

Una Salud: conectando la salud humana, animal y ambiental

Mauricio Canals¹

Dante Cáceres²

Introducción

El concepto Una Salud (“One Health”) integra fundamentalmente tres componentes: Salud Humana, Salud Animal y Salud Ambiental. Es una estrategia mundial para aumentar la colaboración y comunicaciones interdisciplinarias en todos los aspectos de la atención médica para humanos, animales y el medio ambiente. En su declaración de principios, en su sitio oficial, la iniciativa Una Salud propone que “la sinergia lograda avanzará la atención médica para el siglo XXI y venideros al acelerar los descubrimientos de la investigación biomédica, mejorar la eficacia de la salud pública, ampliar rápidamente la base de conocimiento científico y mejorar la educación médica y la atención clínica. Cuando se implemente adecuadamente, ayudará a proteger y salvar millones de vidas en nuestras generaciones presentes y futuras”.

Modelos conceptuales como salud ecosistémica, medicina de la conservación y “Una Salud” apuntan al concepto de una salud humana interdependiente con la salud animal y un medio ambiente saludable. Este concepto es en realidad muy antiguo y ya se encontraba presente en los escritos de Hipócrates, quien hace más de 2 mil años desarrolló el concepto ecológico de enfermedad (1).

El concepto se fue enriqueciendo con el reconocimiento de la relación entre salud humana y animal por R. Virchow y W. Osler y de la participación de los microorganismos e insectos vectores por muchos autores de gran renombre como L. Pasteur, R. Koch, C. Laveran, P. Manson, D. Bruce, R. Ross etc, en los diez años de oro de la epidemiología, en el siglo XIX; época en que se acuñó el concepto de tríada ecológica de la enfermedad. Posteriormente los conceptos “una medicina” de C. Schwabe y salud pública veterinaria de JH Steele en el siglo XX enriquecieron aún más la idea. Un gran impulso ocurrió en 2004, cuando la Wild Life Conservation Society (WCS) organizó un congreso que apuntaba hacia la medicina de la conservación y lo llamó “One World-One Health”, estableciendo 12 ideas conocidas hoy como los principios de Manhattan (2):

“Instamos a los líderes mundiales, la sociedad civil, la comunidad sanitaria mundial y las instituciones científicas a:

1. Reconocer el vínculo esencial entre la salud humana, de los animales domésticos y la vida silvestre y la amenaza que representa la enfermedad para las personas, sus suministros de alimentos y economías, y la biodiversidad esencial para mantener los ambientes saludables y los ecosistemas funcionales que todos necesitamos.

¹ Departamento de Medicina, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Programa de Salud Ambiental, Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Correspondencia a: mcanals@uchile.cl

² Programa de Salud Ambiental, Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

2. Reconocer que las decisiones sobre el uso de la tierra y el agua tienen implicaciones reales para la salud. Las alteraciones en la capacidad de recuperación de los ecosistemas y los cambios en los patrones de aparición y propagación de enfermedades se manifiestan cuando no reconocemos esta relación.

3. Incluir la ciencia de la salud de la vida silvestre como un componente esencial de la prevención, vigilancia, monitoreo, control y mitigación global de enfermedades.

4. Reconocer que los programas de salud humana pueden contribuir en gran medida a los esfuerzos de conservación.

5. Diseñar enfoques adaptativos, holísticos y prospectivos para la prevención, vigilancia, monitoreo, control y mitigación de enfermedades emergentes y resurgentes que tengan en cuenta las complejas interconexiones entre especies.

6. Buscar oportunidades para integrar completamente las perspectivas de conservación de la biodiversidad y las necesidades humanas (incluidas las relacionadas con la salud de los animales domésticos) al desarrollar soluciones a las amenazas de enfermedades infecciosas.

7. Reducir la demanda y regular mejor el comercio internacional de vida silvestre y carne de animales silvestres no solo para proteger a las poblaciones de vida silvestre, sino también para disminuir los riesgos de movimiento de enfermedades, transmisión entre especies y el desarrollo de nuevas relaciones entre patógenos y hospedadores. Los costos de este comercio mundial en términos de impactos en la salud pública, la agricultura y la conservación son enormes, y la comunidad global debe abordar este comercio como la verdadera amenaza para la seguridad socioeconómica mundial.

8. Restringir el sacrificio masivo de especies de vida silvestre en libertad para el control de enfermedades a situaciones donde existe un consenso científico internacional multidisciplinario de que una población de vida silvestre representa una amenaza urgente y significativa para la salud humana, la seguridad alimentaria o la salud de la vida silvestre en general.

9. Aumentar la inversión en la infraestructura mundial de salud humana y animal acorde con la naturaleza grave de las amenazas de enfermedades emergentes y re-emergentes para las personas, los animales domésticos y la vida silvestre. La mejor capacidad para la vigilancia de la salud humana y animal y para el intercambio de información clara y oportuna (que tiene en cuenta las barreras del idioma) solo puede ayudar a mejorar la coordinación de las respuestas entre las agencias gubernamentales y no gubernamentales, las instituciones de salud pública y animal, los fabricantes de vacunas / farmacéuticos, y otras partes interesadas.

10. Establecer relaciones de colaboración entre los gobiernos, la población local y los sectores público y privado (es decir, sin fines de lucro) para enfrentar los desafíos de la salud global y la conservación de la biodiversidad.

11. Proporcionar recursos y apoyo adecuados para las redes mundiales de vigilancia de la salud de la vida silvestre que intercambian información sobre enfermedades con las comunidades de salud pública y de sanidad animal agrícola como parte de los sistemas de alerta temprana para el surgimiento y el resurgimiento de amenazas de enfermedades.

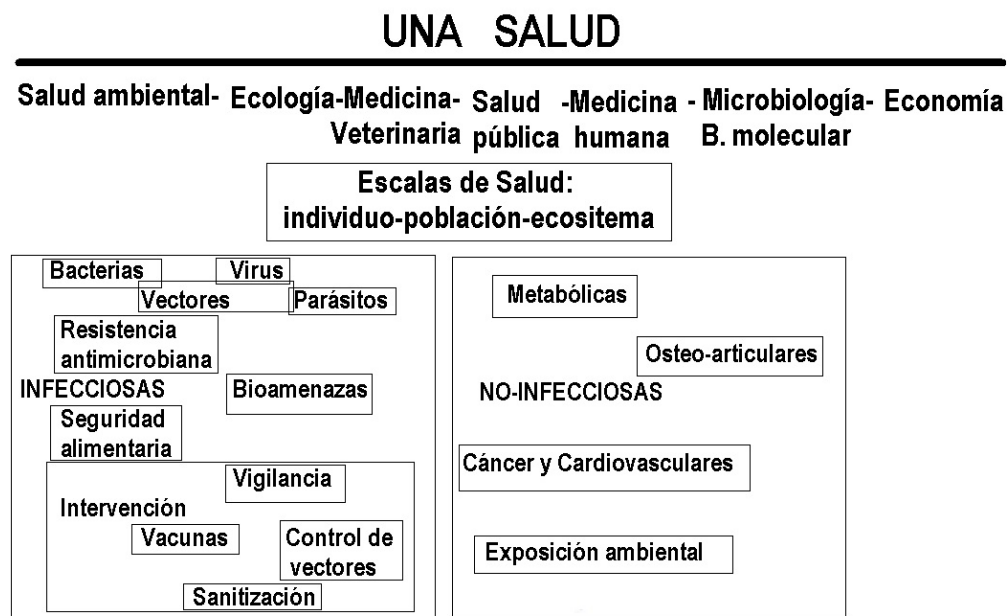
12. Invertir en educar y sensibilizar a las personas del mundo e influir en el proceso de políticas para aumentar el reconocimiento de que debemos comprender mejor las relaciones

entre la salud y la integridad del ecosistema para tener éxito en mejorar las perspectivas de un planeta más saludable.”

Posteriormente este concepto ha sido recogido en diversas organizaciones como FAO, OIE, WHO, CDC, UNICEF, UNSIC, y el Banco Mundial, acuñándose el concepto tripartito Salud Humana-Animal-Ambiental en 2010, y el primer congreso mundial de Una Salud en 2011 en Melbourne, Australia.

La iniciativa Una Salud es un enfoque multidisciplinario que integra las ciencias ambientales, ecología, medicina veterinaria, salud pública, medicina humana, la microbiología, biología molecular y la economía de la salud en las escalas individual, poblacional y ecosistémica (3) (Figura 1). Este es un enfoque eco-sistémico en el marco de la ecología humana, retomado con intensidad ante las evidencias del cambio global. Aunque los seres humanos somos parte de la biosfera (ecosistema), se puede pensar que nuestro sistema social (las personas, su población, su organización y su comportamiento), se encuentran inmersos e interactúan con el ecosistema por medio del flujo de materia energía e información realizando actividades humanas que afectan el medio ambiente y obteniendo servicios ecosistémicos de nuestro entorno (4). Así en este contexto, la salud humana, una característica propia de nuestro sistema social depende del nuestro entorno físico y biológico (5).

Figura 1.- Ámbito y escalas de interés de la iniciativa Una Salud (modificado de www.onehealthinitiative.com).



La utilidad del concepto se hace especialmente útil en el periodo histórico en que vivimos desde mediados del siglo XX, el Antropoceno, que podemos considerar una extensión del período industrial pero con una magnitud del efecto sobre el ecosistema muy diferente. Siendo el hombre un ingeniero ecosistémico, en la construcción de su propio nicho ha llevado el efecto sobre la

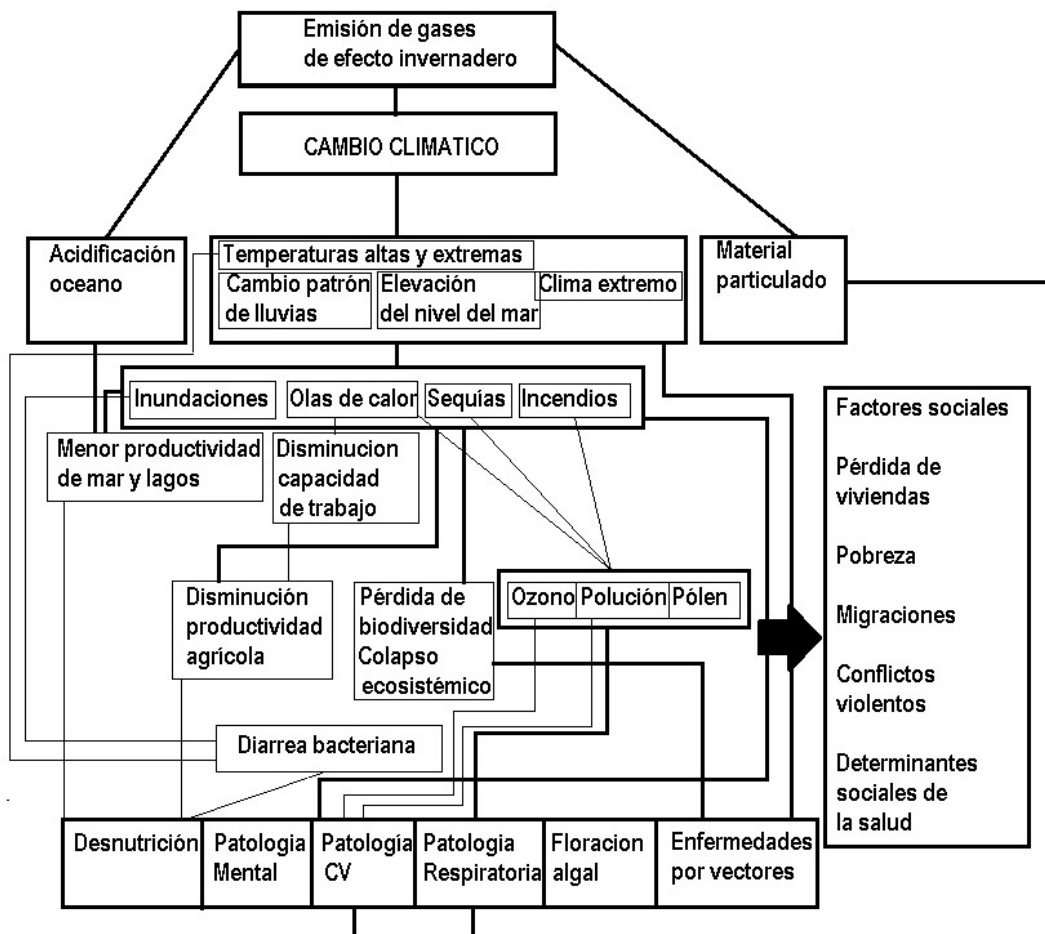
naturaleza a extremos no vistos. El régimen de subsistencia de la humanidad sigue siendo la agricultura, ganadería, el comercio y los servicios como el transporte pero a un nivel intensivo y hay innovaciones tecnológicas como energías no-biológicas, informática, internet, ingeniería genética, robótica, etc. El uso de energía se ha triplicado, con respecto a la era industrial llegando a 1GJ/individuo día (6) y ya es evidente el cambio climático. Es en este contexto donde el concepto Una Salud se hace más útil, lo que ilustramos a continuación con la relación entre cambio climático y salud y tres ejemplos más específicos.

Cambio climático y salud.

El cambio climático es un problema global con impacto potencial sobre la salud animal y humana. En 2013, en su quinto informe de evaluación, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) estimó el incremento de la temperatura global en al menos 0,85 °C respecto a los niveles pre-industriales y proyectó un aumento entre 0,9 y 5,8 °C para el año 2100, dependiendo del escenario climático (7). Actualmente, los aspectos como cambio climático, depleción de la capa de ozono, degradación de tierras, escasez agua y pérdida de la biodiversidad y función ecosistémica, son considerados factores determinantes de la salud humana (5, 8,9).

Recientemente se han realizado estudios multidisciplinares producto de la colaboración de 35 instituciones académicas líderes, la ONU y agencias intergubernamentales de todos los continentes (8,9). Los informes de 2018 y 2019 se basan en la experiencia de científicos climáticos, ecólogos, matemáticos, geógrafos, ingenieros, expertos en energía, alimentos, ganado y transporte, economistas, científicos sociales y políticos, profesionales de la salud pública y médicos. En estos estudios se utilizaron 41 indicadores para proporcionar un sistema de monitoreo global dedicado a estudiar las dimensiones de salud de los impactos y la respuesta al cambio climático. Se propone que un clima que cambia rápidamente tiene implicaciones nefastas para todos los aspectos de la vida humana, exponiendo a las poblaciones vulnerables a condiciones climáticas extremas, alterando los patrones de las enfermedades y comprometiendo la seguridad alimentaria, el agua potable y el aire limpio (Figura 2) .Estos impactos aumentan la desigualdad y comprometen muchos de los imperativos de salud pública nacionales y mundiales. Las implicaciones sanitarias, económicas y sociales del cambio climático proporcionan una justificación suficiente para la rápida aceleración de los esfuerzos de mitigación y adaptación.

Figura 2.- Diagrama de los efectos del cambio climático y su relación con la salud (modificado de ref 8).



Del análisis de los indicadores, los autores del reporte en 2018 derivan 4 mensajes clave: 1) los cambios en la frecuencia de las olas de calor, la reducción de la capacidad laboral, los cambios en la transmisión y distribución de las enfermedades transmitidas por vectores y la seguridad alimentaria proporcionan una alerta del gran impacto en salud pública que se espera si las temperaturas siguen aumentando. Las tendencias en los impactos, las exposiciones y las vulnerabilidades del cambio climático muestran un nivel de riesgo inaceptablemente alto para la salud actual y futura de las poblaciones en todo el mundo, 2) la falta de progreso en la reducción de emisiones y de la capacidad de adaptación amenaza la vida humana y la viabilidad de los sistemas nacionales de salud, 3) a pesar de estos retrasos, varios sectores han visto el comienzo en la disminución de las emisiones de carbono, aunque la escala de la respuesta al cambio climático será el factor determinante para moldear la salud de las naciones en los siglos venideros. 4) asegurar una comprensión generalizada del cambio climático como un problema central de salud pública será crucial para brindar una respuesta rápida, con la profesión de la salud recién comenzando a enfrentar este desafío (8).

En el reporte de 2019 se afirma que el progreso actual es inadecuado y, aunque hay algunos indicadores que han iniciado un cambio, como el reconocimiento del vínculo salud-clima, el

calentamiento está ocurriendo más rápido de lo que los gobiernos pueden o están dispuestos a responder. Se necesitan nuevos enfoques audaces para la formulación de políticas, la investigación e innovación para cambiar de rumbo. Un desafío sin precedentes exige una respuesta sin precedentes que tomará el trabajo de 7,5 mil millones de personas para asegurar que la salud de un niño nacido hoy no quede definida por un clima cambiante (9).

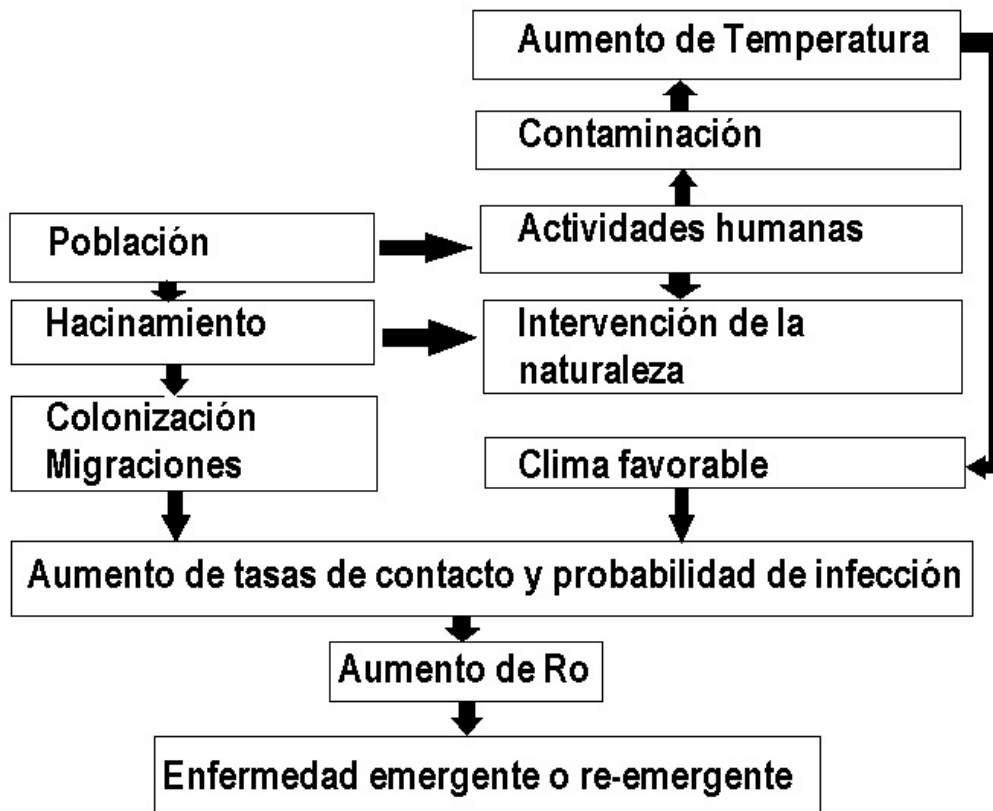
Enfermedades emergentes y transmitidas por vectores

El cambio climático ha significado un cambio en la prevalencia y aparición de nuevas enfermedades infecciosas, muchas de ellas zoonóticas y transmitidas por insectos hematófagos (10,11), ya que puede alterar los patrones espaciales y temporales del reservorio y de la transmisión de enfermedades (12-16), emergiendo nuevas enfermedades y re-emergiendo otras. Entre las enfermedades re-emergentes destacan la tuberculosis y la malaria multiresistente, la impresionante extensión del dengue y del virus del Nilo Occidental (WNV), el resurgimiento de la plaga, el cólera y las enfermedades transmitidas por garrapatas. Entre las enfermedades emergentes se encuentran los virus Marburg, Hendra, Nipah, Ebola, síndrome pulmonar por Hantavirus (HCP), SARS, MERS, la cepa de E. coli O157-H7, Ciclosporidios y Criptosporidios (10, 17, 18). La mayoría de estas enfermedades son zoonóticas, donde el factor más importante es la transgresión de la barrera entre especies, concepto conocido como “derrame” o “spillover”(16). La pandemia COVID-19 es producida por el virus SARS-CoV-2, que por sus relaciones filogenéticas demuestra una clara relación con SARS-CoV-1 (agente del SARS) y por tanto con un muy probable origen en el reservorio de los murciélagos (Macroquirópteros) (17-19). Estos tienen más de 76 virus con potencial patógeno humano entre los que destacan los virus Rabia, Marburg, Hendra, Nipah, Menangle, Tioman, Ebola y los coronavirus SARS y MERS (20). Entonces esta es probablemente una zoonosis emergente a consecuencia de la trasgresión de la barrera específica, fenómeno conocido como “spillover” o derrame.

Los eventos climáticos extremos como el fenómeno climático ENSO (El Niño y la Niña), las olas de calor, sequías, inundaciones, huracanes y ciclones favorecen aumentos en la prevalencia de enfermedades como la Malaria, Dengue, Chikungunya, síndrome cardiopulmonar por Hanta virus, cólera, tifoidea, criptosporidiosis, filariasis y leptospirosis, ya sea por aumento de la humedad y cuerpos de agua como por efecto directo de la temperatura (16). También las actividades humanas favorecen aumentos en diversas enfermedades transmitidas por vectores o agua (23). Por ejemplo las represas y regadíos favorecen la esquistosomiasis, malaria, helmintiasis y oncocercosis, la intensificación de la agricultura la malaria y fiebres hemorrágicas, la urbanización y hacinamiento y la deforestación, cólera, leishmaniasis y dengue, mientras que la reforestación favorece las enfermedades transmitidas por garrapatas como la enfermedad de Lyme y otras rickettsiosis (24).

Los factores determinantes de todos estos efectos son el aumento de la población humana y nuestra ingeniería ecosistémica, que no es más que la intervención de la naturaleza (Figura 3). En el caso de las enfermedades infecciosas el cambio climático afecta todos los componentes del número reproductivo de las enfermedades (R_0): la prevalencia en el reservorio, las tasas de contacto y la probabilidad que el contacto resulte en infección (25,26).

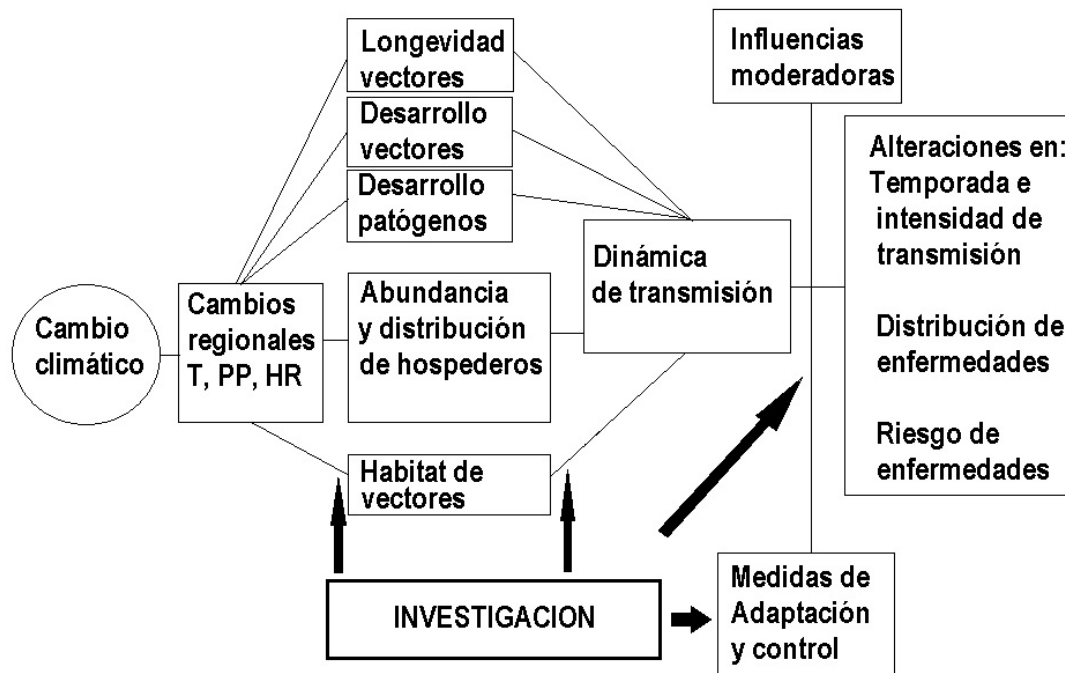
Figura 3.- Diagrama de los factores determinantes de la emergencia y re-emergencia de enfermedades infecciosas (modificado de ref.16).



Uno de los principales componentes de la biosfera en el cual se sostiene prácticamente toda la vida, los micro-organismos, es uno de los más afectados. Cambios como la acidificación del mar, la eutrofización de cuerpos de agua y el aumento de la temperatura cambian las tasas reproductivas de los micro organismos, alterando la probabilidad de contacto y dosis umbrales de infección en el hombre y animales. Así se favorece la transmisión de enfermedades vectoriales, y la proliferación bacteriana en cultivos y alimentos vegetales y animales, lo que se potencia con el extraordinario aumento de la capacidad de transporte en el mundo (16,23). En el caso de las enfermedades transmitidas por vectores el cambio climático afecta las poblaciones animales silvestres y domésticas que constituyen el reservorio y también a los vectores, especialmente a los artrópodos que son especialmente sensibles a humedad y temperatura (16), lo que ha resultado en un notable incremento de transmisión de enfermedades. Como ejemplo entre 1950 y 2017 se han estimados aumentos en la capacidad de transmisión de 9,1% y 11,1% en *Aedes aegypti* y *A. albopictus* vectores de dengue, Zika, Chikungunya y fiebre amarilla y de un 27.6% en los mosquitos *Anopheles* spp., vectores de malaria (8).

La toma de conciencia de estos aspectos debiera tener profundas repercusiones en la investigación, enseñanza de la medicina, el enfoque de la salud pública y la toma de decisiones en los años venideros (Figura 4).

Figura 4.- Relación entre el cambio climático, las poblaciones animales, las enfermedades y la población humana en el caso de las enfermedades transmitidas por vectores. Se señalan con flechas negras las interfaces clave de investigación en este tipo de enfermedades (modificado de ref. 13).



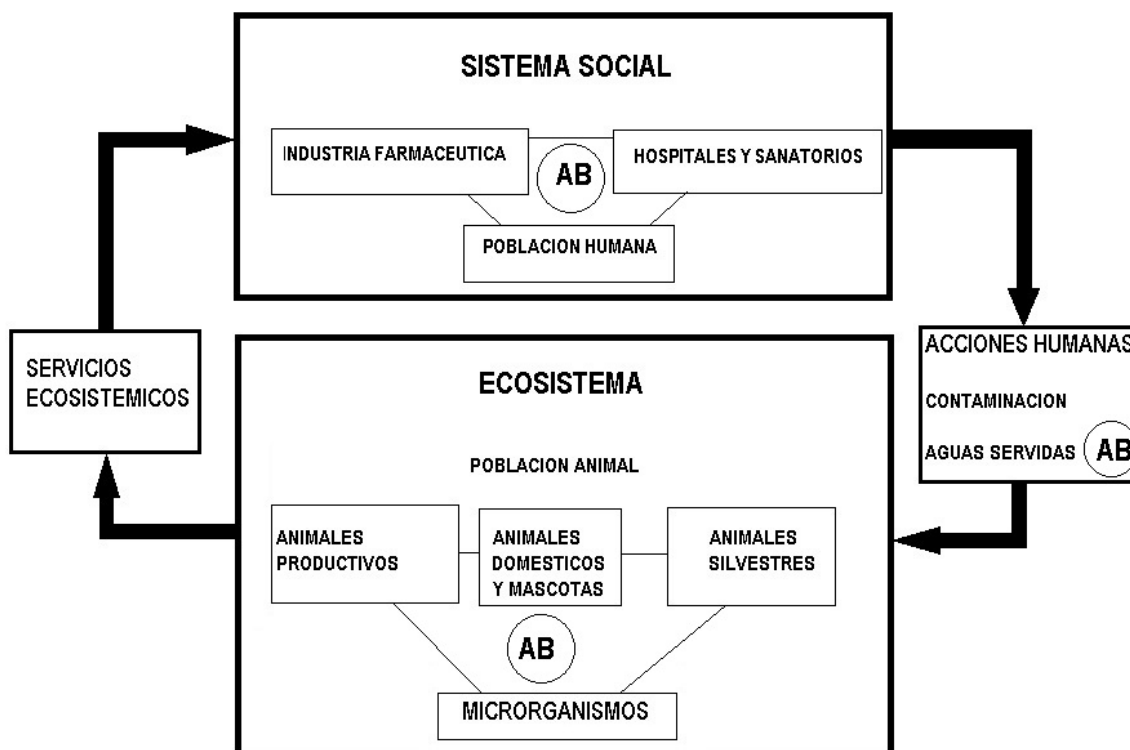
Resistencia a antibióticos.

La resistencia a antimicrobianos es hoy un problema crítico de salud a nivel mundial, al cual no está ajeno Chile. La capacidad de generar nuevos antibióticos está siendo superada por la tasa de aparición de resistencia a ellos (27, 28). La resistencia a antibióticos se ha descrito desde los años 40, Penicilinas y Sulfonamidas (29), habiéndose incrementado en forma casi exponencial en los últimos 20 años, incluyendo a las Cefalosporinas y Carbapenémicos entre otros (30). Esta resistencia está dada principalmente por la producción de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE) que inactivan a los antimicrobianos β -láctamicos, que son los más más prescritos en todo el mundo tanto a nivel humano como veterinario (31). Otros además son capaces de producir carbapenemasas que inactivan a los Carbapenémicos, que son la primera elección de tratamiento para las bacterias productoras de BLEE (32). Este tipo de resistencia se está convirtiendo en un problema de salud pública muy grave en todo el mundo ya que se agotan las opciones terapéuticas para los pacientes infectados con enterobacterias multi-resistentes. Las bacterias más temibles se pueden agrupar nemotécnicamente en el grupo ESKAPE (*Enterobacteriaceae* (*E. coli*), *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomona aeruginosa* y *Enterococcus* spp.) (32), siendo consideradas como críticas *A. baumannii*, *P. aeruginosa* y las *Enterobacteriaceae* por la WHO.

El problema de la producción de fármacos en general, tiene diversas aristas. Por una parte se encuentra el efecto que estos están teniendo en poblaciones naturales. Se ha reportado el efecto de productos químicos producidos por el hombre determinando disrupción endocrina que conduce a alteraciones en el neurodesarrollo y conducta reproductiva (33), malformaciones congénitas por pesticidas (34), ecotoxicidad por nanomateriales (35), efectos mutagénicos de drogas anti-cancerígenas (36) en poblaciones naturales de anfibios, alteraciones conductuales mediadas por fármacos psiquiátricos en peces (37) y reducciones en poblaciones naturales de buitres (38), ente otras. Por otra parte está la resistencia a antimicrobianos. En esta hay que

incluir los agrícolos (pesticidas, insecticidas, etc), los biocidas (productos de consumo, aditivos en alimentos y en las granjas, etc) y los antibióticos usados en humanos y animales. Estos terminan induciendo co-resistencia y resistencia cruzada en los micro-organismos mediada por la presión selectiva que establecen, las mutaciones y la transferencia de plásmidos que contribuyen a ampliar el resistoma bacteriano, entendido este como el conjunto de genes que contribuyen a la resistencia de las bacterias incluidos los antibióticos (39). Este es un problema en que intervienen diversos componentes en los que destaca la relación salud humana-animal y ambiente (Figura 5) (40). El sistema social está constituido por la industria farmacéutica, las instituciones de cuidado humano como hospitales, sanatorios y otros, las vías y medios de comunicación y transporte que permiten el intercambio de micro-organismos y la población humana. Por otra parte está el ambiente y las vías de interacción entre el sistema social y el medio ambiente a través de las acciones humanas y la eliminación de desechos (aguas servidas) y los servicios ecosistémicos que obtenemos de éste (4). En el compartimento animal son claves los animales de interés productivo, los animales del entorno doméstico incluidas nuestras mascotas y la vida silvestre (40). En este compartimento es de especial importancia la ganadería. Por ejemplo en Estados Unidos, el uso de antibióticos en sector agrícola aumentó en un 17% entre 2009 and 2013 (41) y el 80% de todos los antibióticos son utilizados por la ganadería. Por otra parte hay proyecciones de la ONU sugieren que el uso de antibióticos en ganadería aumentará en un 67% al 2030, a casi el doble en Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica por un aumento en el consumo de carnes y cambios en los cultivos donde se usan los antimicrobianos. Como no se producen antimicrobianos en Chile, todos los antimicrobianos utilizados en este país deben importarse. En Chile entre 1998 y 2015, 95% (7.775 toneladas) de Tetraciclinas, Fenicoles y Quinolonas importadas a Chile eran para uso veterinario. Entre 2000 y 2015 se importó un promedio de 226 toneladas de tetraciclinas por año para uso veterinario entre 2000 y 2015, mientras que sólo se importaron 2,5 toneladas por año, cien veces menos, que para uso humano, en el mismo período (28). Finalmente, el nicho de los microorganismos es fundamental para la vida, vulnerable, y a la vez es el que a través de inmensa capacidad de sobrevivir genera la resistencia a los antibióticos (23), lo que a la larga termina afectando a la salud humana, componente básico del sistema social.

Figura 5.- Diagrama de los factores claves del sistema social y el ecosistema determinantes de la resistencia a antibióticos.



Contaminación ambiental

La contaminación ambiental es la principal causa de mortalidad en el mundo. Es responsable aproximadamente del 16% de la mortalidad mundial, tres veces más que HIV/SIDA, TBC y Malaria combinadas y 15 veces más que todos los conflictos violentos. A pesar de esto, los efectos de la contaminación química en la salud humana son actualmente subestimados. Desde 1950 se han sintetizado más de 140.000 nuevos químicos y pesticidas, y en menos de la mitad se ha estudiado su efecto en la salud humana. Entre los ejemplos históricos están el asbesto, el DDT, bifenilos policlorinados y clorofluorocarbonados (42). Estos incluyen disruptores endocrinos, neurotóxicos, herbicidas, desechos farmacológicos y nanomateriales.

Un estudio reciente del impacto de la contaminación en la salud ha hecho las siguientes propuestas: 1) Hacer de la prevención de la contaminación una alta prioridad a nivel nacional e internacional e integrarla en los procesos de planificación del país. 2) Movilizar, aumentar y centrar el financiamiento y el apoyo técnico internacional dedicado al control de la contaminación 3) Establecer sistemas para monitorear la contaminación y sus efectos sobre la salud. Los datos recopilados a nivel nacional y local son esenciales para medir los niveles de contaminación, identificar y asignar la responsabilidad adecuada a cada fuente de contaminación,

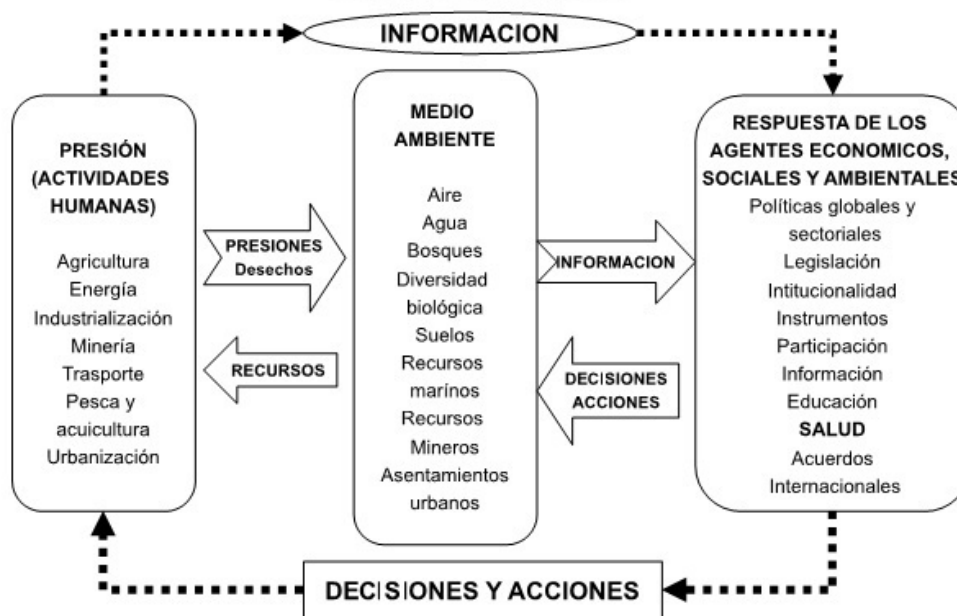
evaluar el éxito de las intervenciones, orientar la aplicación, informar a la sociedad civil y al público, y evaluar el progreso hacia los objetivos. 4) Construir asociaciones multisectoriales para el control de la contaminación. 5) Integrar la mitigación de la contaminación en los procesos de planificación de enfermedades no transmisibles. 6) Investigar la contaminación y el control de la contaminación.

Se necesita investigación para comprender y controlar la contaminación y para impulsar el cambio en la política de contaminación. La investigación relacionada con la contaminación debe: 1) Explorar los vínculos causales emergentes entre la contaminación, la enfermedad y el deterioro subclínico, por ejemplo, entre la contaminación del aire ambiente y la disfunción del sistema nervioso central en niños y ancianos; 2) Cuantificar la carga global de enfermedades asociadas con contaminantes químicos de toxicidad conocida como plomo, mercurio, cromo, arsénico, asbesto y benceno; 3) Identificar y caracterizar los resultados adversos para la salud causados por contaminantes químicos nuevos y emergentes; 4) Identificar y mapear las exposiciones a la contaminación, particularmente en países de bajos y medianos ingresos; 5) Mejorar las estimaciones de los costos económicos de la contaminación y las enfermedades relacionadas con la contaminación; y 6) Cuantificar los beneficios sanitarios y económicos de las intervenciones contra la contaminación y equilibrar estos beneficios con los costos de las intervenciones (42).

Briggs et al. (1996) (43) en su modelo presión, medio ambiente y respuesta (Figura 6) muestran el carácter ecosistémico y cíclico de la generación de contaminantes y como la presión de las actividades humanas en diversos ámbitos (productivos y de servicios) impactan y alteran el medio ambiente por la generación de desechos, a nivel de las diversas matrices ambientales donde se sostienen los agentes abióticos y bióticos. Estos impactos generan la información que se traduce en las respuestas de los agentes económicos, sociales y ambientales, ya sea a nivel local, regional o global, implementando políticas de corto y largo plazo, que se traducen en regulaciones de diverso orden, que sirven para la toma de decisiones que impactarán al medio ambiente y las actividades humanas. Esto genera información científica que a su vez se usará en la toma de decisiones.

Figura 6.- Diagrama de la generación y circulación de contaminantes (modificado de ref. 39).

Generación y circulación ecosistémica de contaminantes



Acciones en Chile

En Chile, desde 2014 se organizó un grupo Una Salud con la convergencia de la Facultad Ciencias Veterinarias Universidad de Chile, Escuela de Ciencias Veterinarias Universidad Andrés Bello, Esc. Veterinaria Universidad de Concepción, Esc Veterinaria Universidad Católica, Instituto de Ciencias Biomédicas Univ. Autónoma, Fac. Medicina, Universidad del Desarrollo, One Health Institute California Davis University, One Health, San Diego State University, One Health Queensland University Instituto de Salud Pública, MINSAL, SERNAPESCA, SAG, ACHIPIA, OPS/OMS y la FAO. Este grupo incorpora profesionales de la salud, médicos veterinarios y profesionales de las ciencias ambientales que han planteado sus líneas de acción en salud humana, cambio climático, salud ambiental, salud animal (animales productivos y de compañía), agentes infecciosos, enfermedades transmitidas por vectores, resistencia antimicrobiana, determinantes sociales y redes y movilización social. Han propuesto como objetivos: 1) Difundir el concepto Una Salud a nivel nacional e internacional, 2) Promover el las redes de trabajo entre grupos de interés multidisciplinarios, 3) Facilitar el acceso a información de calidad, 4) Fortalecer los liderazgos multidisciplinarios, 5) Establecer una plataforma de información en un lenguaje simple y de fácil comprensión libre de conflictos de interés, 6) Generación de acciones colaborativas, 7) Canalización de acciones de difusión hacia grupos de interés y la comunidad en general 8) Ser un puente científico hacia movimientos de la sociedad civil, 9) Ser el referente nacional para las plataformas internacionales One Health Commission y One Health Platform.

Desde 2016, se vienen realizando congresos en distintos lugares, asociados con instituciones como universidades, ISP y sociedades científicas, especialmente el “One Health day” que se realiza todos los años en la Universidad de Chile. Actualmente hay grupos de trabajo de enfermedades emergentes y re-emergentes, vigilancia de agentes infecciosos, resistencia antimicrobiana, cambio climático, salud y ambiente, sociedad civil y seguridad alimentaria. Entre los desafíos que se ha propuesto este grupo está el avanzar hacia un modelo de vigilancia ministerial basado en Una salud, la formación de una sociedad científica en 2020, la creación de una fundación y la postulación al congreso mundial Una Salud en junio de 2024 (44).

REFERENCIAS

- 1.-Hipocrates. De aere aquis et locis. Charles Darwin Adams Ed. <http://data.perseus.org/citations/urn:cts:greekLit:tlg0027.tlg002.perseus-eng1:1>
- 2.- Cook RA, Karesh WB, Osofsky SA. http://www.wcs-ahead.org/manhattan_principles.html 2004; Wildlife Conservation Society, Bronx, New York, USA.
- 3.-Gibbs EPJ. The evolution of One Health: a decade of progress and challenges for the future. *Vet Rec.* 2014; 85-91. doi: 10.1136/vr.g143.
- 4.- Marten GG. *Human Ecology. Basic concepts for sustainable development.* UK: Earthscan Pub.; 2001.
- 5.- Mc Michael AJ, Campbell-Lendrum DH, Corvalán CF, Ebl KL, Githeko AK, Scheraga JD, et al. *Climate change and human health. Risks and responses.* Geneva: WHO Cataloguing-in-Publication Data; 2003.
- 6.- Ellis EC. Ecology in an anthropogenic biosphere. *Ecol Monogr.* 2015; 85(3): 287-331.
- 7.- Collins M, Knutti R, Arblaster J, Dufresne JL, Fichefet T, Friedlingstein P, et al. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. En: Stocker TF, y cols. (Eds.) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, United Kingdom and New York, IPCC: Cambridge University Press; 2013. 1029-1136.
- 8.- Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlson S, Belesova K, Berry H, et al. The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: shaping the health of nations for centuries to come. *Lancet* 2018; 392: 2479–514.
- 9.- Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlson S, Belesova K, Boykoff M, et al. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *Lancet* 2019; 394: 1836–78.
- 10.- Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature* 2008; 451(7181): 990-993.
- 11.- Genchi C, Rinaldi L, Mortarino M, Genchi M, Cringoli G. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet Parasitol* 2009; 163(4): 286-92.
- 12.- Rogers DJ, Randolph SE. Climate change and vector-borne diseases. *Adv Parasitol.* 2016; 62: 345-81.

- 13.- Gubler DJ. Vector-borne diseases. *Rev Sci Tech.* 2009; 28: 583-8.
- 14.- Figueroa D, Scott S, Hamilton-West C, González CR, Canals M. Mosquitoes: Diseases vectors in context of climate change. *Parasitol Latinoam.* 2015; 64(2): 42-53.
- 15.- Canals M, Cattán PE. Zoonosis emergentes transmitidas por vectores artrópodos en un mundo marcado por el cambio global. *Parasitol Latinoam.* 2016; 65(1): 42-53.
- 16.- Canals M. Cambio climático y enfermedades emergentes en humanos. En Bozinovic, F. & Cavieres, L (Eds): *La vulnerabilidad de los organismos al cambio climático: Rol de la fisiología y la adaptación.* Santiago: Ediciones CAPES-UC; 2019. 37-55.
- 17.- Andersen KV, Rambaut A, Lipkin WI, Holmes EC, Garry RF. The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nature Medicine.* 2020; 26:450-455.
- 18.- Zhang YZ, Holmes EC. A Genomic Perspective on the Origin and Emergence of SARS-CoV-2. *Cell.* 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.03.035>
- 19.- Lam TTY, Shum MH, Zhu HC, Tong YG, Ni XB, Liao YS, et al. Identifying SARS-CoV-2 related coronaviruses in Malayan pangolins. *Nature.* 2020. DOI: 10.1038/s41586-020-2169-0
- 20.- Callisher CH, Childs JE, Field HE, Holmes KV, Schountz T. Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. *Clin Microbiol Rev.* 2006; 19(3): 531-545.
- 21.- Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. Emerging infectious diseases of wildlife - Threats to biodiversity and human health. *Science* 2000; 287: 443-449.
- 22.- Linthicum KJ, Anyamba A, Tucker CJ, Kelley PW, Myers MF, Peters CJ. Climate and satellite indicators to forecast Rift Valley fever epidemics in Kenya. *Science* 1999; 285:397-400.
- 23.- Cavicchioli R, Ripple WJ, Timmis KN, Azam F, Bakken LR, Baylis M, et al. Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. *Nature Rev. Microbiology.* 2019; 17:569-586.
- 24.- Wilson, M.L., Ecology and infectious disease. En Aron JL & Patz JA, Eds *Ecosystem Change and Public Health: A Global Perspective.*, Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2001.p. 283-324.
- 25.- Wolfe ND, Dunaban CP, Diamond J. Origins of mayor human infectious diseases. *Nature* 2007; 447: 279-283.
- 26.- Lloyd-Smith J, Dylan G, Pepin KM, Pitzer VE, Pullian JR, Dobson AP, et al. Epidemic Dynamics at the human-animal interface. *Science* 2009; 326: 1362-1367.
- 27.- Cabello F C, Godfrey H P, Buschmann A H, Dölz H J. Aquaculture as yet another environmental gateway to the development and globalization of antimicrobial resistance. *Lancet Infect Dis* 2016; 16 (7): e127-e133. Review. PubMed PMID: 27083976.
- 28.- Millanao AR, Barrientos-Schaffeld C, Siegel-Tike CD, Tomova A, Ivanova L, Godfrey HP, et al. Resistencia a los antimicrobianos en Chile y el paradigma de Una Salud: manejando los

riesgos para la salud pública humana y animal resultante del uso de antimicrobianos en la acuicultura del salmón y en medicina. *Rev Chil Infectol* 2019; 35 (3): 299-303.

29.- Weinstein AJ. The cephalosporins: activity and clinical use. *Drugs* 1980; 20:137-154.

30.- Winkler ML, Papp-Wallace KM, Hujer AM, Domitrovic TM, Hujer KM, Hurlless KN, et al. Unexpected challenges in treating multidrug-resistant Gram-negative bacteria: resistance to ceftazidime-avibactam in archived isolates of *Pseudomonas aeruginosa*. *Antimicrob Agents Chemoter.* 2015; 59:1020-1029.

31.- Etcheverri-Toro LM, Rueda ZV, Maya W, Agudelo Y, Ospina S. *Klebsiella pneumoniae* multi-resistente, factores predisponentes y mortalidad asociada en un hospital universitario en Colombia. *Rev Chil Infect* 2012; 29 (2): 175-182.

32.- Canals M, Sabbagh E, Chernilo S. Neumonías en el inmunocomprometido: perspectiva desde el diagnóstico por imágenes, e inferencia Bayesiana. *Rev Chil Infectol.* 2014; 31(1):119-133.

33.- Frye CA, Bo A, Calamandrei G, Calza L, Dessi-Fulgheri F, Fernandez M, et al. Endocrine disruptors: a review of some sources, effects and mechanisms of actions on behavior and neuroendocrine sciences. *J Neuroendocrinol.* 2011; 24:144-150.

34.- Egea-Serrano A, Relyea RA, Tejedo M, Torralva M. Understanding of the impact of chemicals on amphibians: a meta-analytic review. *Ecol Evol.* 2012; 2(7): 1382-1397.

35.- Ferreira do Amaral D, Guerra V, Goncalves A, Melo e Silva D, Lopes Rocha T. Ecotoxicity of nanomaterials in amphibians: a critical review. *Sci Tot Env.* 2019; 686: 332-344.

36.- da Costa A, Mesak C, Flores M, Freitas IN, Chagas TQ, Malafaia G. Anti-cancer drugs in aquatic environment can cause cancer: insight about mutagenicity in tadpoles. *Sci Tot Env.* 2019; 250: 2284-2293.

37.- Brodin T, Fick J, Jonsson M, Klaminder J. Dilute concentration of a psychiatric drug alter behavior of fish from natural populations. *Science* 2013; 339: 814-815.

38.- Green RE, Newton I, Shultz S, Cunningham AA, Gilbert M, Pain DJ, et al. Diclofenac poisoning as a cause of vulture population declines across the Indian subcontinent. *J Appl Ecol.* 2004; 41: 793-800.

39.- Paul D, Chakraborty R, Mandal SM. Biocides and health-care agents are more than just antibiotics: Inducing cross to co-resistance in microbes. *Ecotoxicol Env Saf.*2019; 174: 601-610.

40.- Woerther PL, Burdet C, Chachaty E, Andremont A. Trends in Human Fecal Carriage of Extended-Spectrum -Lactamases in the Community: Toward the Globalization of CTX-M. *Clin Microbiol Rev.* 2013; 26(4): 744-758.

41.- FDA. Summary report on antimicrobials sold or Distributed for use in food-producing animals. USA: Food and Drug Administration Department of Health and Human Services April; 2015.

42.- Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, Adeyi O, Arnold R, Basu N, et al. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet* 2018; 391: 462–512.

43.-Briggs, C. Corvalán and M. Nurminen. Linkage methods for environment and health analysis: general guidelines : a report of the Health and Environment Analysis for Decision-making (HEADLAMP) project. World Health Organization. Office of Global and Integrated Environmental Health, United Nations Environment Programme & United States Environmental Protection Agency. 1996. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/62988>

44.-Hormazabal JC. Desafío Una salud Chile. *One Health Week*; 2019.

