

# Ambiente y Cambio Climático, una reseña de sus efectos más relevantes en la República Bolivariana de Venezuela

**SANTIAGO RAMOS  
OROPEZA**

Universidad Central de  
Venezuela, Facultad de Ciencias,  
Instituto de Zoología y Ecología  
Tropical.  
ramosantiago@gmail.com

## RESUMEN

Durante el año 1988 las Naciones Unidas, a través del “Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático” (IPCC), procedió a evaluar e integrar los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático. Venezuela (RBV) en el año 2005 presentó ante el IPCC su Primera Comunicación Nacional sobre la materia, destacaron en ella la contaminación y la deforestación, las descargas de efluentes domésticos e industriales, la degradación de los suelos y el mal uso de plaguicidas, una producción de 2,9 millones de bbl/d de petróleo, un consumo de 453.000 bbl/d y un inventario de gases con efecto invernadero de 99.787 Gg de CO<sub>2</sub>eq, con emisión de 114.147 Gg y absorción de solo 14.360 Gg, En el 2017 la RBV presentó su Segunda Comunicación Nacional con un incremento de 37% en las emisiones que representó la diferencia más significativa respecto a la Primera Comunicación. El presente trabajo hace una reseña crítica de esos procesos y de los retos que imponen la ejecución de políticas públicas para minimizar y adaptarse al cambio climático, particularmente aquellas que implican la explotación de la faja petrolífera (FAPO) y simultáneamente el arco minero (AMO) adyacente a la anterior, como los más relevantes en relación a la conservación ambiental. En general se hace un enfoque sobre la conservación y el manejo sustentable como parte de las metas de la Agenda 2030 de la ONU para América Latina, enfocadas en aspectos de nuestra ecología y la repercusión del cambio climático sobre la resiliencia ecosistémica y la salud pública en la RBV. La discusión y conclusiones apuntan hacia el apego a los 17 objetivos de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

**Palabras clave:** Cambio climático; Conservación ambiental; Mitigación; Adaptación; Resiliencia.

**Environment and Climatic Change. A review of the more relevant effects in the Bolivarian Republic of Venezuela**

## ABSTRACT

By 1988 the United Nations, through The Intergovernmental Panel on Climate Change Specialists (IPCC) promoted the evaluation and integration of scientific, technical, and

socio-economic knowledge on climatic change. By 2005, The Bolivarian Republic of Venezuela (RBV) presented its first National Communication on this matter to them. It remarked contamination and deforestation, non or poorly treated effluents either industrial and domestic discharges, soil degradation, and bad use of pesticides as major problems, this communication also reported oil production of 2,9 million daily barrels and internal consumption of 453,000 daily barrels, in addition, net emission of the greenhouse effect gases was 99,787 Gg of CO<sub>2</sub> equivalents, with a gross emission of 114,147 Gg and absorption of 14,360 Gg. In 2017 the RBV presented its Second National Communication reporting an increment of 37% in emissions as the most significant difference concerning for to the first one. The present work makes a critical resemblance of all these processes and challenges imposed by the execution of public policies to minimize climate change effects and adapt to them, particularly to those that imply exploitation of the Orinoco's Oil Belt (FAPO) and simultaneously the adjacent mining bow (AMO). In general, discussion is focused on conservation and sustainable resource management as part of the goals to achieve objectives of the 2030 UN agenda for Latin America, it also is centered on aspects of our ecology and system resilience, and the repercussion of climatic changes on the public health in the RBV. Conclusions point toward convenience to adhere to the 17 objectives in the United Nations 2030 Agenda.

**Keywords:** Climatic change; Environmental conservation; Mitigation; Adaptation; Resilience.

## INTRODUCCIÓN

No hay duda de que la población humana actual está sufriendo los efectos del cambio climático en todas las facetas de la vida. Así pues, se debe pensar en cómo atenuar sus efectos y adaptar la vida a tales cambios, se puede asegurar que progresivamente van a seguir llegando. Se debe entonces generar conocimiento al respecto y dejarlo como legado a las generaciones futuras para que puedan entender los efectos de las nuevas condiciones, y así poder vivir en un mundo casi distinto al de hoy. Las Naciones Unidas desde hace varios años ya, han dado el paso inicial, en 1988 formaron un organismo para trabajar en conjunto este problema, así se ha creado, el IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change), con el fin de facilitar evaluaciones

integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

El cambio climático global puede considerarse como un fenómeno emergente con una distribución no equitativa sobre la Tierra, se expresa progresivamente y a largo plazo. El fenómeno se evidencia en términos del cambio, con significancia estadística, de las condiciones promedio del tiempo atmosférico, y en la distribución de las condiciones del tiempo alrededor de su valor promedio (Wu *et al.* 2016). Los mayores riesgos y consecuencias que trae consigo el cambio en el clima, si bien lo padece toda la humanidad, lo sufren con mayor severidad las poblaciones más pobres por tener menos recursos y conocimientos para mitigarlos y adaptarse a ellos, en contraste paradójico, son estas poblaciones las que menos contribuyen en la emisión de gases generadores del efecto invernadero.

De acuerdo a la Agencia Ambiental Europea (EEA 2008), la temperatura promedio de la superficie terrestre aumentó en 0,74°C en el siglo XX y las proyecciones estiman un aumento entre 1,5 y 5,8°C de la temperatura en el siglo XXI, acompañadas con la aparición de temperaturas extremas anómalas, inundaciones y sequías que afectarán la fauna y flora mundial (IPCC 2001).

Cuando se habla entonces de la relación entre el cambio climático y el medio ambiente hay que considerar estas interacciones en varias dimensiones. La más sencilla es desde luego, al nivel individual, comienza por la incertidumbre que genera tener que vivir en un medio menos predecible, es así un factor común con el efecto pernicioso de la pandemia del Covid 19 con las distancias del caso, al punto que puede producir miedo hasta el grado de pánico. Por otra parte, en el grupo familiar y en la comunidad comienza por cambiar su vida al inducir conductas preventivas que antes no existían, como por ejemplo prevención contra las inundaciones y sequías prolongadas, contra los eventos catastróficos como huracanes, tornados y tsunamis, luego con efectos muy graves cuando estos eventos tienen lugar, ya que producen muerte y personas seriamente afectadas en su salud y con pérdidas materiales que pueden ser de gran magnitud para un pueblo, ciudad o incluso una nación.

Al considerarse las interacciones a un nivel más amplio, aparecen las consecuencias sobre la salud pública, sobre la economía, incluyendo los niveles básicos de producción y sobre la estabilidad funcional de las sociedades. Toda vez que se afectan los patrones que definen los climas en cada región y los

valores usuales de las variables climáticas, ello termina por afectar cosechas, manejo de rebaños, e incluso las modalidades de extracción y manejo de diversas materias primas. Todas estas alteraciones traen consigo un cambio en los métodos de producción, una disminución neta en la producción misma y en la mayoría de los casos, una combinación de ambas, que significa un aumento en los costos de producción y una escasez en muchos productos con una consecuencia negativa sobre las economías que sufren estos embates. En este contexto, la República Bolivariana de Venezuela (RBV) viene participando de la iniciativa mundial coordinada por el IPCC.

### **PRIMERA COMUNICACIÓN NACIONAL**

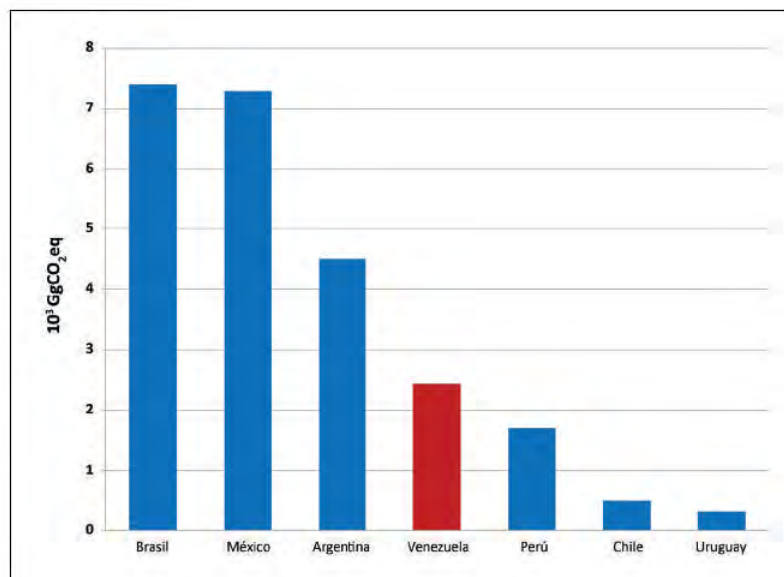
En el año 2005 la República Bolivariana de Venezuela (RBV) presentó su Primera Comunicación Nacional (MARNR, 2005), en ella se destaca que Venezuela es uno de los 10 países megadiversos, entre sus retos ambientales más relevantes estaban los problemas existentes de contaminación y deforestación. Por otra parte, las descargas de efluentes residuales domésticos no tratados o con escaso tratamiento, fueron importantes en la contabilidad de las fuentes de contaminación, así como la degradación de los suelos y el uso poco controlado de plaguicidas. Sin embargo, al ser Venezuela un país cuya economía se basa fundamentalmente en la explotación petrolera, con reservas probadas de hidrocarburos de 77,8 mil millones de barriles en sus cuatro cuencas sedimentarias mayores; Maracaibo, Falcón, Apure y Oriente, además de los cientos de miles de millones de barriles de crudo extrapesado de la Faja del Orinoco (FAPO). Para el año 2.000 la producción era de 2,9 millones de barriles día, a su vez consumía localmente unos 453.000 bbl/d, considerada para entonces como un gran productor, era también un importante refinador, tal que PDVSA operaba uno de los sistemas más grandes del continente con una de las refinerías de mayor capacidad local estimada en 1,3 millones de bbl/d. En consecuencia, al presentar en esta primera comunicación, su inventario de gases con efecto invernadero (GEI), realizado en 1999 ajustado a las directrices del (IPCC) revisión de 1996, contabilizó una emisión neta de 99.787 Gg de CO<sub>2</sub>, producto de la emisión de 114.147 Gg por todas las fuentes consideradas y la absorción de 14.360 Gg, que incluía emisiones de 2.950 Gg de CH<sub>4</sub>, 52,00 Gg de N<sub>2</sub>O y 369 Gg de NO<sub>2</sub>, de los cuales 106.117 Gg de CO<sub>2</sub> fueron emitidos debido al consumo de energía. De dicho total, 102.564 Gg fueron causados por la quema de combustible, donde los mayores aportes vinieron de

las compañías generadoras de energía, luego el transporte y finalmente las industrias manufactureras y de la construcción.

### **SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL**

Para el año 2017 la RBV presentó su segunda comunicación ante el IPCC, en esta segunda evaluación reportó un incremento de 37% respecto al inventario del año 1999. La emisión total de GEI realizada en el año 2010 alcanzó los 243.380 Gg de CO<sub>2</sub>eq (Gg CO<sub>2</sub>eq), compartida como 124.979 Gg de CO<sub>2</sub>, 5.011 Gg de metano (CH<sub>4</sub>) y 43 Gg de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), 52%, 43% y 5% respectivamente, estimados como CO<sub>2</sub>eq para unificar la estimación. La contribución de cada sector al total de la emisión nacional fue de: 84% (203.399 Gg CO<sub>2</sub>eq) en el Sector Energía, 12% (26.921 Gg CO<sub>2</sub>eq) en el Sector Procesos Industriales y Uso de Productos (PIUP), 2% (6.664 Gg CO<sub>2</sub>eq) en el Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (ASOUT) y finalmente 2% (6.395 Gg CO<sub>2</sub>eq) en el Sector Desechos. Este incremento en la emisión fue consistente, según establece la segunda comunicación, con un incremento de la población de 20% y del producto interno bruto (PIB) de 50%, añade que el sector PIUP incrementó la emisión de GEI en más de 200%, como resultado de la inclusión de la categoría de la producción de hierro, no incluida en el inventario del año 1999. El Sector Energía incrementó la emisión de GEI en 42% debido a una mayor emisión del Subsector Transporte y a un aumento en las emisiones fugitivas en forma de metano durante la producción de petróleo y gas. A pesar de que Venezuela es un país petrolero, su contribución a la emisión global del año 2010 fue de 49.500.000 Gg CO<sub>2</sub>eq que contó solo por el 0.49% del total emitido, lo que le colocó dentro de la categoría de países de baja emisión (Fig.1), tanto a nivel global como regional. Sin embargo, en términos per cápita la emisión nacional se encuentra por encima de la media global.

Analizar estos resultados en detalle trae consigo la evidencia de que los factores principales para la adaptación y mitigación al cambio climático derivan, en primer lugar, de las políticas y medidas que se diseñan por consenso al nivel internacional, por lo que tiene sentido el fortalecer las iniciativas globales que ha emprendido la organización de las Naciones Unidas, en segundo término, aquellas que se diseñan por los gobiernos en función de sus realidades específicas, pero también es muy importante la reflexión y las acciones de las sociedades respecto a sus modelos y estilos socioeconómicos. Así por ejemplo, de los resultados presentados en la Segunda



**Figura 1.** Emisiones de GEI de algunos países latinoamericanos para el año 2010.

Fuente: 2da. Com. Nac. Cambio Climático. (MINEC, 2017).

Comunicación Nacional Venezolana, se desprende que la emisión del Sector PIUP fue debida en primer término a la industria metalúrgica con 19.537 Gg de CO<sub>2</sub>eq., le siguen las emisiones de la industria de los minerales con 3.785 Gg de CO<sub>2</sub>eq y la industria química con una emisión de 3.588 Gg de CO<sub>2</sub>eq., la producción de hierro y acero aparece como la principal actividad responsable de emisión de GEI con 19.099 Gg CO<sub>2</sub>eq., la de cemento con 3.640 Gg de CO<sub>2</sub>eq., y la de amoníaco con 2.150 Gg de CO<sub>2</sub>eq. Como puede verse, estos procesos son fundamentales para el desarrollo industrial del país, incluyen las industrias básicas y pesadas, por lo que requieren de un trabajo especial que permita el diseño específico, que además considere otras actividades que coinciden espacialmente, tal es el caso de las actividades mineras a cielo abierto, que van desde la extracción de oro y diamantes, hasta las de bauxita y otros minerales.

El Sector ASOUT fue el principal sumidero, con una absorción de 89.977 Gg de CO<sub>2</sub> por los bosques que permanecen como tales, mientras que las principales fuentes de emisión fueron las tierras incorporadas a la agricultura con 59.738 Gg de CO<sub>2</sub>, seguida de la emisión de metano por fermentación entérica con 17.853 Gg de CO<sub>2</sub>eq, lo que

significó un 48%, 32% y 10% del balance de emisión, al considerar el total de emisiones del sector en valores de CO<sub>2</sub>eq. Nuevamente la acción antrópica se convierte en un factor clave para la reducción de GEI. Por una parte se requiere de la conservación conciente de los bosques actuales que ejercen el papel de secuestradores de carbono, tanto en su biomasa como en los compartimientos de descomposición, reciclamiento y reabsorción de carbono que implica el carbono en la hojarasca, el suelo y los compartimientos vivos de la compleja comunidad de la rizósfera con una muy alta tasa de recambio (Wang *et al.* 1989), lo que involucra a comunidades efímeras de cianobacterias, hongos, invertebrados de diversos géneros y la acción de los factores edáficos locales, que dependen de su bioquímica y de procesos geo-morfopedológicos. No hay duda que la naturaleza tiene sus propios mecanismos regulatorios y compensatorios, pero el hombre puede conscientemente favorecer estos procesos.

Este no ha sido el caso de Venezuela, en la cual una alta tasa de deforestación ha convertido al bosque deciduo en un ecosistema relicto, particularmente en el eje norte llanero, zona de las cuencas altas de los tributarios que drenan al río Orinoco. Primero, por la sobreexplotación y la intervención de las masas

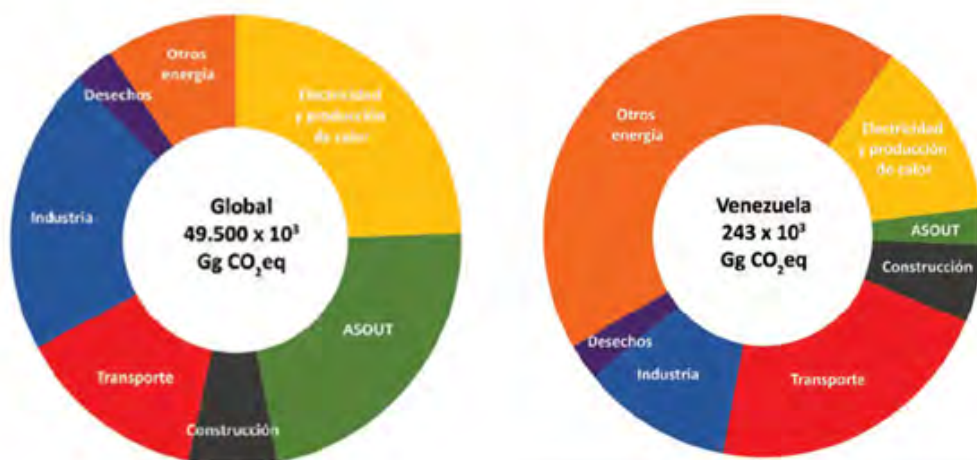
boscosas, luego el uso de la quema y la tala para clarear nuevas áreas de suelos fértiles para el uso agrícola. Hoy día se ha llegado a estadios graves que han secado ríos, convirtiéndolos en cauces intermitentes que recogen la escorrentía solo en épocas de lluvias. Es necesario encontrar un balance entre las áreas poco intervenidas, ocupadas por ecosistemas nativos capaces de mantener nuestra alta biodiversidad, y por otra parte, utilizar las tierras para sistemas productivos que provean los alimentos, generen trabajo y la base estable para el desarrollo de una agroindustria. La comprensión de esta realidad se convierte en una necesidad para mitigar las emisiones en este sector, es imperativo la implementación de sistemas productivos agroecológicos, tomando en cuenta el buen funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos, lo que implica además la reducción drástica del uso de agroquímicos, la rotación de cultivos, las unidades productivas de policultivos y permacultivos, fijando como meta la optimización de la producción bajo metodologías agroecológicas de sistemas sustentables. El carácter ambiental de la agroproducción bajo el concepto de un balance entre los sistemas naturales y los manejados pretende encontrar un nivel fiable de estabilidad, resiliencia y adaptabilidad, a su vez se conjuga con un enfoque económico basado en productividad, eficiencia y eficacia enmarcados en la discusión social sobre equidad (Gutiérrez-Cedillo *et al.* 2008). Es imprescindible concebir el valor central de la equidad como un legado de capitales compuesto por el factor social, el económico y el natural valorados desde las generaciones actuales hacia las siguientes. El logro de este valor primordial requiere la comprensión del funcionamiento de los sistemas naturales desde el punto de vista ambiental, de la conservación de su capacidad de mantener la actividad socioeconómica dentro de los límites permisibles previstos. Este enfoque llamado de los sistemas adaptativos complejos (Torres-Lima *et al.*, 2011), permite el análisis disciplinario de tipo ambiental, social y económico. Por su parte, la visión coevolutiva del agrosistema (Gutiérrez-Cedillo *et al.*, 2008) propone que las sociedades interactuarán con su ambiente local, enriqueciéndolo o degradándolo de acuerdo con el conocimiento y valoración que tengan de él. A su vez, el ambiente responderá proporcionando a la sociedad recursos de alta o baja calidad, según el nivel de degradación a que haya sido sometido.

El Sector Desechos, por su parte, emitió principalmente metano ( $\text{CH}_4$ ) originado por la actividad de disposición final de desechos sólidos municipales con 4.466 Gg de  $\text{CO}_2\text{eq}$ , lo

que hace pensar nuevamente en el estilo de vida consumista, generador de grandes masas de desechos que contribuyen a esta categoría de emisiones. Los elementos culturales urbanos, asociados a métodos industriales para la manufactura de productos de consumo masivo, vienen a agravar estos impactos, tal es el caso del uso indiscriminado de los plásticos en una alta gama de formatos, los cuales contaminan las fuentes de agua, incluyendo los océanos, adicionalmente el mal manejo de las aguas servidas y los efluentes industriales, han venido eutrofizando las fuentes y reservorios utilizados para el agua potable y las fuentes de riego, contribuyendo así a crear una crisis por los déficits de agua potable, indispensables para la vida humana. Venezuela exhibe un caso singular en esta categoría en la cuenca del lago de Valencia (González *et al.* 2011) por su alta contaminación, eutrofización y aumento de su volumen inundando las áreas urbanas aledañas, que se han extendido hasta el reservorio Pao-Cachinche (Gómez y Pérez-Godoy, 2012). Un caso similar en cuanto a los altos niveles de contaminación ocurre en la cuenca del río Tuy, en los estados Aragua y Miranda. De acuerdo a los resultados obtenidos por Meléndez *et al.* (2017), la cuenca del Río Tuy presenta sus mayores valores de contaminación por los elementos Na, K, Ca, Mg, Cl,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{HCO}_3^-$  en las zonas de Guayas, Ocumare, Lagartijo, Santa Teresa y Aragüita, atribuidos a las descargas domésticas e industriales aledañas a estas localidades, así como en la entrada de los afluentes contaminados representados por las quebradas de Cúa, Charallave y los ríos Guaire y Caucagua.

En términos generales la emisión total de la RBV la coloca entre los países de bajas emisiones como se señaló en la Fig. 1, pero también el patrón de sus fuentes de emisiones difiere considerablemente del patrón global como se aprecia en la Fig. 2.

Al momento, el país a pesar de la crisis actual, está en capacidad de implementar políticas adecuadas para la mitigación de los impactos del cambio climático, la más importante de estas es sin dudas la reducción permanente de las emisiones de GEI. La situación actual que vive la industria petrolera nacional, más allá del análisis de sus causas, ha forzado una reducción drástica de las actividades extractivas y refinadoras, lo cual ha traído una disminución de los impactos negativos asociados a estas actividades y de la generación de pasivos ambientales, aun cuando se han registrado varios derrames importantes de crudo durante el año 2020. Venezuela en este momento tiene como elementos fundamentales para el desarrollo económico, la explotación de dos poligonales



**Figura 2.** Esquema comparativo del patrón de emisiones globales versus el patrón de la RBV.

**Fuente:** 2da. Com. Nac. en Cambio Climático (Minec, 2017).

contiguas de su territorio: la Faja Petrolífera (FAPO) a la margen izquierda del Orinoco y el Arco Minero (AMO) a la margen derecha. En primer término, se trata de explotaciones extractivas de alto impacto sobre el ambiente que se realizan sobre la cuenca del río Orinoco, la más importante sin duda, para la salud ambiental y económica del país. Si bien no se puede frenar el desarrollo económico, es imperativo que no se cometan los mismos o peores errores que en el pasado reciente, los que costaron la buena salud de la cuenca del Lago de Maracaibo y de la cuenca del Lago de Valencia. Si como reza nuestra Constitución vigente en el Título III, Capítulo IX: Los Derechos Ambientales, artículos 127, 128 y 129, entonces queda muy claro, primero la obligación del Estado como garante de la buena salud de los ecosistemas implícitos en ambas poligonales, esto es la cuenca misma del río Orinoco, en segundo término, la corresponsabilidad del gobierno nacional y la sociedad toda para desarrollar una política de ordenamiento de este territorio, atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas y políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. En tercer lugar, la obligatoria,

ejecución de estudios integrales de impacto ambiental y sociocultural, dado que las actividades previstas en ambas áreas son generadoras de daños a los ecosistemas incluidos. De estas tres premisas condicionantes y obligatorias por su carácter constitucional, se desprende la urgente necesidad de construir un plan maestro para la conservación y manejo sustentable de la cuenca del río Orinoco (PMMO), el cual se sobreponga jerárquicamente como regulador de todos los impactos que se generen en la cuenca, que a su vez consideren tales impactos en forma integral y total, y no de manera individual, dado que se trata de una cuenca vital, donde entre otras cosas, aguas abajo de los impactos planificados, se afecta a la región deltaica y a la Fachada Atlántica, de gran importancia ecológica y geopolítica para el País.

### PERSPECTIVAS FUTURAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Si bien la discusión global del cambio climático se ha centrado en las cantidades que cada país emite para contribuir al efecto invernadero, las alarmas y preocupaciones se han derivado más de los modelos matemáticos desarrollados, tratando de disminuir la incertidumbre alrededor de los sectores que serían más afectados por el aumento global de la temperatura. Al comienzo de la década de 1990 existía una baja sensibilización y

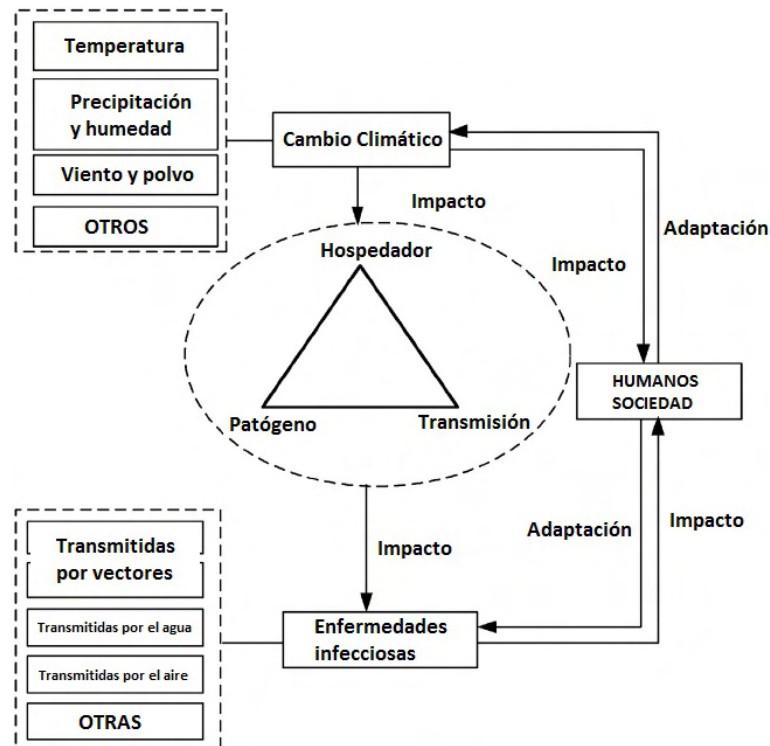
conocimiento en la población, ante los riesgos e impactos de los cambios climáticos globales sobre el ambiente y la salud humana, por ende existió un bajo nivel de acción en cuanto a conocer como los cambios biofísicos y ecológicos afectarían, a mediano y largo plazo, el bienestar y la salud de las poblaciones. Hoy día, el estudio de los impactos de los fenómenos atmosféricos y la variabilidad del clima sobre la salud, se enfoca en como los asentamientos humanos están expuestos a los factores meteorológicos. En tal sentido, es necesario identificar que los efectos tanto del tiempo atmosférico, como del clima se pueden establecer en diversas escalas de análisis espacio-temporal, se debe escoger la escala espacial adecuada, así como los períodos de latencia entre la exposición y el efecto, lo cual dependerá de los procesos y naturaleza de las interacciones que se dan en los sistemas vivos implícitos. Particularmente en enfermedades infecciosas, la mayoría de estas investigaciones requieren de series de datos, obtenidos durante largos períodos de tiempo, tal que permitan una adecuada correlación de los datos con el tiempo atmosférico y el clima, expresados en las mismas escalas espacio-temporales. Es por ello necesario, un tipo de análisis que minimice el nivel de incertidumbre, para arrojar predicciones válidas sobre las respuestas de estos sistemas complejos, donde las variables climáticas son conductoras de los cambios intrasistémicos. Los modelos hasta ahora utilizados estimaron las consecuencias de los cambios de temperatura y precipitación fundamentalmente. Sobre estos resultados se ha podido analizar los impactos sobre sectores relevantes e importantes, como por ejemplo la producción agrícola, las cosechas o capturas pesqueras, tal que ello ha permitido establecer medidas más eficientes para mitigar los efectos del cambio y así diseñar políticas y tomar medidas más eficientes a mediano y largo plazo.

En su Segunda Comunicación Nacional, la RBV incluyó el sector salud, haciendo énfasis del concepto constitucional de salud integral en el contexto de la salud pública y del segundo objetivo histórico de la Ley del Plan de La Patria, el cual plantea la construcción de una sociedad igualitaria y justa, en la cual se pueda asegurar la salud de la población desde la perspectiva de la prevención y promoción de la calidad de vida, toma en cuenta los grupos sociales vulnerables, etarios, etnias, género, estratos y territorios sociales, así como propone asegurar la salud de la población a través del fortalecimiento continuo, y la consolidación de

todos los niveles de atención y servicios del Sistema Público Nacional de Salud. Prioriza el nivel de atención primaria para alcanzar mejores condiciones de vida saludable en toda la población. En función de estas premisas, en la Segunda Comunicación Nacional se consideraron, como centro de análisis, tres enfermedades a saber, la enfermedad de Chagas, el dengue y la malaria. Para cada una de ellas a su vez, se seleccionaron dos estados muestras donde se reconocía la enfermedad como importante, los estados Mérida y Carabobo para el dengue, Anzoátegui y Trujillo para Chagas y finalmente Sucre y Bolívar para la malaria, de igual forma, se tomó como base de análisis la década 1999 al 2010.

A pesar de que un enfoque como este requiere de datos confiables y consistentes, estas características no son frecuentes en las bases de datos disponibles en Venezuela. Sin embargo, para esta Segunda Comunicación Nacional se logró recopilar información epidemiológica confiable para las tres enfermedades, pero solo completa para el dengue y la malaria. Por otra parte, incorporó la consideración del indicador conocido como "Indicador Best" (Smith and Sardeshmukh 2000) para el análisis del efecto global del fenómeno Del Niño-La Niña, en el período seleccionado relacionado a la incidencia de la malaria y el dengue en los estados seleccionados. El impacto del cambio climático global sobre estas enfermedades infecciosas se realizó sobre los subsistemas de cada enfermedad, anidados en los sistemas ecológicos donde cada una de ellas se manifiesta, se utilizaron tres niveles de percepción para el estudio (local, regional y global) sin perder la visión de integralidad. En el trabajo realizado se analizaron las relaciones del cambio en los patógenos, los vectores, los hospedadores y el ambiente de transmisión. Desde luego, la consideración de la actividad humana jugó un papel preponderante en este enfoque, dado que esta acción está dirigida a la mitigación y la adopción de medidas de adaptación, tal como lo formularan Kovats *et al.* (2000), por lo general estas se concretan en políticas y medidas de vigilancia y control epidemiológico. La figura 3 ilustra las relaciones entre los cambios climáticos y las enfermedades contagiosas para los humanos, con lo cual se conformó un marco guía para la elaboración de las recomendaciones incluidas en el documento.

La metodología utilizada en esa Segunda Comunicación combinó el análisis de datos de la Línea Base de la década 1999-2010, para los estados seleccionados en cada caso, con la simulación de dos modelos seleccionados por el Inameh en tres escenarios tal como se definen en la Tabla 1.



**Figura 3.** Esquema relacional del cambio climático y enfermedades infecciosas en los humanos en sociedad. **Fuente:** Modificado de Wu *et al.* (2016).

**Tabla 1.** Escenarios climáticos utilizados para la simulación de modelos. **Fuente:** 2da. Com. Nac. Sobre Cambio Climático (Minec, 2017).

Resumen de las características que definen los escenarios climáticos, Lapsos y Modelos de Circulación Global de la atmósfera utilizados en la Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático.

|  | ESCENARIOS CLIMÁTICOS  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | Optimista  | Intermedio   | Pesimista  |
| <b>Escenario de emisión de Gases de Efecto Invernadero</b> | SRES-B1  | SRES-A2  | SRES-A2  |
| <b>Sensitividad climática</b>                              | Baja (1,5°C)   | Media (2,5°C)  | Alta (4,5°C)   |
| <b>Lapsos</b>  | 2005-2035 (centrado en 2020)<br>2025-2055 (centrado en 2040)<br>2045-2075 (centrado en 2060) | 2005-2035 (centrado en 2020)<br>2025-2055 (centrado en 2040)<br>2045-2075 (centrado en 2060) | 2005-2035 (centrado en 2020)<br>2025-2055 (centrado en 2040)<br>2045-2075 (centrado en 2060) |
| <b>Modelos</b>   | UKTR y CCC-EQ  | UKTR y CCC-EQ  | UKTR y CCC-EQ  |

En cuanto a los modelos globales de circulación se adaptaron los modelos HADGEM2, desarrollados en Inglaterra y el MIROC5, desarrollado en Japón. Posteriormente adaptados para Venezuela con la ayuda del Instituto Nacional de Pesquisas (INPE) de Brasil y el Inameh, para asumir la escala regional a partir de los

modelos globales antes mencionados, dando como resultado los modelos climáticos denominados como Eta\_HADGEM2 y Eta\_MIROC5, utilizados para la simulación del clima futuro. Las simulaciones determinaron el clima basado en las estimaciones de las precipitaciones y temperaturas medias mensuales, trimestrales y anuales para tres períodos: 2030

como promedio de los treinta años entre 2016 y 2045; 2060 como promedio de los treinta años entre 2046 y 2075, y 2090 como promedio de los veinte años entre 2080 y 2099. Ambos modelos simularon un incremento de la temperatura media con el paso del tiempo, por años y trimestres. Los patrones fueron muy similares en ambos casos. Ambos modelos simularon correctamente al período diciembre-febrero como el trimestre más frío del año, y al de marzo-mayo como el más cálido. En todos los casos, el Eta\_HADGEM2 simuló temperaturas mayores que el Eta\_MIROC5, de igual forma, en ambos modelos el incremento de temperatura con el tiempo fue más notable en el trimestre dic-feb. El modelo Eta\_HADGEM2 simuló valores de temperatura media en el trimestre marzo-mayo de 32,5 °C en 2090, si se considera que la temperatura media actual en la zona ronda los 27,5 °C, este resultado representa, para finales de siglo, un incremento de 5 °C.

En cuanto a las precipitaciones, el modelo Eta\_HADGEM2 generó resultados más cercanos a la proporción según las estaciones nacionales, pero ambos modelos simularon una disminución generalizada anual de la lluvia en el país a lo largo del siglo XXI, así por ejemplo, la zona de los Llanos Occidentales pasó de 1.700 mm anuales a valores que rondan los 1.400 y 1.500 mm anuales. También las simulaciones determinaron un impacto importante en la escorrentía, así el caudal medio anual del río Caroní tendría una reducción en el futuro como consecuencia del cambio climático. Los resultados obtenidos con el escenario 4.5, intermedio, señalan para el año 2060 anomalías de -11% con el modelo HADGEM2 ES y de -22% con el MIROC5, las cuales fueron más severas en el escenario RCP 8.5 con valores de -35% con el modelo HADGEM2 ES y -25% con el modelo MIROC5.

En las cuencas de los ríos Yaracuy, Aroa y Tucuyo, en la zona centro-occidental de Venezuela, con ligeras excepciones, todos los modelos proyectaron anomalías negativas de la precipitación anual en los tres períodos de tiempo futuro. El modelo Eta\_HADGEM2-ES presentó los mayores impactos, con anomalías negativas superiores a -30% en casi todos los casos, siendo Yaracuy la cuenca con mayores anomalías. En contraste, el modelo Eta\_MIROC5 proyectó anomalías más moderadas, sus estimaciones dieron valores puntuales extremos que variaron entre -10% y -30% y los valores medios entre -1% y -16%, dependiendo de la cuenca, escenario climático y período del futuro observado.

Resultados muy importantes se registraron sobre la salud pública. Se estima que los primeros cambios en la salud de los venezolanos estarán relacionados con las modificaciones en los límites geográficos en que aparecen las enfermedades de transmisión, como fue para las dos enfermedades analizadas, la malaria y el dengue. En segundo lugar, un cambio en la estacionalidad, así como por las enfermedades asociadas a los alimentos y el agua, como el caso de infecciones por salmonelosis, cuyos máximos de frecuencia están asociados a las temperaturas más cálidas.

El comportamiento espacial de la malaria, para el año 2050, escenario RCP4.5, con los modelos Eta\_HADGEM2 y Eta\_MIROC5, en el estado Bolívar, arrojó una atenuación del núcleo de la superficie de mayor incidencia, pero que se irradia hacia la zona norte del estado, donde se podría hablar de una traslación del núcleo principal de la malaria, hacia los municipios Heres, Caroní y norte del municipio Piar. Igualmente se presentaron núcleos, al este sobre la cuenca del río Caura y al sur del municipio Raúl Leoni, en la frontera con el Brasil, pero ambos de relativa menor extensión que los anteriores.

En este mismo escenario para el estado Sucre, se produjo un efecto similar, aunque prevalece el denominado corredor epidemiológico que tiene como centro el municipio Cajigal; se puede observar una irradiación de las zonas susceptibles a la malaria hacia la Península de Araya en el municipio Salmerón Acosta, zona que en la década analizada como base, no presenta ningún foco encendido de la endemia.

Para el escenario RCP8.5 se obtuvo que al contrastar con el escenario anterior, se mantiene el patrón espacial, pero como es lógico esperar, el efecto de irradiación se intensifica, lo que implica una mayor área de susceptibilidad a la malaria o una mayor extensión para el subsistema malárico, considerado así, no solo la enfermedad o el número de casos, sino también todo el ensamblaje ambiental favorable al desarrollo de las poblaciones del vector, así como se favorece la transmisión del Plasmodium, lo cual determina un mayor nivel de infestación en humanos, si no se implementan políticas de vigilancia y control epidemiológico adecuadas. La zona de mayor valor probabilístico se extendió a lo largo del bajo Orinoco hacia la subcuenca del río Caura, pero la zona norte se mantuvo continua desde el foco principal detectado durante el diagnóstico base, mostrando una mayor amplitud, en cuanto a área se refiere, debido a la mayor severidad del escenario simulado.

Igualmente en este escenario más severo, el estado Sucre mostró una fragmentación del patrón espacial de la enfermedad,

pero prevalece en las áreas en que había aparecido en ambas penínsulas del estado, lo que sugiere que a pesar de estar considerando un escenario más drástico en términos del aumento de temperatura y radiación forzada, las condiciones que predominarían no son tan beneficiosas para la persistencia del subsistema malárico, produciéndose zonas de discontinuidad hacia el sur del estado. El comportamiento de la malaria para el año 2070 en el estado Bolívar, escenario RCP8.5 presentó una mayor atenuación del núcleo originario de malaria del municipio Sifontes, con una atenuación de la susceptibilidad general en todo el estado.

Por otra parte, en el caso del dengue se simularon los escenarios para el estado Mérida, para el año 2050 con los escenarios RCP4.5 y RCP8.5 utilizando ambos modelos, Eta\_HADGEM2 y Eta\_MIROC5. La susceptibilidad al dengue, expresada espacialmente, resultó en un patrón conspicuo que se mantiene en los dos niveles de forzamiento radiativo (grado de severidad del escenario), 4.5 y 8.5; su expresión fue bastante similar para ambos modelos. El patrón se caracterizó por la dispersión de valores altos de la susceptibilidad o riesgo al dengue, ocupando notablemente la vertiente occidental, tomando en cuenta que el estado tiene al sistema montañoso de Los Andes, dividido en dos vertientes, una hacia la cuenca del lago de Maracaibo, o vertiente occidental y la otra orientada hacia los Llanos del Orinoco, mediado por un piedemonte hacia el estado Barinas. En esta última se expresaron dos pequeñas áreas con valores altos, una en el municipio Cardenal Quintero, en los límites con el estado Barinas y el otro entre los municipios Pueblo Llano y Miranda. en el extremo norte central del estado. Para el año 2070, escenarios RCP4.5 y RCP8.5, las simulaciones con ambos modelos mantuvieron el patrón espacial, pero mucho más segmentado, lo cual implica una menor conectividad entre los nodos espaciales, en este caso entre los municipios con valores significativos de riesgo al dengue. La región central en las tierras altas aparecen débilmente conectadas con el resto de las áreas de ciudades en los valles. Los nodos en los extremos se mantienen, pero aparecen menos saturados, dando una apariencia de dilución parcial que concuerda con la tendencia a la reducción en la conectividad entre las zonas con mayor probabilidad de riesgo al dengue.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Aceptar que el clima global va a seguir cambiando, nos debe

mover como sociedad a prepararnos para hacer frente a las consecuencias de tal fenómeno. Las primeras acciones deben dirigirse a dos aspectos fundamentales. El primero, centrado en la minimización de los efectos de eventos catastróficos, como ciclones, inundaciones y tormentas, así como eventos extremos de calor, frío y sequía. Segundo, hay que cerrar filas en detener las actividades antrópicas que causan los cambios para minimizar el riesgo de tales cambios, debemos observar los valores esperados en el aumento de la temperatura promedio del planeta y ver cómo trabajar para detener esa tendencia. 197 naciones han coincidido en la conferencia de París, en el 2015, en disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero como la medida más eficiente para alcanzar este objetivo, a la fecha los valores de ese cambio como mínimo estarán entre 1,5 a 2°C. Una rápida y sistemática reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> son metas muy importantes que se transforman en requisitos para ir a un mundo mejor, a pesar de los nuevos escenarios esperados. Como hecho de trascendencia humana es necesario iniciar cuanto antes una acción planificada para informar y educar a la población sobre este tópico y explicar los avances y perspectivas de una ingeniería del clima. Es necesario detener la desaparición de los bosques y se debe generar innovaciones y cambios radicales en el modelo y patrón agroproductivo, así como de la producción, uso y consumo de materiales implícitos en procesos riesgosos respecto a sus efectos sobre el cambio climático, en particular de los plásticos. En conjunto, gobiernos y sociedad deben pensar en términos de gobernanza y protección contra los usos anómalos que generen consecuencias negativas al ambiente y a la propia sociedad. Se deben reevaluar y adecuar las metas y objetivos en actividades como la investigación científica dirigida y focalizada a estos temas, los efectos sobre la salud es una de las demandas más importantes de la investigación, ya que se trata directamente de la calidad de vida y el bienestar de generaciones futuras. Por ello, es necesario una conversación franca para construir una base robusta, basada en el razonamiento y en la generación de mecanismos democráticos de decisión que garanticen la participación del colectivo social, sobre su propio estilo y condiciones de desarrollo. En el contexto del enfoque sistémico desarrollado se plantea en primer término, reiterar lo establecido en la Primera Comunicación Nacional respecto a la investigación y seguimiento de este fenómeno global, la capacidad de medición sistemática del país es considerada como una de las mayores debilidades actuales para enfrentar los impactos negativos, tanto de la variabilidad climática natural en

el tiempo atmosférico, como en el cambio de los patrones climáticos. En el sector de la salud pública existe igualmente esta debilidad, en primer lugar, en la toma y compilación sistemática de información y la disponibilidad oportuna del dato estadístico confiable, esta es una realidad que se debe superar lo antes posible. Es necesario en consecuencia, reconocer y establecer la interdisciplinariedad del enfoque y la obligatoria integración de los diferentes actores institucionales, los comunitarios organizados, así como los entes de investigación y planificación, estructurados en perfecta sinergia, como la mejor estrategia para enfrentar los cambios del clima, e implementar y actuar con eficiencia y eficacia en la aplicación de las políticas públicas, y en las medidas de adaptación incorporadas a la vida cotidiana, de forma tal que puedan expresarse en la práctica, una acción mancomunada del estado y la sociedad. Más aún, el reconocimiento de esta situación en función al diagnóstico base realizado, junto con la claridad y la voluntad asumida para organizar acciones concretas, debe dar cabida a la organización e institucionalización del estudio sobre el cambio climático, como línea de acción de alta prioridad, ajustada a la importancia que tienen estos eventos para la humanidad en general y para el país en particular. Por ello, se debe trabajar con ahínco en la implantación de los mecanismos de coparticipación y corresponsabilidad establecida en la constitución vigente. En cuanto a la salud, las comunidades organizadas deben expresarse en la práctica a través de las mesas técnicas y los comités de salud, una articulación funcional con el trabajo de las instituciones del aparato del estado, encabezadas por el ente rector en la materia, representado por el MinSalud, y coadyuvado por los ministerios Minc, de las Comunas, Educación y Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología y de la Planificación. A este trabajo habrá que incorporar los centros de investigación como el CIDIAT, IVIC, INIA, IDEA entre otros citados en la Primera Comunicación Nacional, así como a todas las universidades nacionales, donde destacan los grupos de trabajo ya existentes de la UCV, USB, UBV, UDO y ULA, también mencionados en la Primera Comunicación Nacional y otros como FLASA de amplia tradición nacional. Un segundo frente de trabajo lo representa la actividad de educación, en particular en los jóvenes actualmente en formación. Los programas de educación formal a todos los niveles, desde preescolar hasta universitario, deben incorporarse contenidos apropiados para la comprensión y

concientización alrededor de la nueva realidad frente al cambio del clima, así como la explicación de la necesidad de la acción ciudadana consciente, para enfrentar y controlar los aspectos adversos que se originan de este cambio global. De igual manera, se debe implementar un programa de información y formación ciudadana, que incluya una revisión de las bases jurídicas, que en muchos casos aún no existe, pero como sociedad moderna permita mejorar y garantizar la salud de toda la población y del ambiente. El programa en cuestión debe ser llevado a cabo con participación y dirección de las comunidades, que va desde el uso de fuentes alternas de las llamadas energías limpias, uso racional del agua, conservación y remediación de ecosistemas, así como la formación en el diseño de estrategias comunales para las alarmas tempranas, planes de contingencia y protocolos de acción ante eventos catastróficos. Se hace necesario abrir los procesos de discusión sobre modelos y sistemas de producción, los actuales son altamente dependientes de insumos químicos en la agricultura y los procesos industriales contaminantes y depauperadores del ambiente. Todos ellos deben ser replanteados, sin detrimento de las metas de producción de un país en pleno desarrollo, pero bajo la conciencia de replantear los estilos y modelos productivos alternos, con sentido de equilibrio conservacionista, no por un valor altruista, sino dentro de las estrategias de sobrevivencia en un planeta con nuevas condiciones de vida. Si realmente queremos desarrollar un verdadero nivel de sustentabilidad. Es imperativo la reducción en las emisiones GEI y de toda sustancia que deteriore los ecosistemas o altere significativamente los ciclos biogeoquímicos de circulación de materiales. Estos temas son muy importantes en la estructuración de los planes nacionales de desarrollo, al igual que lo son para la explotación y usos de la Faja Petrolífera del Orinoco (FAPO), y de los yacimientos minerales en la extensa poligonal definida como Arco Minero del Orinoco (AMO). La FAPO se extiende por 64.158,87 km<sup>2</sup>, incluye parte de los estados Apure, Guárico, Anzoátegui, Monagas y el Delta Amacuro, mientras por la margen derecha del río Orinoco, el AMO ocupa solo al estado Bolívar en una extensión de 111.000 km<sup>2</sup>, para un total de 175.158,87 km<sup>2</sup>, lo que representa aproximadamente el 19% del territorio continental de la RBV. Esta área se convierte en un factor clave, ya que entre ambas iniciativas se determinan los usos, ocupación y generación de diversos procesos con repercusión directa sobre el ambiente, ligados a procesos susceptibles a los cambios climáticos y la salud pública. Son además áreas ocupadas por grupos vulnerables, como etnias

originarias, pobladores rurales y centros poblados que en la actualidad aún no poseen un gran desarrollo en los sistemas de servicios públicos fundamentales, como agua potable, electricidad, recolección y disposición de desechos, establecimientos de salud en los niveles II y III. Es importante considerar que estas regiones deberán incrementar sus densidades poblacionales, en la medida que estos proyectos avancen. Por ello se deberá contemplar la fundación y refundación de nuevos centros poblados, junto al crecimiento de los ya existentes. En estas poligonales adyacentes entre sí, se registrará el establecimiento de parques tecnológicos y el incremento de tráfico de materiales y personas, cambios en los usos de la tierra, lo que representa un variado conjunto de actividades no tradicionales con las ya existentes en ambos casos. Todas ellas generarán un impacto en el ambiente y en la salud pública, por lo que deben ser considerados como variables relevantes en la planificación y proyectos de desarrollo, para garantizar el éxito de todas ellas, bajo un control y seguimiento muy precisos, para minimizar los impactos y adoptar a su debido tiempo, las medidas de remediación y restauración cónsonas con los nuevos usos y los principios de la conservación ambiental. Solo así podría avanzarse hacia la sustentabilidad en el desarrollo de ambas zonas. Los antecedentes señalan que ha existido una ocupación y uso desordenado y no controlado de la explotación minera con muchos conflictos ambientales, sociales y políticos, por lo que esta concepción debe ser un factor de certidumbre para alcanzar las metas planteadas, al considerar con antelación los elementos susceptibles a los cambios ambientales previstos a la luz del cambio climático. Es importante considerar la exacerbación de los impactos asociados a las variaciones en los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura promedio, tal como se desprende de los resultados de las simulaciones bajo los escenarios previstos por el IPCC. En tal sentido, las mejores decisiones dirigidas a la mitigación y adaptación estarán siempre asociadas a la planificación, ella debe tomar en cuenta las amenazas señaladas, la implantación de medidas derivadas del conocimiento acumulado y la experiencia ganada a partir del análisis y modelamiento, tal que, se reduzca la incertidumbre en el campo de la toma de decisiones. De allí se deriva la importancia de la sistematización en la toma de información, la planificación basada en el análisis de esa información y la preparación que se pueda lograr tanto en los niveles

institucionales, como en los niveles de organización comunitaria popular, siempre actuando en forma compaginada, sinérgica y consciente sobre la evaluación y valoración cuantitativa resultante de un seguimiento permanente de las políticas públicas en ejecución y de iniciativas privadas, al igual que los impactos de los eventos naturales que se sucedan. La investigación, el modelamiento y el seguimiento se convierten en piezas claves en la mitigación y adaptación al cambio climático. Fortalecer las capacidades de pronosticar los impactos de las enfermedades transmisibles, bien sea por vectores o por medio del agua, el aire o los alimentos, se convierte en una herramienta de gran valor para el diseño y seguimiento a los resultados de las políticas implementadas. Basados en la reiteración sobre la necesidad de integración en la planificación y ejecución de las políticas públicas, se hace muy importante estructurar los mecanismos preventivos por una parte, y las de seguimiento y evaluación en la ejecución de ellas por el otro. Todo ello, en función de las respuestas y reformulaciones que puedan implementarse ante las alternativas que surgen de los eventos climáticos y la planificación acordada. Hay que enfocar la acción en dos ámbitos o escenarios fundamentales. Por una parte, la acción intracomunitaria establecida sobre los censos y diagnósticos de los grupos vulnerables, la valoración a priori de amenazas y riesgos. En sentido complementario deberá existir una acción intercomunitaria, enfocada sobre los niveles de percepción ya comentados, con miras a lograr la formación de una red para aumentar la eficacia de las políticas aplicadas y para compartir los aprendizajes y experiencias acumuladas. Con medidas como esta, se favorecería la consolidación de un Sistema Nacional de Información Ambiental y Epidemiológico, utilizando las bondades de los sistemas SIG y el uso de las imágenes satelitales, ahora de más fácil acceso a través de la Agencia Bolivariana para Asuntos del Espacio (ABAE), del Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar (IGVSB) y del Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI del Instituto Fundación de Ingeniería). Este sistema generaría las capas de información necesarias para la planificación, acción y seguimiento, la evaluación continua de las políticas públicas aplicadas en esta rama de trabajo, y por otra parte, generaría una información de gran valor para la investigación científica y el modelamiento de baja incertidumbre para la gestión eficiente de las políticas públicas. Existen métricas e indicadores bien definidos para determinar la estabilidad de la estructura de los sistemas naturales o intervenidos, particularmente cuando se trata de la dinámica de energía, materiales e información en los

sistema bajo análisis. El concepto de estabilidad más aceptado con enfoque ecológico, como meta a alcanzar, se refiere a la estabilidad relativa (ER), asociada a la condición o estado del sistema, se basa en dos de sus propiedades o atributos ecológicos, la resiliencia y la resistencia (Turner y DeAngelis, 1982). La resiliencia se define como la capacidad del sistema para regresar a su estado de equilibrio o estado estacionario, una vez que cesan las perturbaciones que lo han apartado de dicho estado, mientras que la resistencia o inercia, se define como la capacidad de una parte o compartimiento (s) del sistema de oponerse al cambio que se induce como impacto de la perturbación ejercida sobre él, tal que ambos atributos son los componentes de la estabilidad relativa (ER) del sistema. La primera se mide por la velocidad con que el sistema retorna al equilibrio después de la perturbación, lo cual apunta a que un sistema es más o menos resiliente, dependiendo de que tan pronto recupera su equilibrio, luego de ser perturbado. Si se denomina al tiempo que tarda el sistema en recuperar ese estado, como el Tiempo de Tránsito (TTr), la resiliencia del sistema será igual al inverso de dicho tiempo, esto es:

$$\text{Resiliencia (Rsl)} = 1/\text{TTr} \quad (1)$$

Al relacionar el atributo de la (ER) con el impacto del cambio climático en los ecosistemas del país, hay que considerar tanto las variables naturales o ecológicas, tales como los compartimientos de biomasa, las concentraciones de materiales como el carbono, las concentraciones locales de GEI, los compartimientos asociados al agua, desde la humedad relativa en la atmósfera hasta las diversas formaciones de cuerpos de agua superficial y los almacenamientos en el subsuelo. Por otra parte, habrá que evaluar las variables antrópicas del sistema, como la organización social y el modelo económico, que en conjunto con las anteriores, condicionan la dinámica de la biomasa y de los materiales dentro del sistema, mientras que las variables que van alterando progresivamente el patrón climático o que generan eventos extremos en la expresión más inmediata del clima, como por ejemplo, inundaciones, sequías severas y olas de calor, obedecen a las llamadas variables conductoras del sistema, esto es, variables climáticas que influyen su dinámica, pero no forman parte de la estructura o de las variables de estado que definen al sistema.

Finalmente, el sistema como abstracción de análisis, se relaciona con un entorno, que en nuestra visión son sistemas similares, según utilicemos los niveles de percepción local, regional o nacional en nuestra aproximación. Esta concepción da pie para considerar el espacio geográfico nacional (territorio), como un continuo o malla de nodos o sistemas locales interconectados en una red con diversos grados o intensidades de conectividad, definida por el tenor de las interacciones e intercambios de energía, materia e información entre los nodos, lo cual en síntesis determina similitudes y diferencias entre localidades, regiones y del territorio como un todo. Un ejemplo de ello es el ámbito legal, la Constitución de la república es la misma para todos los entes geopolíticos que configuran el territorio, pero las legislaciones estatales marcan diferencias y similitudes entre ellos, así como las normativas vigentes en los municipios los genera a un nivel más básico de la organización sociopolítica.

Cuando se relacionan estas definiciones, se establece una dirección que va a evolucionar directamente al sistema nacional actual. Considerar los niveles jerárquicos inferiores de organización del territorio por un lado, permite inducir repuestas del sistema basadas en su estabilidad relativa, por otra parte, ante cambios permanentes, como es el caso del cambio climático, el sistema se verá desplazado permanentemente de sus puntos actuales de equilibrio, por tanto, es necesario planificar y ensayar mecanismos de adaptación a la nueva situación, tal que se favorezca la tendencia de encontrar nuevos equilibrios o estados invariantes de las variables de estado, respecto al tiempo.

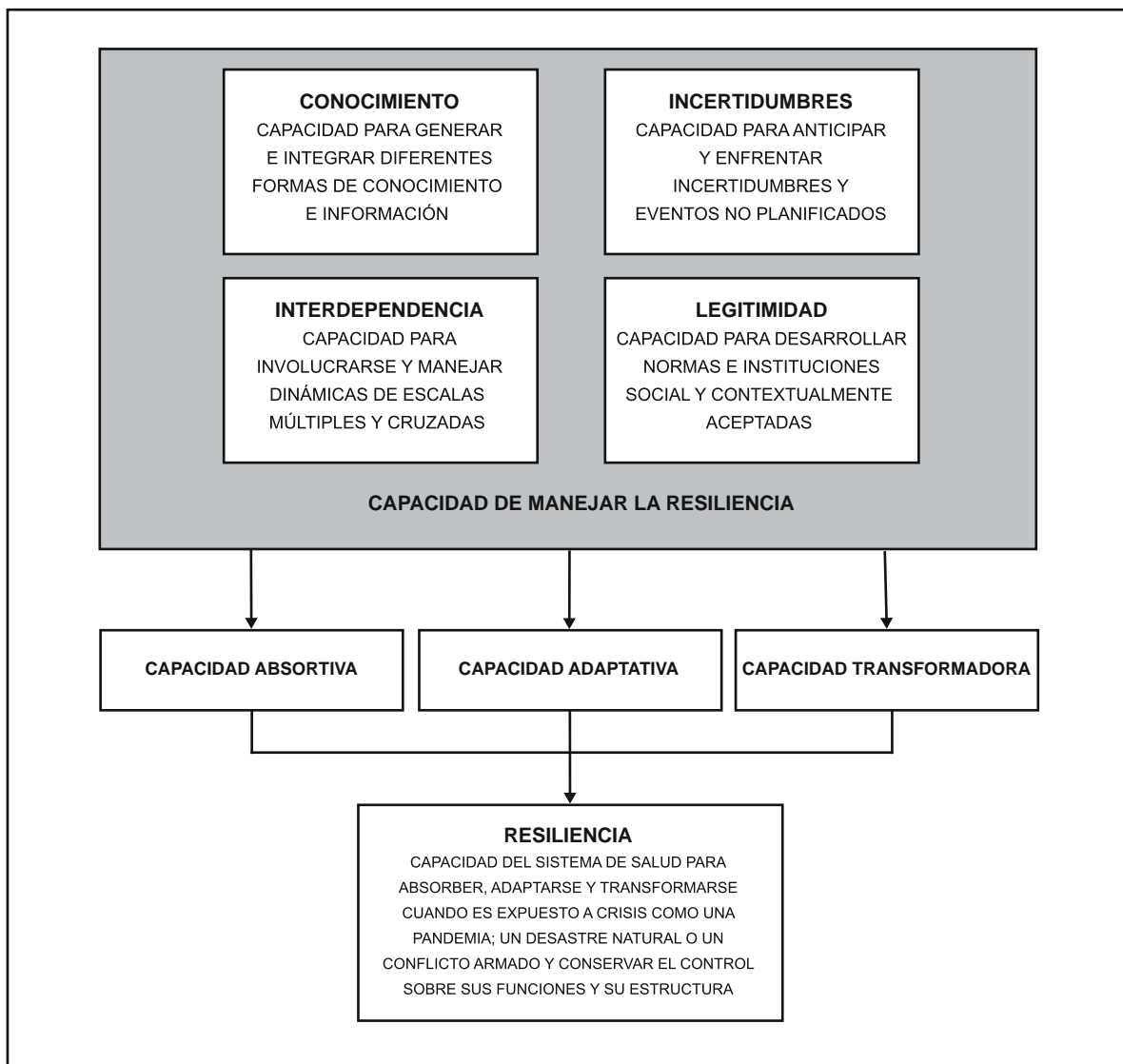
En resumen, las transiciones pueden llevar al sistema de retorno a los equilibrios existentes, o a nuevas configuraciones y funcionamientos diferentes. En la medida que estos procesos que fuerzan a un cambio definitivo dependan de factores controlables, debemos conducirlos hacia la sustentabilidad como meta última, sobre trayectorias de adaptaciones progresivas a los cambios que van operando en el sistema. Esta visión conduce al concepto más elaborado de "Gobernanza del Sistema", este es un concepto de relativa reciente factura, según Blanchet *et al.* (2017) la gobernanza se refiere a las reglas y normas e instituciones que ejercen el poder y las relaciones entre los actores y sus acciones. El manejo o gerencia del sistema residirá en la capacidad para ejercer la rectoría y mantener el liderazgo desarrollado por estos actores, a través de la red que conforman las unidades directivas de los sistemas locales y las diversas instituciones gubernamentales y ciudadanas que tienen

injerencia directa o transversal en el sistema sociopolítico. Por ello, esta infraestructura se debe concebir y crear desde los niveles básicos, para que alcance a ser una red interactuante de entidades interrelacionadas jerárquicamente, con una dinámica definida por los diversos niveles de interacción operativa, y a través de los varios niveles de percepción o escalas de acción, de acuerdo a los impactos que sobre ella genera el cambio climático y cualquier otra perturbación en cada uno de estos ámbitos. Bajo este esquema, la resiliencia del sistema sociopolítico es redefinida, partiendo del concepto ecológico, como: la capacidad del sistema para absorber, adaptarse y transformar sus respuestas cuando es sometido a perturbaciones, por ejemplo, pandemias, desastres naturales, conflictos armados o crisis económicas. Donde por medio de al menos uno de estos tres procesos, el sistema mantiene el control sobre sus estructuras y funciones (Lebel *et al.* 2006, Campbell *et al.* 2015, Blanchet *et al.* 2017). El concepto de resiliencia de sistema en salud establece un marco conceptual de trabajo que debe transformarse en herramientas operativas. Específicamente debe tener indicadores medibles y evaluables que den lugar a la interpretación comprensiva de los sistemas impactados, así como de la eficacia de las medidas y políticas que el plan de gestión de la salud y el ambiente establezcan en cualquiera de las acciones para mantener al sistema en equilibrio, o guiarlo a la sustentabilidad en un nuevo punto. Para alcanzar este nivel operativo deben considerarse solo las variables relevantes, factores conflictivos, flujos de información, rearrreglos institucionales y cambios en el modelo socioeconómico (Sabatier, 2007). El manejo de la resiliencia de los sistemas se caracteriza por cuatro dimensiones entrelazadas unas a otras, ellas son: i) la capacidad para coleccionar, integrar y analizar diferentes formas de conocimientos e información, ii) la habilidad para anticipar y manejar situaciones de incertidumbre y eventos inesperados, iii) la capacidad para manejar relaciones de interdependencia para lograr eficacia y manejar dinámicas de múltiples escalas o cruzadas, así como procesos de retroalimentación, y iv) capacidad para construir o desarrollar instituciones legítimas, socialmente aceptadas y adaptadas contextualmente. La resiliencia debe ser entendida en términos de la adaptabilidad, en este caso al cambio climático, aceptando que la adaptabilidad es la capacidad de los actores en el sistema de responder a las perturbaciones o impactos generados por el fenómeno

climático, desde un simple stress, hasta un impacto severo. La adaptabilidad del sistema es una función de las acciones y decisiones que toman los actores, las redes y los grupos interinstitucionales que gerencian el sistema.

El mayor valor de este marco conceptual está en utilizar las tres capacidades o niveles de resiliencia adecuadamente, para luego emplear las herramientas que correspondan a cada nivel. La capacidad absorptiva se refiere a la capacidad del sistema de continuar entregando el mismo nivel cuantitativo, cualitativo y de equidad de los procesos, en el caso del sistema de salud, servicios básicos y protección de la población a pesar de la perturbación, usando los mismos niveles de recursos y capacidades, en tal sentido coincide con el concepto de inercia o resistencia en la definición de uno de los componentes de la estabilidad relativa (ER), en el sentido ecológico. La capacidad adaptativa en cambio, es la capacidad de los actores en el sistema de mantener el mismo nivel funcional, en el caso de la salud, la capacidad para entregar el mismo nivel ritmo de servicios y cuidados con pocos cambios o con recursos casi iguales, tal que solo son importantes los cambios organizacionales adaptativos a la nueva situación. Finalmente, la capacidad de transformación se describe como la habilidad de los actores del sistema para transformar las funciones y las estructuras del sistema para responder a una trayectoria diferente en el ambiente cambiante por efecto de la perturbación, en este caso, de los cambios en el clima, impuesto por las variables conductoras. En síntesis, estas capacidades, definidas dentro de las tres dimensiones descritas (Fig. 4), establecen el marco de acción de la gobernanza y del manejo de la resiliencia del sistema (Blanchet *et al.* 2017).

Para la RVB será muy favorable apegarse al movimiento generado a través de la CEPAL para el Desarrollo Sostenible, Los Jefes de Gobierno y Delegados que la conforman aprobaron la Agenda 2030. El documento propone 17 objetivos en un plan de acciones en favor de las personas, el planeta y la prosperidad, a su vez, promueve la paz universal dentro de un concepto muy amplio de libertad, el propósito de poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, hacer frente al cambio climático, haciendo realidad los derechos humanos de todas las personas. La Agenda 2030 conjuga tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental. Aun cuando los 17 objetivos forman un todo, cabe destacar los objetivos del 11 al 15 directamente relacionados al tópico discutido: El 11- Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles; el 12- Garantizar modalidades de consumo y producción



**Figura 4.** Niveles de la resiliencia de un sistema. **Fuente:** Modificado de Blanchet *et al.* 2017.

sostenibles; el 13- Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos; el 14- Conservar y utilizar en forma sostenible océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible, y el 15- Proteger, reestablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica. Son estos los objetivos que deben estar jerárquicamente por encima de todo proyecto, programa o acción si queremos como nación cumplir con lo que el propio pueblo estableció en la Constitución vigente y enfrentar con sinceridad y objetividad el cambio climático.

## REFERENCIAS

- BLANCHET, K., NAMN, S. L., RAMALINGAM, B. AND POZO-MARTIN, F. (2017) *Governance and capacity to manage resilience of health systems: Towards a new conceptual framework*. Int. journal of Health Policies Management. 6(8).PP 431-435.
- CAMPBELL, J., COMMETTO, G., RASANATHAN, K. (2015). *Improving the resilience and workforce of health systems for women's, children's and adolescent's health*. B M Journal 351.doi: 10.1136/bmj.h4148.

- EAA (2018) AGENCIA AMBIENTAL EUROPEA EEA. *El cambio climático plantea riesgos cada vez más graves para los ecosistemas, la salud humana y la economía en Europa*. 8pp.
- GÓMEZ, J. A. Y PÉREZ GODOY, J. M. (2012). *¿Control de niveles? ¿saneamiento? del lago de Valencia*. [http://www.acading.org.ve/info/comunicación/publicaciones/material\\_CR\\_técnicas/ambiente/\(2012-05-10\)GÓMEZ\\_Lago\\_deValencia.pdf](http://www.acading.org.ve/info/comunicación/publicaciones/material_CR_técnicas/ambiente/(2012-05-10)GÓMEZ_Lago_deValencia.pdf). Consultado el 03-03-2021
- GONZÁLEZ, E., MELÉNDEZ, W. Y ÁLVAREZ, M. A. (2011). *"Composición química y disponibilidad ambiental de los elementos en sedimentos del Lago de Valencia, Estado Aragua, Venezuela"*. X Congreso Venezolano de Química. Universidad Simón Bolívar, Núcleo Litoral, estado Vargas, Venezuela.
- GUTIÉRREZ CEDILLO, J. G., AGUILERA GÓMEZ L. I., GONZÁLEZ ESQUIVEL. (2008). *Agroecología y sustentabilidad*. Convergencia Revista de Ciencias Sociales, 46, Universidad Autónoma del Estado de México, pp. 51-87.
- IPCC (2001). *Climate change 2001: Synthesis Report*, in; Watson. R.T., Team. C.W. (Eds.) *A contribution of working groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. U.K. and New York, USA.
- KOVATS, R. S. (2000). *Climate change and human health: impact and adaptation* / World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66776>KOVATS *et al.*
- LEBEL, L., ANDERIES, J. M., CAMPBELL, B. (2016). *Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems*. *Ecol. Soc.* 11(1):19.
- MELÉNDEZ, W., HERNÁNDEZ BARRIOS, C. (2017). *Estudio geoquímico de las aguas que drenan la cuenca del Río Tuy, Venezuela*. *Revista Científica y Tecnológica UPSE* Vol. IV. N°3 pp.46-55.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES (MARNR). (2005). *Primera Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático*. Publicación MINEC, GEF, PNUD.132 pp.
- MINISTERIO PARA EL ECOSOCIALISMO (MINEC). (2017) *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Publicación Minec, Ifla, GEF. PNUD. 189pp.
- SABATIER, P. A. (Ed.) (2007). *Theory of the policy process*. 4th. Edition, ISBN-13: 978-0813350523. Westview Press. 215pp.
- SMITH, C. A. AND P. SARDESHMUKH. (2000). *The Effect of ENSO on the Intraseasonal Variance of Surface Temperature in Winter*, *International J. of Climatology*, 20 1543-1557.
- TORRES-LIMA, P., CRUZ CASTILLO, J. G., ACOSTA BARRADAS, R. (2011). *Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático*. *Agendas de adaptación y sistemas institucionales*. *Política y Cultura*. 36, pp. 205-232.
- TURNER, M. A. AND DE ANGELIS, D. T. (1982). *Resilience and inertia in model ecosystems: Test of some Hypotheses*. Oak Ridge National Laboratory. Environmental Science Division publication N° 1714. USA. 61pp.
- WU. X., LU. Y., ZHOU S., CHEN L., XU. B. (2016). *Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation*. *Environmental International*. 86. pp14-23.