

## LOS IMPACTOS EN LA SALUD POR EL CAMBIO CLIMÁTICO. UN ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN GEOGRÁFICA.

Dr. Juan Muñoz Rau  
Instituto de Estudios Avanzados – IDEA  
Universidad de Santiago de Chile - USACH  
[juan.munoz@usach.cl](mailto:juan.munoz@usach.cl)

### Resumen

La relación impactos en la Salud por el Cambio Climático a través de un enfoque geográfico, espacial, para poner de relieve las áreas potenciales de investigación en el sector, se enmarca en el campo temático convocado por el XXX Congreso Nacional y XV Congreso Internacional de Geografía denominado "Geografía Humana y dinámicas socio espaciales".

Es uno de los primeros ensayos del Proyecto FONDECYT N°1090797 en desarrollo, denominado "Impacto del Cambio Climático en el alfabetismo científico y la conciencia sustentable de las elites en Chile" de CONICYT.

Tanto en el proyecto citado como en este ensayo, se asume que el cambio climático está afectando la vida en el planeta y sus consecuencias afectan a la vida diaria de todos sus habitantes.

La necesidad de un cambio en los patrones de desarrollo para satisfacer las necesidades de generaciones presentes sin sacrificar las futuras. Esto es requisito fundamental, un cambio en la toma de decisiones no sólo a nivel económico, político sino que también social y cultural. Se plantea la hipótesis de que existe, a pesar de la formación profesional mayoritaria, un previsible escaso alfabetismo científico en las elites chilenas.

La investigación en curso considera cuatro procesos orientados hacia el conocimiento de esta realidad, siendo uno de ellos la elaboración teórico conceptual de marcos conceptuales e interpretativos adecuados para medir e interpretar alfabetismo científico cívico y conciencia sustentable, asumiendo el hecho de que ellos son conceptualizaciones claves para los objetivos del desarrollo sustentable. Lo anterior a través de encuestas que se realizarán en diferentes regiones geográficas representativas de Chile.

Para estos fines, el presente ensayo elige un primer sector, el de la Salud, que permitirá considerarlo junto con los demás sectores, para la elaboración de instrumentos de indagación.

Considerando lo anterior, el ensayo indaga y se basa en la población, su ambiente y distribución geográfica, seres humanos que son afectados sea negativa o positivamente en la salud a causa del cambio climático.

Siendo el foco el ambiente, que considera las propiedades geográficas físicas, y dentro de ellas, el clima o cambio climático y su relación con la salud y las necesidades de investigación, se identifica el problema, se revisan y proponen tanto elementos claves que consideran investigación; eventuales estrategias de investigación, algunas áreas principales (no exhaustivas) y campos de investigación y final y someramente técnicas y/o métodos de investigación para su diseño.

**Palabras claves:** Salud, cambio climático, geografía, investigación.

### Abstract

The relationship health impacts of climate change through a geographic, spatial, to highlight potential areas of research in the sector, is part of the subject area convened by the XXX National Congress and XV International Congress of Geography entitled "Human Geography and socio-spatial dynamics."

It is one of the first trials FONDECYT Project No. 1090797 in development, called "Impact of Climate Change on scientific literacy and sustainable awareness of the elites in Chile" of CONICYT.

Both the above project as in this study, it is assumed that climate change is affecting life on the planet and its consequences affect the daily lives of all its inhabitants. The need for a change in development patterns to meet the needs of present generations without compromising the future. This is a fundamental requirement, a change in decision-making not only in economic, political but also social and cultural development. It is hypothesized that there is, despite the majority vocational training, a predictable low scientific literacy in the Chilean elites.

Ongoing research considers four processes aimed at the knowledge of this fact, one of which is the development of conceptual theoretical and interpretive frameworks to measure and interpret appropriate scientific literacy civic and sustainable awareness, assuming that they are key conceptualizations sustainable development objectives. This via surveys to be conducted in different geographic regions representative of Chile.

To this end, this essay chooses a first sector, the Health, which will be considered along with other sectors for the development of tools for inquiry.

Considering the above, the test probes and is based on population, environment and geographical distribution, human beings who are affected either negatively or positively on health caused by climate change.

As the focus the environment that considers the physical geographical properties, and among them, climate change and its relation to health and research needs, identify the problem, review and propose key elements that consider both research ; any research strategies, some key areas (not exhaustive) and fields of research and briefly final technical and / or research methods for the design.

**Key words:** Health, climate change, geography, research.

## **Introducción**

Trabajo realizado en el marco del Proyecto FONDECYT N° 1090797 en desarrollo, denominado "Impacto del Cambio Climático en el alfabetismo científico y la conciencia sustentable de las elites en Chile" de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica – CONICYT, Chile. El Proyecto plantea la hipótesis de que existe, a pesar de la formación profesional mayoritaria, un previsible escaso alfabetismo científico en las elites chilenas. La investigación combina cuatro procesos orientados hacia el conocimiento de esta realidad, siendo uno de ellos la elaboración teórico conceptual de marcos conceptuales e interpretativos adecuados para medir e interpretar alfabetismo científico cívico y conciencia sustentable, asumiendo el hecho de que ellos son conceptualizaciones claves para los objetivos del desarrollo sustentable. Lo anterior a través de encuestas en diferentes regiones geográficas representativas de Chile.

Considerando lo anterior, se indaga y se basa en la población, su ambiente y distribución geográfica, seres humanos que son afectados sea negativa o positivamente en la salud a causa del cambio climático.

El foco es en el ambiente, que considera las propiedades geográficas físicas, y dentro de ellas, el clima o cambio climático y su relación con la salud y las necesidades de investigación.

Existen muchos libros o estudios enfocados sobre las consecuencias ambientales esperadas por el Cambio Climático (IPCC, 2009) en cuanto a Producción de alimentos, Ecosistemas, Hidrología y recursos hídricos, Sistemas Costeros y Salud, este último siendo el enfoque del presente artículo. El IPCC informa acerca de aspectos científicos, técnicos, ambientales,

económicos y sociales de la vulnerabilidad [1] (sensibilidad y adaptabilidad) al Cambio Climático, y de las consecuencias negativas como positivas para los ecosistemas, los sectores socioeconómicos y la salud humana.

### **1. Cambio Climático e Impacto en la Salud Humana**

La permanencia de algunas enfermedades y otros factores en la salud humana depende grandemente del clima, local desde el punto de vista geográfico. Si este clima cambia localmente, afecta la salud localmente.

Los disturbios en los sistemas ecológicos debidos al clima, tales como en el rango de parásitos, pueden afectar indirectamente la incidencia de enfermedades infecciosas. Así, las altas temperaturas pueden hacer incrementar la contaminación del aire y de las aguas, lo que a su vez afectarán la salud humana.

Los riesgos a la salud humana por el Cambio Climático, incluyen: Disminución de la capa de ozono, Pérdida de la biodiversidad, Cambios en los sistemas hidrológicos y la Disponibilidad de agua potable. Los riesgos a la salud humana incluye también la Degradación de tierras e Impactos en los sistemas de producción de alimentos

A esta escala global y el tipo de influencia en la salud humana requiere insistir por lo tanto en la investigación interdisciplinaria y en el reconocimiento de que la salud de la población a largo plazo está relacionada de forma importante en una nueva perspectiva: en la estabilidad y funcionamiento de la biósfera que soporta el sistema de la vida, y considerando que esta es heterogénea espacial o geográficamente, característica longitudinal y latitudinal de Chile.

Muchos de los fenómenos relativos al clima que afectan el medio ambiente, como los fenómenos climáticos extremos, la contaminación del aire, las ondas de calor entre otras, son puntos de partida para explorar mediante la investigación cómo el cambio climático puede afectar a la población o, más precisamente, cómo la salud humana es afectada por el cambio climático.

El Cambio Climático es global y sus efectos sobre el medio ambiente físico tiene sus consecuencias en la salud en comunidades locales, que varían en intensidad simplemente por estar ubicados en distintas coordenadas geográficas. Chile por ser un país largo longitudinalmente es un buen ejemplo: las enfermedades en el extremo norte no tienen las mismas características que en el extremo sur, o en un país tropical con respecto a Chile. Han existido problemas de salud por no considerar este hecho. Un médico conoce las diferencias en sus tratamientos.

Además de la variación geográfica señalada, el Cambio Climático que pone a toda la población en riesgo, los efectos en la salud como se sabe varía además entre los individuos y las comunidades por la edad, ocupación, genética y ambiente.

En general además, desde el punto de vista socioeconómico, la población con altos ingresos tiene menores impactos negativos que las poblaciones pobres (estos están también desde el punto de vista del espacio geográfico, desigualmente distribuidos).

### **Fenómenos climáticos extremos y la salud**

El Cambio Climático altera la frecuencia, intensidad y duración de los eventos climáticos y por lo tanto afectan la salud humana de diferente manera en un territorio.

Los fenómenos climáticos extremos incluyen, en el caso de Chile, inundaciones, sequías así como ondas de calor. En otras áreas geográficas se agregan tormentas, huracanes, pero son las inundaciones las más importantes en el mundo.

La población que vive en zonas costeras (tenemos en Chile 4.000 km. de costas grosso modo) está en riesgo de sufrir fuertes tormentas y los efectos de la subida del nivel mar (inundación, tormentas, intrusiones de agua salada). En la misma longitud norte - sur tenemos montañas, aunque con menor población (ya que son principalmente enclaves mineros en la Cordillera de

los Andes con sus propias especificidades en salud) a diferencia de otros países andinos pero con especificidades geográficas, también en salud, diferentes.

Se estima que en las próximas 2 a 3 décadas la mitad de la población mundial estará en las zonas costeras (IPCC, 2009). Hay aquí un desafío en las políticas públicas, de todo orden, no solamente de tipo urbano o infraestructura, sino que también en la salud.

Las consecuencias directas sobre la salud de los eventos climáticos extremos incluyen daños y muertes, es decir pérdida de bienes y de personas. Los efectos directos incluyen aumento de las enfermedades infecciosas, salud mental postraumática o problemas emocionales. Los niños son los más afectados en cuanto estrés mental y emocional necesitando más cuidados, se sabe, debido a su edad y diferencias fisiológicas y psicológicas respecto de los adultos.

### **Contaminación del aire**

Las emisiones de partículas finas [2] aumentarán por el Cambio Climático (incendios) y contribuirán a agudizar las enfermedades crónicas del aparato respiratorio. El Cambio Climático hará crecer en suma, como también eliminar en otros, la distribución geográfica de las enfermedades.

### **Temperatura (o calentamiento global)**

El aumento de las temperaturas no será la misma a lo largo (longitud) y a lo ancho (latitud) del planeta pero se proyecta que serán importantes al menos en Norte América, Europa y Asia Central (IPCC, 2009). Esto se sabe por datos disponibles. En nuestro caso, Latinoamérica, los datos son más escasos para hacer proyecciones. Esto es porque la gran mayoría de los datos de todo orden disponibles, son de países desarrollados tanto de las evidencias de los fenómenos como de los impactos. En los demás países, en general los en vías de desarrollo, difícilmente se sabe lo que ocurre por lo que se necesita de investigación para que los futuros informes a nivel global (como los del IPCC mencionado de las NU y al cual debe informar el Gobierno de Chile en el 2010 en la 2ª Convención sobre Cambio Climático) consideren éstas áreas o países y se tomen las decisiones apropiadas. Además, los informes son más de carácter cualitativo que cuantitativo.

Para cualquier evento climático con impacto en la sociedad los organismos internacionales e instituciones de salud recomiendan esfuerzos de investigación en cuanto a compilar las actividades de investigación en un inventario internacional, desarrollar el estado del arte de la ciencia, identificar y priorizar las necesidades de investigación, llenar los vacíos de datos y desarrollar un mecanismo para coordinar y cooperar en las necesidades de investigación necesarias (Declaration of the Environment Leaders of the Eight on Children's Environmental Health, 1997).

## **2. Salud y Efectos Ambientales**

El Cambio Climático tiene efectos ambientales en las plantas, los animales y en las personas en su salud. Se trabaja para mejor comprender el cambio climático futuro y cómo los efectos variarán por región geográfica y en el tiempo. He aquí en consecuencia un desafío de investigación para un país como Chile, entre otros:

- Por una parte conocer cómo el clima afecta a los ecosistemas, la agricultura, los recursos hídricos, las zonas costeras.
- Pero también, por otra parte, es necesario conocer cómo afecta a la salud como resultado de las primeras en las distintas eco regiones del país.

Los científicos han observado que algunos cambios ya han ocurrido y que son divulgados en los medios. Los efectos observados incluyen la subida de los niveles del mar, desaparición de glaciares, cambios en el rango de distribución de plantas y animales, en las aguas y suelos

entre otros, pero se estima que las observaciones y/o estudios en el cambio de la salud producto de éstas no están al mismo nivel.

Asimismo, en los primeros hay avances, aunque en general incipiente, en la adaptación a los fenómenos climáticos, pero escasas acciones y/o propuestas hay en el campo de la salud, es decir, en cómo la sociedad, la salud pública, se adapta al cambio climático. Nótese que el cambio climático tiene una velocidad mayor que la velocidad de la adaptación.

Para un país como Chile y otros en desarrollo el problema es sensible, pues aún para los países desarrollados les es difícil a los científicos (de EEUU y Europa por ejemplo) predecir qué áreas geográficas en el futuro serán más húmedas o más secas y por ende con impactos negativos, como también positivos, en la salud.

- ¿Hasta dónde hacia el Sur en Chile se extenderá la sequía?
- ¿Hasta dónde hacia el Norte el semiárido se convertirá en árido?, considerando sólo un aumento de las temperaturas.

Desde el punto de vista biogeográfico, el semiárido en Chile comenzaba por el N. en el Río Aconcagua hace 2 o 3 décadas. Hoy día llega al Río Maule, 300 km. grosso modo hacia el Sur. ¿Qué impacto ha tenido este fenómeno en la salud (sin considerar los otros sectores) considerando sólo la disponibilidad de agua para la población?

No sólo la población es afectada por fenómenos locales extremos de calor o frío, inundaciones u otros, sino que directa e indirectamente por un cambio climático ya no tan local y puntual sino que zonal o continental, global.

El cambio climático es una amenaza emergente importante para la salud pública, ya que modifica la manera en que se debe considerar la protección – prevención de las poblaciones vulnerables, y esta de manera diferenciada geográficamente en nuestro país..

El informe reciente del IPCC confirma la existencia de evidencias de que los seres humanos están afectando al clima mundial, y destaca una amplia variedad de consecuencias para la salud de los mismos.

La variabilidad y el cambio del clima causan defunciones y enfermedades debidas a desastres tales como las ondas u olas de calor, inundaciones y sequías. Además, muchas enfermedades importantes son muy sensibles a los cambios de temperatura y pluviosidad. Entre ellas figuran enfermedades comunes transmitidas por vectores (paludismo, dengue). También otras grandes causas de mortalidad tales como la malnutrición, las diarreas.

El cambio climático ya está contribuyendo a la carga mundial de morbilidad y se prevé que su contribución aumentará en el futuro y que no se distribuirán uniformemente en el espacio geográfico en el mundo.

Especialmente vulnerables son las poblaciones de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares, las zonas áridas y de alta montaña y las zonas costeras densamente pobladas.

### **3. Estado de la situación (general)**

Primero, no son, se estima, lo debidamente familiares para los investigadores la escala geográfica del clima en relación a los impactos a la salud (lugar) así como en el tiempo. Los epidemiólogos, se estima, generalmente estudian problemas que son muy locales. Positivamente tienen un inicio rápido y son los que directamente afectan la salud, siendo los individuos generalmente la unidad natural de observación.

Segundo, es una dificultad la variable exposición, que comprende el tiempo atmosférico, variabilidad y tendencias del clima. Por lo anterior es que se deben comparar más bien comunidades o poblaciones y en que el enfoque debe ser hacia la búsqueda de diferencias en vulnerabilidad a nivel intercomunidades. Ante un evento de riesgo en consecuencia, inundación por ejemplo, los daños varían mucho entre vecinos debido a diferencias por ejemplo en calidades de las residencias, infraestructura, o en la cohesión de la comunidad.

Tercero, algunos impactos a la salud ocurren en forma indirecta y compleja. El efecto de temperatura extrema en la salud es directo. Indirecto es por ejemplo un cambio en un ecosistema que afecta la productividad agrícola.

Un desafío último es la necesidad de estimar los riesgos a la salud en relación a futuros escenarios climáticos, ambientales, geográficos, en conjunto.

### **Necesidad de cuantificación de factores (a través de la investigación)**

Algunos de los factores a investigar con necesidad de cuantificación son las migraciones (inmigración como emigración), la limpieza del medio ambiente urbano, nutrición, disponibilidad de agua potable o condiciones sanitarias, el acceso a servicios sanitarios.

La salud humana es vulnerable particularmente en las áreas urbanas. Las deficiencias son en las posibilidades de acondicionar los espacios (limitaciones), las áreas geográficas urbanas en que pudiera aumentar la exposición a las enfermedades transmitidas por vectores y a las contagiosas, las deficiencias en cuidados sanitarios, y en la prestación de servicios básicos (por ejemplo de higiene).

Las preguntas generales de investigación serían:

- ¿Cuáles son los efectos en la salud humana debidas al Cambio Climático?
- ¿Qué información climatológica, socioeconómica y ambiental, geográfica, es necesaria para establecer los riesgos a la salud en Chile en base a estos efectos e informar de eventuales adaptaciones para proveer salud pública e intervenciones/acciones efectivas?

## **4. El problema**

Varios problemas sanitarios de origen medioambiental han sido solucionados. Muchos otros problemas están aún por resolver.

El informe denominado "Children's health and environment: a review of evidence" (Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), 2002) pone de relieve lo siguiente:

- Una agudización del asma infantil en los países occidentales en las últimas décadas. Su intensidad puede variar, se estima, desde un ligero aumento a una multiplicación por tres del problema.
- La aparición de anomalías en el desarrollo, tales como deficiencias de aprendizaje, retraso intelectual y trastornos de déficit de atención con hiperactividad.

Esto es lo suficientemente importante como para constituir un problema de salud pública de importancia. También, se estima que alrededor de un 20% de la incidencia total de enfermedades puede asignarse, en los países industrializados, a factores ambientales. Además, que el grueso del mismo afecta a los niños y a los grupos más vulnerables como los pobres y las mujeres en edad reproductiva. Hoy en día existen impactos nuevos y a veces inesperados sobre el medio ambiente y por ende sobre la salud debido a las nuevas tecnologías, la evolución de los modos de vida, las nuevas pautas laborales (Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), 2002).

Algunos ejemplos ampliamente divulgados son:

- Se estima que unas 60.000 muertes/año en 124 ciudades europeas (total 80 millones de habitantes), son la consecuencia de exposiciones en el tiempo a la contaminación de partículas en el aire.
- En las últimas décadas el asma y las alergias han aumentado en toda Europa.
- En Europa occidental el índice de aparición de los síntomas es hasta diez veces más elevado que en los países del Este. Por lo tanto, el modo de vida occidental y las enfermedades alérgicas en la infancia están relacionados.
- El humo del tabaco y la contaminación atmosférica pesa sobre el sistema respiratorio, especialmente en las etapas tempranas de la vida, y probablemente empeoran el asma.

Se calcula que:

- la mayoría de las 1.000 muertes de no fumadores por cáncer que tienen lugar anualmente en la UE, son mujeres.
- en los países europeos, a 1 de cada 500 niños se le diagnostica cáncer antes de los 15 años.
- el empobrecimiento del ozono estratosférico en un 10% provoca 300.000 casos adicionales de cáncer de piel y 4.500 de melanoma al año en todo el mundo

Hay registros de aumento del cáncer de testículos y de pecho, así como un descenso de la calidad del esperma, en varios países. No se sabe cuáles son las causas.

- ¿exposición a productos químicos?
- ¿cambios en la manera de vivir?

En general, se estima, no se dispone suficientemente de pruebas científicas ni de información sobre la exposición real a productos químicos y sus posibles repercusiones sobre la salud.

Por otra parte, se considera que las condiciones socioeconómicas condicionan a lo largo de la vida la salud y el riesgo de enfermedad. Desde el punto de vista científico se considera en consecuencia que existe un estrecho vínculo entre pobreza y medio ambiente. Estudios recientes establecen que productos químicos cancerígenos emitidos al aire, un gran porcentaje procede de instalaciones situadas en áreas geográficas, urbanas o rurales más desfavorecidas. También que los problemas respiratorios se concentran en las zonas geográficas más pobres.

La gravedad, complejidad y frecuencia de los factores descritos abogan por un planteamiento que movilice los recursos y experiencias a una escala suficiente como para hacer frente al reto.

Es necesario en consecuencia un marco efectivo para el desarrollo de una política en este ámbito, la difusión de los resultados de las investigaciones, de los conocimientos, de la disponibilidad de recursos.

### **Complejidad del problema**

El problema es complejo y plantea dificultades cuando se quiere establecer un vínculo entre determinados factores medioambientales (causales), geográficos, y los efectos perjudiciales para la salud.

Esta dificultad ha hecho que la relación entre medio ambiente y salud no haya sido tratada conveniente y suficientemente. Las evaluaciones medioambientales y las medidas adoptadas se han centrado sólo en los efectos de contaminantes [3] concretos, específicos. Esto se considera importante, básico, pero adolece todavía de un enfoque que permita apreciar en su justa medida las repercusiones reales sobre la salud.

Se necesita, por lo tanto, un enfoque integrado, ya que los vínculos complejos entre medio ambiente y salud se han demostrado por los siguientes elementos:

#### **Primero**

Existen muchos tipos de carga ambiental (derivada de los plaguicidas, del ruido, de las radiaciones) como resultado de las actividades humanas en espacios geográficos específicos.

#### **Segundo**

Existen como se sabe cuatro formas de exposición por parte del ser humano (por inhalación, ingestión, contacto, irradiación), pero es difícil precisar los canales que determinan tal exposición, ya que los elementos contaminantes tienen gran movilidad dentro de cada ámbito geográfico medioambiental, como también entre ellos.

#### **Tercero**

Los tipos de repercusiones sobre la salud son muy diversos, y cada elemento contaminante puede tener más de un efecto.

#### **Cuarto**

Los efectos perjudiciales de factores medioambientales sobre la salud dependen de diferentes combinaciones de elementos, por tanto interdisciplinarios, tales como la predisposición

genética, la forma de vida, la cultura, los factores socioeconómicos, la localización geográfica, el clima y la exposición a tensiones del medio ambiente

#### **Quinto**

Una vez liberados en el entorno, los elementos contaminantes pueden pasar de un ámbito medioambiental a otro, por ejemplo las dioxinas [4] liberadas son transportadas por la atmósfera, se depositan en el suelo, en la vegetación y en el agua y continúan su transferencia entre ellos: del aire al suelo, del agua a los sedimentos y al ecosistema.

#### **Sexto**

Aparte de los efectos físicos y químicos, los mecanismos biológicos desempeñan un papel importante en la distribución medio ambiental de los elementos contaminantes. Estos se acumulan en los organismos de plantas y animales en una concentración más alta de la habitual. La concentración aumenta a medida que avanza la cadena alimenticia. Esto lleva a una concentración en organismos vivos miles de veces mayor que en el entorno natural.

#### **Séptimo**

Cada uno de los seres está expuesto de forma individual a una combinación de factores medioambientales, a saber:

- La exposición puede ser de varios factores que actúan simultáneamente (por ejemplo residuos de plaguicidas además de ruido)
- O de factores que se suceden en diferentes periodos de la vida (productos nocivos absorbidos en la leche materna)
- Radiación ultravioleta por exposición solar durante la infancia
- Humo del tabaco
- Exposición laboral a productos químicos, etc.

#### **Octavo**

Muchas enfermedades, tales como el cáncer, son multifactoriales, es decir, pueden deberse a múltiples factores medioambientales y genéticos.

#### **Noveno**

La gravedad de la carga ambiental puede sufrir grandes variaciones espaciales y temporales en función de distintos factores geográficos, económicos y culturales así como de la reglamentación ambiental vigente.

#### **Décimo**

Para analizar convenientemente los efectos de los contaminantes orgánicos y no orgánicos persistentes y los metales pesados, son necesarios periodos prolongados de tiempo. Algunos de estos elementos están presentes en el entorno a dosis muy bajas, pero se acumulan en la cadena alimenticia y los organismos humanos. Sus efectos pueden hacerse visible sólo al cabo de muchos años.

Todos estos factores contribuyen a dificultar el trabajo de los epidemiólogos y responsables de la salud pública. Notemos que muchos de estos factores tienen una componente geográfica, énfasis del presente artículo.

En otras latitudes como en Europa, para aportar a la obtención de soluciones, es una estrategia (de largo plazo) de medio ambiente y salud que se espera permita:

- un mayor conocimiento de la compleja relación entre el medio ambiente y la salud
- identificar y reducir las enfermedades provocadas por factores medioambientales

Es decir, investigación.

Como toda estrategia el objetivo en este caso es facilitar la instauración de políticas. En su concepción, se pretende llenar el tradicional vacío que se interpone entre el medio ambiente y la salud mediante la investigación.

### **5. Elementos claves que consideran investigación**



Los elementos claves que consideran investigación son Ciencia, Infancia, Concientización, Legislación y Evaluación.

Para el elemento **Ciencia** el objetivo es ampliar la perspectiva existente acerca del vínculo complejo que relaciona al medio ambiente y la salud. Actualmente el enfoque es en los efectos de los agentes contaminantes específicos como son la atmósfera, el agua o el suelo. Por lo tanto hay urgencia en analizar el modo en que diversos agentes contaminantes reaccionan entre sí. En relación a la investigación esta debiera ser acerca de la manera en que se desplazan estos agentes en el medio ambiente y el modo en que se entra en contacto con ellos, tanto a través del aire, el agua, los alimentos. Asimismo, comprender cuáles son las reacciones que provoca en el cuerpo humano (por ejemplo en un período de tiempo dado, la continuidad de la exposición).

Respecto de la **Infancia**, esta orientación se debe a que son los niños los especialmente vulnerables a los peligros medioambientales, sean de origen urbano como rural. La investigación debiera estar enmarcada en el establecimiento de indicadores y los sistemas de vigilancia biológica para establecer las situaciones, modalidades y causas de las afecciones.

La **Concientización** es un elemento clave pues debe tratar sobre el fomento y concientización relativos a los problemas que provienen de la interacción entre el medio ambiente y la salud así como sus soluciones. La concientización está en el campo del derecho a ser informado, por lo tanto los responsables tienen el deber de establecer comunicación con la ciudadanía.

Por su parte el elemento **Legislación** considera la necesidad específica de ajuste de las leyes a las situaciones y necesidades y éstas diferenciadas en el espacio geográfico lo que generalmente no ocurre en nuestro país.

Por último, la **Evaluación**, debiera tener como objetivo la verificación continua de la eficacia de la reducción de los problemas sanitarios - ambientales. Las necesidades de investigación, se estima, debieran ser en el campo de los estudios básicos relativos a las causas, riesgos, evaluación de la población y de las capacidades de adaptación y evaluación de políticas vigentes de intervención.

En consecuencia, los desafíos son la identificación, cuantificación y predicción de los impactos en la salud del cambio climático. Más precisamente son los aspectos de escala, especificaciones de la exposición y las no menos importantes vías causales.

## 6. Eventuales estrategias de investigación

Muchas investigaciones de impactos a la salud se enfocan a un riesgo futuro, pero, como también en otras áreas de investigación, son importantes los estudios empíricos que se refieran al presente y al pasado reciente.

Se estima que las observaciones epidemiológicas estándar pueden iluminar las consecuencias en la salud de las tendencias climáticas locales en las décadas pasadas, con la condición de que existan datos relevantes. Tal información permite estimar impactos futuros.

Así también, como en otras áreas de investigación, los impactos en salud de los futuros cambios climáticos pueden ser estimados de dos maneras. Primero, se pueden extrapolar de estudios análogos que tratan variabilidades climáticas recientes. Segundo, se pueden usar modelos computacionales predictivos basados sobre el conocimiento existente acerca de las relaciones entre las condiciones climáticas y la salud. Tales modelos no pueden predecir exactamente lo que va a suceder, pero pueden indicar lo que podría ocurrir si se manifiestan ciertas condiciones climáticas futuras.

## 7. Algunas áreas principales de investigación

Algunas áreas principales de investigación son las siguientes:

- a) Establecimiento de la **línea de base de las relaciones entre tiempo atmosférico y salud**. En esta área hay variados aspectos no resueltos relativos a la sensibilidad de

algunos aspectos de salud debido al tiempo atmosférico, es decir la variabilidad climática y los cambios climáticos inducidos por el cambio climático. Por ejemplo, enfermedades que se multiplican rápido en condiciones calurosas, y quizás más aún combinados con condiciones húmedas. Así, ¿los ambientes calurosos causan más enfermedades? Valga indicar que a altas temperaturas y alta humedad, es la condición propicia para una exuberancia de flora y fauna. Es el caso de la salmonella que está en relación a la temperatura.

- b) Búsqueda de las **evidencias de los efectos tempranos del cambio climático**. Los informes del IPCC entre otros, son claros respecto de las evidencias acerca de los cambios físicos y ecológicos debidos al calentamiento global. No así acerca de los efectos en la salud humana. Algunas son en los cambios en los patrones de enfermedades infecciosas y el cólera.

Los desafíos en esta área son considerar las características de la población en relación con la salud para detectar los cambios e identificar aquellos que al menos en parte son debidos al cambio climático. En cuanto impacto en la salud, estos ameritan ser estudiados cuando el gradiente de exposición es importante, cuando la capacidad de adaptación de la población es débil y por supuesto cuando hay pocas explicaciones.

- c) Una tercera área de investigación radica en la **elaboración de escenarios basados en modelos predictivos**. A diferencia de otras exposiciones ambientales, el clima mundial continuará cambiando por varias décadas. Los climatólogos hoy en día pueden modelar satisfactoriamente las consecuencias climáticas de futuros escenarios del efecto invernadero. Conectando estos escenarios climáticos con modelos de impacto en la salud, se pueden estimar los impactos. Algunos impactos en la salud están ya o han sido cuantificados, por ejemplo las muertes debido a tormentas o inundaciones. Otros son más difíciles de cuantificar como las consecuencias de la crisis alimenticia. Los modelos en consecuencia son importantes, pues permiten estimaciones futuras de los riesgos en salud si cumplen con la condición de ser representativos, útiles o creíbles. Asimismo, importante es considerar la integración, vale decir considerar los cambios demográficos, económicos, tecnológicos y sociales.

- d) **Adaptación**. Esta área significa realizar acciones para reducir los potenciales impactos negativos del cambio ambiental. Esto es importante toda vez que el cambio climático, como se ha señalado, tiene una velocidad de ocurrencia más alta que la velocidad de adaptación de la sociedad.

- e) Por último, entre otras eventuales áreas principales de investigación, la realización de **estudios respecto de los beneficios y costos de la mitigación [5] del efecto invernadero y la disminución de los impactos en la salud o adaptación**, ya que tanto el uno como el otro puede tener otros efectos en la salud.

Las áreas principales de investigación citadas arriba permiten sugerir campos de investigación general, relativas al cambio climático y los asentamientos humanos así como de bienestar.

## 8. Campos de investigación

Los campos de investigación general, relativas al cambio climático y los asentamientos humanos así como de bienestar pueden ser los siguientes:

### a) Investigación general.

A pesar de los avances, que se espera sean más importantes después de los informes que se entreguen a la 2ª. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) [6] en 2010, en el campo de la investigación sobre el Cambio Climático y la Salud los estudios/informes a la fecha indican las siguientes sugerencias generales:

- Mejorar los aspectos con los cuales se caracterizan las relaciones exposición/respuesta, como la identificación de los grupos vulnerables, los factores relevantes que afectan el rango

geográfico e incidencia de los fenómenos y las enfermedades de origen ecológico y dinámica de transmisión.

- Desarrollar modelos cuantitativos de los posibles impactos de los fenómenos climáticos con el fin de explorar escenarios socioeconómicos y clima.
- Evaluar la efectividad si es el caso, de los proyectos relativos a adaptación, incluyendo costos y beneficios de las intervenciones.
- Caracterizar la escala de vulnerabilidad y capacidad de adaptación a nivel local y regional relacionada a los riesgos potenciales en el tiempo en los cuales los riesgos climáticos pueden ocurrir.
- Anticiparse a las necesidades de infraestructura que pueden necesitarse para proveer protección contra los eventos extremos.

#### **b) Cambio Climático y Asentamientos Humanos**

- Mejorar la comprensión de las vulnerabilidades, impactos y respuesta de adaptación en diferentes contextos geográficos a lo largo del país.
- Desarrollo de planes para la emigración de las personas de localidades vulnerables por medio de estrategias realísticas, socialmente aceptables.
- Mejor comprensión de las poblaciones vulnerables (población urbana pobre, nativas o rurales) que tienen capacidades limitadas para una respuesta al cambio climático para efectos de proveer las bases de la investigación de adaptación.

Con el continuo crecimiento de las regiones vulnerables, se necesita:

- Investigación para considerar las alternativas de crecimiento futuro y minimizar la vulnerabilidad de nuevos desarrollos.
- Asegurar que las comunidades adopten medidas para gestionar cambios significativos en cuanto aumento del nivel del mar, temperatura, precipitaciones y fenómenos extremos del tiempo atmosférico.
- Revisión de las políticas vigentes y prácticas relacionadas a las respuestas al cambio climático para ayudar e informar a las autoridades responsables acerca de los pequeños cambios y hacer las diferencias.

#### **c) Bienestar**

Respecto del bienestar o calidad de vida de la población existen igualmente una variedad de tópicos asociados a los impactos y adaptaciones que pueden ser útiles mejorando su comprensión a través de la investigación como los siguientes:

- Diseño de métodos apropiados para una categorización sistemática e identificación de impactos en el bienestar de las personas.
- Identificación de categorías prioritarias para la base de datos e investigación con el objeto de establecer y cuantificar los lazos entre clima y los efectos sobre el bienestar.
- Decidir los componentes de bienestar a ser medidos y cuáles podrían ser calculados financieramente.
- Investigar métodos por los cuales los componentes medidos pueden ser comparados con las decisiones políticas.

En conjunto, estos pasos permiten a los investigadores realizar progresos hacia la promoción de la consistencia y coordinación en los análisis sobre el bienestar de la población y facilitar la creación de un cuerpo de investigación necesario para analizar los impactos sobre el bienestar y la calidad de vida.

### **9. Técnicas y/o métodos de investigación para el diseño de una investigación.**

Para el caso de estudio de la exposición a los contaminantes ambientales que afectan la salud de la población, la tarea no es fácil ya que la exposición varía a través de los grupos de edad dependiendo de otros factores adicionales como la cantidad y tipo de químicos usados y los patrones de vida cotidiana además de la localización geográfica. También porque la exposición

tiene gran variabilidad en su duración y sus magnitudes y porque algunos contaminantes no permanecen en el cuerpo por largo tiempo por lo que son difíciles de medir sin muestras frecuentes.

Normalmente, se estima, grosso modo, en el campo de las especialidades de la salud, las siguientes técnicas/métodos de investigación:

**a) Monitoreo Biológico.**

Que consiste en el uso de biomarcadores para obtener mediciones directas de concentraciones de un contaminante en el cuerpo en un momento dado.

**b) Monitoreo Ambiental.**

Es el uso de muestras tales como del aire, polvo, la dieta, agua potable con el objeto de caracterizar la contaminación domiciliar y obtener mediciones de la exposición potencial a un contaminante.

**c) Cuestionarios/Encuestas.**

Con el objeto de obtener información general de los hábitos de las personas y el uso de químicos, como complemento a los monitoreo arriba señalados.

**d) Método Geográfico.**

El énfasis en el presente artículo ha sido las necesidades de investigación en salud desde el punto de vista geográfico, variabilidad en el espacio. Entre otras técnicas geográficas para cartografiar, es decir localizar en el espacio las poblaciones/comunidades potencialmente expuestas a fuentes de contaminación que afectan la salud, produciendo documentos visuales que sirven para la toma de decisiones así como detectar nuevas áreas de investigación, están los Sistemas de Información Geográfica – SIG (ESRI, 2009).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) consisten en una poderosa combinación de métodos analíticos y tecnologías computacionales que facilitan el análisis espacial y visualización de información tabular.

Los hospitales, los sistemas de salud modernos utilizan hoy en día los SIG como herramientas para la comprensión de la salud humana, planificación de programas etc. El éxito en el uso de los SIG depende de la disponibilidad de datos espaciales (o de datos que puedan ser fácilmente convertidos en datos espaciales).

La importancia única de los SIG consiste en que cada cosa tiene una localización y entre ellos por supuesto los pacientes, servicios, etc. Cualquier dato georeferenciado puede ser comparado, yuxtapuesto o analizado con cualquier otro dato. Además, el análisis espacial con información médica electrónica, conteniendo datos geográficos precisos puede ayudar grandemente a una comprensión del contexto ambiental en la transmisión de enfermedades así como identificar los factores ambientales que pueden impactar a la salud de la población.

En consecuencia, un sistema público de salud necesita de una manera eficiente para gestionar datos de salud y de información en caso de emergencia al público.

Los objetivos debieran ser, entre otros, poner datos a disposición de los usuarios con diversas capacidades técnicas y variadas necesidades; permitir diferentes niveles de acceso de información; integrar sistemas diferentes, archivar datos bases y bien documentados.

Los resultados esperados debieran ser procedimientos de gestión de distintas capas de información, usando Sistemas de Información Geográficos – SIG; estudiar e investigar los problemas a nivel local, regional como nacional sin pérdidas de tiempo y de trabajo manual; y por último que la información, sea de emergencia o no, sea accesible en Internet a aquellos que la necesiten, sea desde el punto operativo como de investigación.

## REFERENCIAS

1. Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). "Children's health and environment: a review of evidence", Report. European Environment Agency and the WHO Regional

- Office for Europe. World Health Organization. Regional Office for Europe. Environmental issue report N° 29. 225 p. 2002.
2. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Naciones Unidas, 27 p. 1992.
  3. Declaration of the Environment Leaders of the Eight on Children's Environmental Health, Environmental Protection Agency – EPA, Miami, Florida, May 5-6, United States, 5 p. 1977.
  4. ESRI. HL7 and Spatial Interoperability Standards for Public Health and Health Care Delivery. An ESRI White Paper. 10 p. January 2009.
  5. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, Grupo de Trabajo II, 2009.
  6. Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Primera Edición. 20 p. Julio de 1996.

#### Notas

- [1] Características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural. Implica una combinación de factores que determinan el grado hasta el cual la vida y la subsistencia de alguien quedan en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad. (Vulnerabilidad, 1996, p. 7)
- [2] Entre los contaminantes, los materiales particulados son los sólidos emitidos a la atmósfera por una fuente contaminante. En Chile, este tipo de contaminantes es cuantificado por medio del Índice de Calidad del Aire por Partículas (ICAP).
- [3] Los contaminantes son cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio, irreversible o no, en un ecosistema, medio físico o un ser vivo.
- [4] Las dioxinas (policlorodibenzodioxinas) son una familia de sustancias químicas de las más tóxicas que se ha podido sintetizar, formando parte junto a los furanos (paradiclorobenzofuranos), también altamente tóxicos, una familia química más amplia: los organoclorados. Uniéndose con otros compuestos para crear pesticidas (DDT, lindano), plásticos (PVC, PVDC), disolventes (percloroetileno, tetracloruro de carbono), refrigerantes (CFC, HCFC), pueden llegar a un sinnúmero de productos diferentes.
- [5] Mitigación. Es el conjunto de medidas que tienen como objetivo contrarrestar, minimizar o disminuir los impactos ambientales negativos de origen antrópico. Generalmente se implementan a través de un Plan de Mitigación, el cual forma parte a su vez de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- [6] La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Permite, entre otras cosas, reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.