participaciòn distinguida que ha tenido nuestro país en los foros internacionales, la firma y la ratificaciòn de estos instrumentos pareciera ser sòlo consecuencia de la tradiciòn de mantener una diplomacia abierta y activa. Sin embargo, esta acciòn tiene una gran trascendencia porque -a diferencia de la Declaraciòn de Estocolmo, en la cual sòlo se reconoce la necesidad de atender los problemas ambientales-, ahora, el Gobierno mexicano ha manifestado un interès real por frenar el fenòmeno de la reducciòn de ozono y sobre todo, de prevenir sus efectos.

M E X I C O

Convenciòn de Viena		Protocolo de Montreal	
Firma	Ratificaciòn	Firma	Ratificaciòn
4/85	9/87	9/87	3/88

México ocupa uno de los cinco primeros lugares entre los países con mayores índices de contaminación, a nivel mundial. En comparación con el Derecho Ambiental de Estados Unidos -el cual tiene un papel muy importante en el país y es parte del Derecho Comùn-, en México, la legislación ambiental es muy general.

En el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se prevee la promulgación de las Leyes tendientes a la protección del medio ambiente. Hasta hoy en día, la única base del criterio ecológico es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Por ejemplo, en sus artículos 110 - 116, se contempla la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. Se establece que las Secretarías de Desarrollo Urbano y Ecología, de Salud, de Comercio y Fomento Industrial -dentro de sus atribuciones- intervendrán en la protección de la atmósfera.⁸⁴ En la práctica, se dificulta la formulación de decisiones del medio ambiente. Esto contrasta con la situación norteamericana, en donde la Jurisprudencia es la principal fuente para la interpretación de leyes, reglamentos y casos.

⁸⁴LGEEPA, ob. cit.

A continuaci3n, se presenta en forma comparativa, la legislaci3n relativa a la contaminaci3n ambiental de Mèxico y Estados Unidos. Se enlistan algunas diferencias entre ellas. Esto es con el prop3sito de indicar que si bien aùn es necesario afinar varios aspectos de nuestra legislaci3n, se cuentan con criterios generales.

Leyes Relativas a la Contaminaci3n Atmosfèrica

Mèxico

EUA

Ley General del Equilibrio Ecol3gico y Protecci3n Ambiental, LGEEPA.

National Environmental Policy Act, NEPA.

Reglamento de la LGEEPA, en materia de impacto ambiental.

Federal Clean Air Act, CAA.

Reglamento de la LGEEPA para prevenir y controlar la contaminaci3n atmosfèrica.

Emergency Planning and Community Right to Know Act, EPCRA.

Reglamento de la LEEEPA para la prevenci3n y control de la contaminaci3n generada por los vehiculos automotores que circulan en el D.D.F.

Resource Conservation and Recovery Act, RCRA.

MEXICO	EUA
Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental, LGEEPA	National Environmental Policy Act, NEPA

Diferencias

Es el criterio básico para la regulación de la protección ambiental

Objetivo principal: abatir los graves efectos de la contaminación.

Se divide en 6 títulos y está compuesta por 194 artículos:

Disposiciones generales
Áreas naturales protegidas
Uso responsable de recursos naturales
Protección ambiental
Participación social
Medidas de Seguridad

La política ecológica general y la restauración ecológica serán incluidas en el Plan Nacional de Desarrollo.

La evaluación del impacto ambiental es uno de los principales instrumentos de la política ecológica

SEDUE es la responsable de instrumentar esta Ley.

Es la base -"an umbrella"- para otras leyes ambientales.

Objetivo principal: asegurar un medio ambiente sano.

Se divide en 2 títulos:

La Política Nacional sobre el Medio Ambiente

El Consejo de Calidad del Medio Ambiente, CEQ

Sec. 105 de las políticas y objetivos de NEPA son complementarios de otras instituciones federales.

EL CEQ evalúa diferentes actividades, participa en la preparación del Informe sobre la Calidad Ambiental y recomienda la legislación adecuada.

La Agencia de Protección Ambiental participa en la instrumentación de estas medidas.

MEXICO	EUA
LGEPEA	CLEAN AIR ACT (CAA)

Diferencias

Propósito: controlar, reducir y prevenir la contaminación atmosférica.

Propósito: proteger y fortalecer la calidad del aire, en beneficio de la salud y el bienestar públicos.

La Calidad del Aire debe ser satisfactoria.

Existen Niveles Nacionales de la Calidad Ambiental.

SEDUE deberá establecer los reglamentos que especifiquen los niveles de contaminación del aire.

EPA publicó una lista de los contaminantes. (Secc. 110)

SEDUE requerirá del uso del equipo necesario para el control de la contaminación del aire.

Existen niveles nacionales de calidad ambiental para determinar el criterio de los contaminantes primarios y secundarios

No existe una lista de los principales contaminantes.

Se contemplan los contaminantes: SO-2, PM, CO-2, NOx, Pb.

Planes Estatales para la instrumentación de estas medidas (secc. 110)

Aspectos Similares

Objetivo

Control y abatimiento de la contaminación ambiental.

Fuente: LGEPEA, ob. cit., & Environmental Law Handbook. USA. Government Institute, 1989.

A partir de la dècada de los ochentas, el Gobierno mexicano empezò a darle mayor importancia al problema de la degradaciòn ecològica y sus efectos. En los inicios del periodo presidencial del Lic. Miguel de la Madrid, se formaron grupos especiales, los Foros de Consulta Popular, con la finalidad de propiciar la participaciòn de la poblaciòn en diferentes temas.

Por primera vez, se manifesto en forma pùblica la preocupaciòn por la situaciòn de la contaminaciòn del aire, del agua y del suelo. Así como los cambios del clima, la explotaciòn de recursos no renovables y la deforestaciòn. Como consecuencia de esto, se decidiò incluir en el Plan Nacional de Desarrollo, aspectos relativos al medio ambiente con el propòsito de "satisfacer las demandas de la poblaciòn en relaciòn a la calidad de la vida".

En Estados Unidos, el interès ambiental surgiò en 1970 y desde entonces se ha mantenido. El sector industrial tambièn, se encuentra involucrado en las cuestiones de la conservaciòn de la calidad ambiental. Esto no significa que todo este resuelto. Aùn existen varias cuestiones sin soluciòn, como es el caso de las ciudades de Los Angeles,

California, Chicago, Illinois y Nueva York, en donde las emisiones de automobiles e industrias todavìa no disminuyen la calidad del aire. Ademàs, expertos y parte de la poblaciòn discuten el còmo y dònde manejar problemas, tales como la disposiciòn de desechos sòlidos.

En Mèxico, otro de los avances en el control de la contaminaciòn es la creaciòn en 1982, de una Secretarìa de Estado, encargada especialmente de las cuestiones ambientales: la Secretarìa de Desarrollo Urbano y Ecologìa, SEDUE.⁸⁵ Si bien es cierto, que en comparaciòn con la Agencia de Protecciòn Ambiental de Estados Unidos,⁸⁶ SEDUE es una instituciòn nueva, existen antecedentes importantes en esta materia.

⁸⁵Decreto de Creaciòn de SEDUE. En Enmiendas y Adiciones de la Ley de la Administraciòn Pùblica Federal. Diario Oficial, Mèxico. Diciembre 29, 1982.

⁸⁶En Abril de 1970, el presidente Richard Nixon propusò la creaciòn de EPA, en inglès, Environmental Protection Agency. En ese mismo periodo, se estableciò el Consejo de Calidad Ambiental, en inglès Council Environmental Quality, y se iniciaron varios proyectos federales sobre impacto ambiental. El Congreso tambièn aprobò las enmiendas del Clean Air Act, con la finalidad de establecer los niveles necesarios de calidad del aire, en inglès, National Quality Standards. En Mayo de 1977, el presidente James Carter, solicitò un informe sobre los cambios probables en el medio ambiente, el cual estuvo listo en Julio de 1980, en dos volumenes Global 2000 Report to the President. Este informe representò el primer esfuerzo para atender problemas del medio ambiente desde una perspectiva a lrgo plazo. En el capitulo 13, vol. 2 se tratan las consecuencias ambientales proyectadas en ese momento.

Durante el periodo 1976 - 1982, la Secretaría de Salubridad y Asistencia, hoy en día, Secretaría de Salud, coordinó y planeó las políticas de salud. Básicamente, a través de la Subsecretaría de Mejoramiento Ambiental, se desarrollaron actividades para combatir la contaminación del agua y del aire. Además, se creó la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental, en la cual participaban representantes de las diferentes áreas de la administración pública federal, para intercambiar puntos de vista y tratar de diseñar planes para controlar la contaminación ambiental.

Sin embargo, mientras en México, se dieron los primeros pasos para integrar una estructura sólida para coordinar las acciones en beneficio del medio ambiente, en Estados Unidos se inició el debate sobre el calentamiento global y la reducción del ozono. Asimismo, en este país, durante la administración del presidente Ronald Reagan, se adoptó una política -en inglés, Multiple objective steps or no regrets policy-, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.⁸⁷

⁸⁷America's Climate Change Strategy, An Action Agenda. The White House. February, 1991.

En Estados Unidos, después del descubrimiento de que los CFCs podrían reducir la capa de ozono, EPA prohibió el uso de estos compuestos químicos, en 1978. A su vez, la legislación ambiental ha sido modificada para controlar sus emisiones. Cabe señalar, que no se ha contemplado la eliminación completa de la producción de CFCs.

En la actualidad, el Gobierno mexicano ha empezado a considerar de manera importante el problema de la contaminación. En el Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994, en el capítulo relativo al mejoramiento de la calidad de la vida, se delinear las medidas principales para controlar

la contaminación. Es por ello, que el ser parte de la Convención de Viena sobre la Protección del Ozono y del Protocolo de Montreal, significa que México va a empezar a tomar acciones concretas en la lucha contra el fenómeno del deterioro ambiental.

Conclusiones

Despuès de haber examinado los principales aspectos del fenómeno de la reducciòn de ozono en la capa de la estratòsfera, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Se considera una realidad la existencia del fenómeno del Hueco de Ozono. El consenso entre la comunidad científica y la esfera internaciònal, pasò por un proceso de cerca de 20 años, antes de ser aceptado este problema.

Por eso, es importante crear una consciencia del papel que desempeñan las políticas ambientales, no sòlo de manera científica, sino tambièn en el contexto mäs amplio de las cuestiones jurìdicas, econòmicas y sociales.

Tanto los paìses industrializados, como aquellos con un menor grado de desarrollo, deben demostrar interès para cooperar en el control del fenómeno de la destrucciòn de la capa de ozono, para mantener los niveles de calidad humana.

Se deben fortalecer los instrumentos jurìdicos, a nivel

nacional e internacional, a fin de disminuir la realizaci3n de actividades que contaminan. Principalmente, para controlar las actividades de las empresas qu3micas y establecer sanciones en caso de incumplimiento.

Asimismo, es importante la promoci3n del cuidado del medio ambiente en los diversos foros mundiales. A nivel nacional, en las diferentes instituciones educativas.

Ante la evidencia de que la presencia de los clorofluorocarburos y otros gases de efecto invernadero, pueden reducir el ozono en la estrat3sfera, es necesario continuar en la lucha por la prohibici3n total de estos productos qu3micos.

La Convenci3n de Viena sobre la protecci3n de la capa de ozono y el Protocolo de Montreal, representan un avance significativo en la disposici3n de la comunidad internacional, principalmente de los pa3ses con mayor producci3n de CFCs, por controlar el fen3meno. Sin embargo, deber3 insistirse en su eliminaci3n en la mayor medida posible. Esto, a su vez, obliga a revisar en su conjunto el fen3meno de los huecos de ozono, y planear

las acciones en el futuro inmediato, con la finalidad de disminuir este fenómeno y evitar que se produzca en igual magnitud en el Hemisferio Norte.

La posibilidad de sorpresa, deberá ser considerada en gran magnitud. Al tratarse de la intervención de la naturaleza, es difícil asegurar en un 100% el comportamiento preciso del fenómeno.

Las relaciones bilaterales y multilaterales son un elemento esencial en la cooperación para combatir este fenómeno. Deberá insistirse en una especie de nueva diplomacia y nuevas instituciones que contribuyan a manejar adecuadamente la creciente "interdependencia ambiental."

Actualmente, los modelos de negociación internacional, como el Derecho del Mar e incluso, la propia Convención de Viena sobre la protección de la capa de ozono, resultan contradictorios en relación a la urgencia del fenómeno de la reducción de ozono y el calentamiento del clima global. Un período de 15 años para negociar y firmar un convenio, sumados al tiempo que se lleva la ratificación del mismo y la instrumentación de mecanismos

a nivel interno de cada país, retrasan las decisiones y por tanto, la solución del problema. De aquí la necesidad de construir un marco de referencia de decisiones y acciones que sirvan de base para lograr un acuerdo internacional efectivo sobre el fenómeno del Huevo de Ozono y el aumento de la temperatura mundial.

Si bien es cierto que los esfuerzos para resolver los problemas ambientales, se dificultan porque las fuentes de contaminación son amplias y de diversa naturaleza y porque los efectos de la mayor parte de las clases de contaminantes sobre la salud humana son inciertos. Es una realidad que la liberación de clorofluorocarburos sintéticos pueden alterar la abundancia de ozono en la estratosfera y ocasionar, por consiguiente, el flujo de radiación ultravioleta en la superficie de la Tierra. Esto es motivo suficiente para empezar a prevenir los efectos de los cambios climáticos.

Lo más importante es considerar que los nuevos fenómenos ambientales, obligan a analizarlos desde una perspectiva global. Las fronteras son rebasadas por ellos y se requiere la cooperación global para controlarlos, efectivamente.

Por lo tanto, es necesario alertar a las autoridades tanto nacionales, como internacionales de la existencia de los fenómenos potencialmente serios, particularmente, el caso de la reducción de ozono, por los daños biológicos y económicos que puede ocasionar. A su vez, desarrollar programas enfocados hacia la disminución de emisiones de CFC y de otros gases de efecto invernadero, sobre todo en los países que han heredado las tecnologías de los países industrializados. Lo más importante, será la adopción de una reglamentación mundial con restricciones necesarias para combatir la contaminación.

Fuentes de Información**Bibliográficas**

- Barry, Roger & Richard J. Chorley, **Atmosphere, Weather and Climate**. 5a.ed. Gran Bretaña. Methven, 1987, 460 p.
- Benedick, Richard, **Ozone Diplomacy: New directions in safeguarding the planet**. EUA. Harvard University Press, 1991, 300 p.
- Bernard, Harold, Jr. **The Greenhouse Effect**. EUA. Ballinger Publishing Company, 1980, 189 p.
- Berrat, Brown Michael, et.al. (eds) **Recursos y Medio Ambiente. Una perspectiva socialista**. España. Ed. Gustavo Gilly, 1978.
- Budyko, M.I. **The Earth's Climate: Past and future**. EUA. National Academy Press, 1982, 307p.
- Budyko, M.I. & Golitsyn, G.S. & Israel, Y.A. **Global Climate Catastrophes**. USA. Springer-Verlag, 1988, 99p.
- Caldwell, Lynton, **International environmental policy: Emergence and dimensions**. 2a.ed. EUA. Duke University Press, 1991.
- Carbon dioxide and climate: A second assesment**. EUA. National Academy Press, 1982.
- Causes and effects of stratospheric ozone reduction: an update**. EUA. National Academy Press, 1982, 339p.

- Confronting climate change: Strategies for energy research and development.** EUA. National Academy Press, 1990, 128p.
- Controlling nitrogen oxides. Research summary.** EUA. EPA, 1980, 23p.
- Dasmann, Raymond, Un planeta en peligro.** México. Sepsetentas, 1972, 173p.
- Díaz, Luis Miguel, Responsabilidad del Estado y Contaminación.** México. Eed. Porrúa, 1982.
- Environmental impact of stratospheric flight: Biological and climate effects of aircraft emissions in the stratosphere.** EUA. National Academy of Sciences, 1975, 348p.
- Environmental Law Handbook.** 10a. ed., EUA. Government Institute, 1989.
- Firor, John, The changing atmosphere: A global challenge.** EUA. Yale University Press, 1990, 145p.
- Glantz, Michael & Richard Katz & Marla Krenz (eds), Climate crisis.** EUA. UNEP/NCAR, 1987, 103p.
- Global tropospheric chemistry: A plan for action.** EUA. National Academy Press. Global tropospheric chemistry panel, Board of atmospheric sciences & climate, Commission on physical sciences, mathematics and resources, National research council. 1984, 194 p.
- Green, Fitzhugh, A change in the weather.** EUA. W.W. Norton and Company, Inc., 1977, 248p.
- Gribbin, John, Carbon dioxide, climate and man.** Gran Bretaña. International Institute for Environment and Development, 1981, 64p.

Hemel, Eric & Clifford G. Holderness, **An environmentalist's primer on weather modification.** EUA. Stanford Environmental Law Society. 1977, 106 p.

Kondrat'ev, K. (ed), **Radiation characteristics of the atmosphere and the earth's surface.** [trad. del ruso]. Published for the National Aeronautics and Space Administration and the National Science Foundation. EUA. Amelinded Publishing Co., New Dehli, India, 1973.

López Portillo, y Ramos Manuel (compilador), **El medio ambiente en México: Temas, problemas y alternativas.** México. FCE, 1982, 429 p.

Maunder, W.J., **The human impact of climate uncertainty: Weather information, economic planning, and business management.** Gran Bretaña. Routledge, 1989, 170p.

Meek, Roy & John Straayer (eds) **The politics of neglect: the environmental crisis.** EUA. Houghton Mieffin Co., 1971.

Mc Cormac, B.M. (editor), **Introduction to the scientific study of atmospheric pollution.** Holanda. D.Reidel Publishing Co., 1971, 169 p.

Mintzer, Irving, **A matter of degrees: The potential for controlling the greenhouse effect.** EUA. World Resources Institute, 1987, 60 p.

Nuestra propia agenda. BID/PNUD, 1990.

Ozone depletion, greenhouse gases, and climate change. EUA. National Academy Press, 1989, 122 p.

Ruffner, James & Frank Bair, **The Weather Almanac.** 3a.ed. EUA. Gales Research Company Book Tower, 1981.

- Sánchez, Vicente & Beatriz Guiza, **Glosario de términos sobre el medio ambiente**. México. El Colegio de México, 1982, 109 p.
- Seara, Vázquez Modesto, **La hora decisiva**. México. Joaquín Mortíz/Planeta, 1986, 334 p.
- Sprout, Harold & Margaret Sprout, **The context of environmental politics. Unfinished business for America's third century**. EUA. The University Press of Kentucky, 1978.
- Stonehouse, B. (editor), **Artic air pollution**. EUA. Cambridge University Press, 1986, 328 p.
- Stratospheric ozone 1988**. Gran Bretaña. United Kingdom Stratospheric Ozone Review Group. 2nd. report, 1988.
- SSA, **Primer simposium sobre problemas de contaminación ambiental en México. Ponencias**. México, 1973.
- The New Enciclopedia Britannica**. 15a. ed., EUA. 1991.
- World Resources Institute & UNEP & UNDP, **The World Resources 1990 - 91: A guide to the global environment**. EUA. Oxford University Press, 1990.
- Yearbook of International Organization**. EUA. Union of International Associations, 1985/1986.

Hemerográficas

Abelson, Philip, "New technologies for chlorine-containing solvents". **Resources for the future**. EUA. Spring 1987, no. 87, pp. 6-8

"Adapting to life in a greenhouse". **Resources for the future**. EUA. Octubre 1981, no. 68

"Carbon dioxide emissions and global warming" **Resources for the future**. EUA. Spring 1991, no. 103.

"Dialogo del nuevo mundo sobre medio ambiente y desarrollo en el mundo occidental". **Pacto para un Nuevo Mundo**. World Resources Institute. EUA, octubre 1991.

"Entering the twenty-first century. The global 2000 report to the president". **Resources for the future**. EUA. Spring 1981, no. 66, pp. 19-21

Gough, Michael, "Environmental Exposures and cancer risks". **Resources for the future**. EUA. Winter 1990, pp. 9-12

Haftendorn, Helga, "The security puzzle: Theory building and discipline building in international security". **International Studies Quaterly**. EUA, Junio 1991, Vol. 35, no. 2.

Hecht, Susana, "La evolución del pensamiento agroecológico". **Agricultura y Desarrollo**. Chile. Clades, Marzo 1991, año 1, no.1.

Keohane, Robert, "Coperation and International Regimes". **International Political Economy: A Reader**. EUA. Harper Collins Publishers, 1991,

- Kneese, Allen, "Confronting future environmental challenges." **Resources for the future**. EUA. Spring 1990, no. 99, pp. 15-17
- Krupnick, Alan, "Economics and the environment ozone standard". **Resources for the future**. EUA. Summer 1988, pp. 9-12
- Lizarraga, Jorge A., "La destrucción de la capa de ozono". **Ciencia y Desarrollo**. México. Abril 1979, no. 25, pp. 123 - 126
- Mathews, Jessica, "The Environmental and International Security". **World Security**. EUA, 1991.
- McIntyre, M.E., "On the Antarctic ozone hole". **Journal of Atmospheric and terrestrial physics**. Gran Bretaña. Pergamon Press. Vo. 51, no. 1, Enero 1989, pp. 29-43
- Morrisette, Peter, "Negotiating agreements on global change". **Resources for the future**. EUA. Spring 1990, no.99, pp. 8-11
- Portney, Paul, "Taking the measure of environmental regulation". **Resources for the future**. EUA. Spring 1990, no.99, pp. 2-4
- "Problemas de la capa de ozono". **Universitas**. México. Vol. XXV, no. 1, Octubre 1987.
- "Reflexiones sobre los riesgos actuales de la capa de ozono en la atmósfera". **Universitas**. México. Vol. XIII, no. 9, 1976.
- Rosenberg, Norman, "Climate change: A primer." Part 2. **Resources for the future**. EUA. Spring 1987, no. 87, pp. 6-8

Rowlands, S. "Chlorofluoromethane and stratospheric ozone. A scientific status report" *New Scientist*, Octobre 1975.

"Spray cans and ozone depletion". *Resources for the future*. EUA. Spring 1981, no. 66

"The environmental data dilemma" *Resources for the future*. EUA. Spring 1981, pp. 22-23

Walt, Stephen, "The renaissance of security studies". *International Studies Quarterly*. EUA. Junio 1991, Vol. 35, no. 2

Otras

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. **Diario Oficial**. México, 28 de Enero de 1988.

Ley Federal de Protección al Ambiente. **Diario Oficial**. México, 30 de Diciembre de 1981.

Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental. **Diario Oficial**, México, 12 de Marzo de 1971.

Decreto por el que se reformaron, adicionaron y derogaron diversas disposiciones de la Ley Federal de Protección al Ambiente. **Diario Oficial**, México, 27 de Enero de 1984.

Decreto de creación de SEDUE. En Enmiendas y adiciones de la Ley de la Administración Pública Federal. **Diario Oficial**. México, Diciembre 29, 1982.

Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994. **Diario Oficial**, México, 31 de Mayo de 1989.

Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Septiembre 1987.

Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer, Marzo 1985.

Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Estocolmo, 5 al 16 de Junio de 1972. Nueva York, EUA. ONU, 1973.

I N D I C E

	Pg.
Introducció	i
Primera Parte: Atmósfera y Contaminación	1
1. Características generales de la Atmósfera	4
1.1. Composición	4
1.2. Altura de la atmósfera	8
1.3. Importancia de la atmósfera	8
1.4. Capas de la atmósfera de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas	9
1.4.1. Tropósfera	9
1.4.2. Estratósfera	10
1.4.3. Mesósfera	11
1.4.4. Ozonósfera	12
1.4.5. Ionósfera	12
1.5. La presión atmosférica	13
2. Contaminación	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Definición	24
3. La atmósfera, un medio en donde se presenta la contaminación	27
3.1. Agentes contaminantes	31
3.1.1. Metano en la atmósfera	32
3.1.2. Aerosoles atmosféricos	33
3.1.3. Dióxido de carbón	37
3.1.4. Gases raros	44

Segunda Parte: Los Huecos de Ozono en la Antártida 47

- 1. Aspectos generales del Antártico 51
- 2. La Antártida 57
- 3. El descubrimiento de los Huecos de Ozono en la Antártida 62
- 4. La capa de ozono 66
 - 4.1. Importancia del ozono 66
 - 4.2. La destrucción del ozono en la estratosfera 71
 - 4.3. Los clorofluorocarburos en la estratosfera 73

Tercera Parte: Los Huecos de Ozono: Legislación y Políticas Ambientales 81

- 1. Convenciones Internacionales sobre Contaminación Atmosférica 86
 - 1.1. Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente 86
 - 1.2. Carta Mundial de la Naturaleza 87
 - 1.3. Convención de Viena sobre la Protección de la Capa de Ozono 88
 - 1.4. Protocolo de Montreal 90
- 2. Otros mecanismos para prevenir y controlar la contaminación atmosférica 95
 - 2.1. Organización de las Naciones Unidas .. 96
 - 2.1.1. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA .. 96

3. Cronología de los Huecos de Ozono	99
4. México y los Huecos de ozono	107
Conclusiones	116
Fuentes de Información	121
Bibliográficas	121
Hemerográficas	125
Otras	128
 Indice general	
 Indice cuadros y mapas	

INDICE DE CUADROS Y MAPAS

	pg.
Composiciòn de la Atmòsfera	5
Deforestaciòn en Amèrica Latina y El Caribe, 1980 - 1989	42
Contribuciòn al calentamiento global, 1980-2030	43
Posible desintegraciòn del Antàrtico	53
La Antàrtida	57
Fotografia de los Huecos de ozono sobre el Polo Sur, 1989	61
Gases de efecto invernadero y sus fuentes antrò- picas	75
Consumo global de CFC, por regiòn, 1986	78
Mèxico: Convenciòn de Viena y el Protocolo de Montreal	107
Leyes Relativas a la Contaminaciòn Atmosfèrica Mèxico y Estados Unidos	109
LGEEPA y NEPA: Diferencias	110
LGEEPA y Clean Air Act	111