

## CAMBIO CLIMÁTICO ANTRÓPICO: UN ESCENARIO COMPLEJO



**Jorge Soto Winckler<sup>1</sup>**

Investigador y Docente en Universidad de Chile

### Cambio climático antrópico y política

Desde finales del siglo XIX los científicos han detectado una serie de cambios sobre el clima que no son posibles de atribuir únicamente a las dinámicas naturales del planeta, sino que responden a alteraciones antrópicas que han acelerado los cambios. Estos estudios, por separado, comenzaron a demostrar los efectos de distintos gases (como CO<sub>2</sub> y vapor de agua) sobre la temperatura de la troposfera y los consecuentes cambios en el clima; el aumento considerable de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la troposfera, que incrementan el efecto invernadero natural; el incremento sostenido de temperatura atmosférica desde la revolución industrial; entre otros<sup>2 3</sup>.

Todo lo anterior llevó a los científicos a alertar a la sociedad y a los tomadores de decisiones, respecto a las alteraciones antrópicas sobre el sistema natural, pero esta vez con consecuencia a escala global. Poco a poco destacados investigadores fueron acuñando términos como “efecto invernadero”, “calentamiento global”, “cambio climático antrópico” y “cambio global”, advirtiendo de que se trata de una preocupación real, por tratarse de eventos condicionantes de los estilos de vida, y en último término, de la civilización como la entendemos hoy<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Ingeniero en recursos naturales renovables, M.Sc. en manejo de suelos y aguas. Investigador y Docente en Universidad de Chile. Consultor del área ambiental y de gestión del riesgo en el sector público y privado.

<sup>2</sup> United Nations Framework Convention on Climate Change. UNFCCC. Aprobación del Acuerdo de París. Naciones Unidas. París, Francia. 2015. 40p.

<sup>3</sup> SOTO, Jorge y LÓPEZ, Marcial. La gestión del riesgo de desastres y el cambio climático: las perspectivas de Sendai y el Acuerdo de París. Cuaderno de trabajo ANEPE. 7: 1-12, 2017.

<sup>4</sup> SPRATT, David y DUNLOP, Ian. Existential climate-related security risk: A scenario approach. Breakthrough - National Centre for Climate Restoration. Melbourne, Australia. 2019. 10p.

A pesar de las advertencias y demostraciones empíricas del cambio climático antrópico y sus efectos, a finales de la década de los 80, la respuesta política fue muy lenta. En muchos sectores políticos la respuesta fue considerar los estudios como “alarmistas”, “inventos para apalancar recursos a la investigación”, “fundamentalistas”, entre otros conceptos alejados de la realidad. Sin embargo, en 1988 la comunidad internacional, mediante la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) crearon un Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el cual generó acuerdos para desarrollar investigaciones de alto estándar, que permitieran conocer, cuantificar y proyectar los efectos del cambio climático antrópico sobre el planeta y la sociedad<sup>5,6</sup>.

Pese a lo anterior, hoy en 2019, y considerando la apabullante evidencia del cambio global, muchos Estados y sectores políticos, aún dudan de la existencia y efectos de este “fenómeno” de escala global. Esto hace recordar las reacciones sobre las investigaciones de Patterson, en la primera mitad del siglo XX, para demostrar el efecto tóxico del plomo que al no ser visible, no fue motivo de preocupación sino hasta verificar los alarmantes efectos ambientales y sobre la salud de las personas<sup>7</sup>.

## Efectos del cambio climático antrópico en los conflictos

Uno de los tantos efectos es el incremento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), resultantes, entre otras acciones, de la quema de combustibles fósiles. Los estudios indican que desde 1800 al 2012 se observó un incremento de un 40% de las concentraciones de dióxido de carbono atmosférico. Resultado de ello, aumentó la temperatura media de la superficie de la Tierra en 0,8°C desde 1900. Como consecuencia de lo anterior, la atmósfera y los océanos incrementaron sus temperaturas medias; también se observó un fuerte declive de las masas de hielo polares y de altura; así como otras evidencias bio-geofísicas<sup>8 9</sup>.

Si bien las alteraciones del cambio climático antrópico son observables a escala global, las mayores intensidades de éstas son posibles de apreciar en los países en desarrollo; pero también en ecosistemas frágiles, tales como zonas áridas, semi-áridas, áreas de montañas y costeras (todas presentes en Chile) y de modo particularmente complejo en los Estados insulares de baja superficie y altitud, como los de la polinesia. La complejidad de los cambios

<sup>5</sup> HERAS, Francisco. Respuestas ante el negacionismo climático. Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global. (140): 119-130, 2017.

<sup>6</sup> JYLHÄ, Kirsti. Denial Versus Reality of Climate Change. In: DELLASALA, D., & GOLDSTEIN, M. (Eds), Encyclopedia of the Anthropocene. Elsevier. Uppsala, Sweden. 2018. pp: 487-492.

<sup>7</sup> ADLER, Rebecca. Clair Patterson’s battle against lead pollution. Research for the Degree of Bachelor of Science in History and Philosophy of Science. California Institute of Technology. Pasadena, United States of America. 2006. 120p.

<sup>8</sup> GARREAUD, René. Cambio Climático: Bases Físicas e Impactos en Chile. Revista Tierra Adentro – INIA. Santiago, Chile. (93): 13-19, Marzo-Abril, 2011.

<sup>9</sup> RÍOS, David y SEPPÍ, Claudia y MELENDEZ, Karla y MOLEROS, Juan José. Cambio climático, fenómenos meteorológicos extremos y análisis de riesgos. Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat. Madrid, España. (106): 147-156, 2013.

está dada por el exacerbo de las vulnerabilidades sociales actuales, y es particularmente intenso en los territorios, poblaciones, Estados o regiones en condiciones de inestabilidad<sup>10,11</sup>.

En definitiva, los efectos del cambio climático antrópico acrecientan las tensiones ya existentes, sean estas étnicas o vecinales; magnifican y/o aceleran la generación de movimientos migratorios y refugiados ambientales; incrementan los conflictos por el acceso a recursos naturales básicos como agua, alimento y bienes de producción; así como los conflictos derivados de la degradación ambiental. Los efectos descritos anteriormente son un círculo vicioso, debido a que no solo repercuten sobre la vulnerabilidad del propio grupo humano afectado, sino que también transfiere sus efectos sobre otros grupos sociales, particularmente los receptores de las migraciones forzadas<sup>12</sup>.

## Un problema multi-efectos

Consecuencia de lo anterior, el cambio climático antrópico dejó de ser un problema ambiental sino que sus aristas lo han hecho evolucionar a un problema multi-efecto, al ser determinante en las esferas sociales, económicas, políticas y de seguridad y conflictos. Sus efectos incrementan directamente la inseguridad, debido a que acrecientan los riesgos inherentes de las sociedades actuales<sup>13</sup>.

Hoy, el cambio climático antrópico es considerado como el principal desafío de la humanidad. Esto debido a que, de no mediar cambios, los efectos sobre la sociedad y el ambiente podrían ser de carácter irreversibles. Si bien es poco probable la extinción de la especie humana como tal, sí es posible un colapso de nuestra civilización con las bases sociales y culturales como las conocemos hoy. Evidencias históricas demuestran los efectos de diferentes sociedades del pasado que, ante perturbaciones ambientales, terminaron con la degradación del territorio, las bases socio-culturales y finalmente la civilización como tal<sup>14,15</sup>.

El cambio climático antrópico activa una serie de nuevas amenazas, mucho más diversas y complejas de evaluar que las acostumbradas. Sus dimensiones adquieren nuevos riesgos, de carácter transversal y de naturaleza incierta para la planificación estratégica. Sus efectos seguirán adelante y podrán volverse más o menos intensos en función del éxito de los esfuerzos multilaterales que se desarrollan hoy en la materia. Sin embargo, aun cuando exista un éxito rotundo en las negociaciones, y se acuerde una disminución de los GEI a escala global, sus efectos se seguirán sintiendo debido al tiempo de permanencia media de estos gases en la atmósfera. Por ejemplo, si consideramos solo el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), su

<sup>10</sup> SOTO y LÓPEZ. 2017. Loc. Cit.

<sup>11</sup> Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 2017. 252 p.

<sup>12</sup> SOTO y LÓPEZ. 2017. Loc. Cit.

<sup>13</sup> HIDALGO, María del Mar. La influencia del cambio climático en la seguridad. En: Ministerio de Defensa -España-. El cambio climático y su repercusión en la defensa. Ministerio de Defensa -Español-. Madrid, España. 2017. pp: 157-186.

<sup>14</sup> DIAMOND, Jared. Colapso: Por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen. Viking, Penguin Group. Nueva York, Estados Unidos de Norteamérica. 2006. 746p.

<sup>15</sup> SPRATT, David y DUNLOP, 2019. Loc. Cit.

permanencia media en la atmósfera es de entre 20 y 200 años, mientras que el Metano (CH<sub>4</sub>) es en promedio de 12 años<sup>16,17</sup>.

El escenario futuro plantea incertidumbres, a pesar de la modelación de diversos escenarios climáticos. Las respuestas formales de los Estados deben considerar a diferentes (en algunos casos nuevos) agentes e instrumentos que deberán trabajar en coordinación para lograr la mantención de la paz y el Estado de derecho; en asegurar la provisión de alimento y agua a sus ciudadanos; fortalecer las respuestas apropiadas ante la ocurrencia de desastres socio-naturales; entre otros<sup>18</sup>.

La participación de las Fuerzas Armadas en estos nuevos desafíos se verá afectada por la capacidad de identificar y planificar las respuestas ante estas nuevas amenazas multi factores, que permitan proyectar el empleo de la fuerza y sus capacidades. Para ello, se requerirán transformaciones y evaluaciones de escenarios, proyectados a mediano y largo plazo, los suficientemente flexibles para adaptarse a los cambios para evolucionan en función de los acontecimientos y los efectos resultantes del cambio climático antrópico<sup>19</sup>.

A los roles propios de la Seguridad y Defensa, se sumarán nuevas tareas y desafíos. Uno de ellos, y el más habitual, será la ayuda humanitaria en lo referente a la coordinación y suministro particularmente en zonas aisladas. Se sumará la preparación y participación en rescates, y/o el transporte de poblaciones afectadas por eventos naturales, o ante el potencial riesgo de ocurrencia de desastres o degradación ambiental. Todo lo anterior, deberá considerar un estrecho trabajo colaborativo con autoridades civiles, y supliendo en algunos casos, sus funciones cuando estas pudieran verse afectadas y superadas ante la magnitud de los cambios<sup>20</sup>.

Dada la escala de los efectos del cambio climático antrópico, las funciones antes descritas no solo debiesen limitarse al territorio nacional, sino también debe considerarse la participación ante contextos de necesidad internacional. Por ello, la participación en misiones de paz internacional no solo deberían limitarse a la seguridad y paz, sino también deben contener respuestas globales, asumiendo la cooperación activa ante catástrofes humanitarias, permitiendo de ese modo mejorar la estabilidad en las zonas afectadas, y que la inestabilidad no se transfiera a contextos regionales<sup>21</sup>.

## Desafíos para Chile

Chile está en una posición compleja desde el punto de vista de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. Nuestro país se encuentra entre las 10 naciones más vulnerables, debido

<sup>16</sup> BARNETT, J. y ADGER, N. Climate change, human security and violent conflict. *Political Geography* (26): 639-655. 2007.

<sup>17</sup> The Royal Society. Greenhouse gas removal. The Royal Society. London, United Kingdom. 2017. 134p.

<sup>18</sup> SOTO, Jorge y DEL CASTILLO, Guillermo. Cambio climático y desastres socio-naturales: El desafío para Chile y sus fuerzas armadas. *Revista Política y Estrategia* N°133, Enero-Junio. 2019. -En Prensa-

<sup>19</sup> SOTO y DEL CASTILLO. 2019. Loc. Cit.

<sup>20</sup> *Ibid.*

<sup>21</sup> *Ibid.*

su compleja geografía (extensa costa y cordilleras, zonas áridas y semi áridas), variedad de climas y la dependencia de gran parte de sus actividades productivas a elementos fundamentales como el agua dulce<sup>22</sup>.

Existen variados estudios en donde se aborda los efectos del cambio climático antrópico sobre el territorio nacional. En términos sucintos, el cambio esperado para Chile es el incremento de temperatura a lo largo del territorio, aumentando la altitud de la isoterma cero, que generará tres efectos: el primero, una disminución de la capacidad de almacenamiento natural de agua, mediante nieves y hielos de altura; la segunda, y ligada a la anterior, una disminución de la oferta hídrica en la mayor parte de las cuencas de Chile, siendo particularmente grave desde la región de La Araucanía al norte; y en tercer lugar, un incremento de la probabilidad de inundaciones, aluviones y deslizamientos en masa<sup>23,24,25</sup>.

También se proyecta una disminución de la precipitación en todo el centro y norte del país, y un incremento en la precipitación líquida en el extremo austral. Además de ello, se espera un cambio en la expresión de los eventos de precipitación, los que serán de mayor intensidad en un espacio de tiempo acotado, lo que generará serios problemas de manejo de aguas y riesgo de desastres<sup>26,27,28</sup>.

Todo lo anterior repercutirá sobre un incremento en la exposición a plagas y enfermedades en los cultivos; riesgo de enfermedades tropicales, al generar nichos ecológicos para vectores (mosquitos); incremento en la frecuencia y magnitud de desastres socio naturales hidrometeorológicos, geomorfológicos, y eventualmente en las zonas australes, geológicos<sup>29,30,31</sup>.

Dichos cambios representan un serio desafío a las condiciones ambientales del país. Sus efectos se sentirán sobre la escasez de agua en muchas cuencas hidrográficas. Esto ya genera en el norte y centro del país un incremento en las tensiones locales por el acceso al agua (parte mayoritaria a causa de la mala gestión). Lo anterior también tiene incidencias sobre la producción de bienes y servicios en el país, lo que luego se traduce en efectos sobre la economía nacional. De no generarse cambios urgentes en la gestión de aguas, del territorio y resolución de tensiones locales, no se descarta que estas tensiones se incrementen producto del efecto catalizador del cambio climático, evolucionando a conflictos y eventos violentos<sup>32</sup>.

<sup>22</sup> Ministerio del Medio Ambiente. 2017. Loc. Cit.

<sup>23</sup> FUSTER, Rodrigo, ESCOBAR, Cristián, ASTORGA, Karla, SILVA, Katherinne y ALDUNCE, Paulina. Informe Final: estudio de seguridad hídrica en Chile en un contexto de cambio climático para elaboración del plan de adaptación de los recursos hídricos al cambio climático. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2017. 129 p.

<sup>24</sup> SANTIBÁÑEZ, Fernando, SANTIBÁÑEZ, Paula, y GONZÁLEZ, Paulina. El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. La transición hacia la gestión del agua en los nuevos escenarios climáticos de Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 2017. 60 p.

<sup>25</sup> Ministerio de Medio Ambiente. 2017. Loc. Cit.

<sup>26</sup> FUSTER, et al. 2017. Loc. Cit.

<sup>27</sup> SANTIBÁÑEZ, "et al. 2017. Loc. Cit.

<sup>28</sup> Ministerio del Medio Ambiente. 2017. Loc. Cit.

<sup>29</sup> FUSTER, "et al." 2017. Loc. Cit.

<sup>30</sup> SANTIBÁÑEZ, "et al". 2017. Loc. Cit.

<sup>31</sup> Ministerio del Medio Ambiente. 2017. Loc. Cit.

<sup>32</sup> SOTO y DEL CASTILLO. 2019. Loc. Cit.

Otro foco de atención para Chile son los potenciales impases en la gestión de aguas transfronterizas. La escasez de agua dulce en la región podría magnificar tensiones actuales, o en el peor de los casos activar nuevas. Por otro lado, los grandes reservorios estratégicos en la zona austral del país podrían concitar el interés de potencias extranjeras con importantes limitaciones de abastecimiento.

Tal vez las opciones para Chile sean mantenerse de manera activa integrado a las acciones multilaterales que apunten a enfrentar, como comunidad global, los efectos del cambio climático. Posiblemente, el peor escenario sea aislarse dado que lo vuelve propenso a acciones externas. Por otro lado, deben desarrollarse con urgencia estudios de carácter estratégico que permitan evaluar los posibles escenarios en Chile, que determine la variación de las masas glaciares, caudales y reservorios de agua, y cómo esto influirá sobre el territorio, la sociedad y las actividades productivas; con la finalidad de poder establecer planes de acción.

Se debe avanzar a paso firme, no solo en la mitigación del cambio climático a nivel país, sino también de manera proactiva en la adaptación al mismo. Sobre este último punto nos hemos quedado atrás, y la carrera que el cambio climático impone a las sociedades y naciones no da espacio a improvisaciones<sup>33</sup>.

En particular, el sector defensa deberá estar preparado para enfrentar una diversidad de escenarios. Con alta probabilidad el más frecuente será la ayuda humanitaria producto de desastres socio-naturales. Para dar respuesta a ello la planificación, entrenamiento y certificación será clave. También la disponibilidad de medio polivalentes. Sin embargo, también debe existir una preparación adecuada de la fuerza y los medios para la defensa de los intereses nacionales, en un escenario global de mayor riesgo de conflictos producto de los efectos del cambio climático<sup>34</sup>.

---

<sup>33</sup> Center for Climate and Resilience Research (CR2). Report to the Nation. The 2010-2015 mega-drought: A lesson for the future. Center for Climate and Resilience Research. Santiago, Chile. 2015. 26p.

<sup>34</sup> SOTO y DEL CASTILLO. 2019. Loc. Cit.