

R.A. Roa-Castellanos^{1*}, M.A. Capó*, M.J. Anadón*

Anamnesis y Humanidades Médicas sobre el Cambio Climático: Un Caso Reversible para el Análisis Transdisciplinar de la Biogeomedicina

RESUMEN

Este artículo muestra que la tierra ha sufrido y superado previos cambios climáticos gracias a reacciones estabilizadoras sobre la atmósfera de las poblaciones biológicas. En 2014, las Naciones Unidas declararon el Cambio Climático (CC) como “irreversible”. No obstante, la evidencia paleobioclimatológica y bioquímica, para una hermenéutica médica, arroja un diagnóstico contrario. De hecho, las mínimas características aquí revisadas demuestran las nociones de *reversibilidad* de previos cambios climáticos terrestres donde la respuesta de las poblaciones vivas jugó un papel muy importante en la recuperación de la estabilidad atmosférica y térmica (por vía de lo que hoy es base de la *Bioremediación*). Estas características estructurales también permiten la analogía entre los microsistemas orgánicos (*mikrophýsis*) y el macro-sistema terrestre. Esta comparación funcional, base de la medicina clásica, puede ser de utilidad ante las actuales comprensiones sobre el CC. Los antecedentes sistémicos demuestran al CC susceptible a intervenciones poblacionales de *biorremediación a gran escala* o *amortiguación ecotoxicológica* por medio de la acción de poblaciones vivas, luego la historia evidencia que el CC sí puede ser reversible. El paralelismo permite inferir hechos significativos para la propuesta denominada “*Biogeomedicina*”. En la *Historia Clínica* del planeta, la paleoclimatología significa parte de su anamnesis sistémica. El rol de repertorios poblacionales (para el macro-sistema, especies) y sus aportaciones en la constitución del clima, orientan como detoxificar y estabilizar la dinámica gaseosa. El Cambio Climático ha sido tratado desde distintos campos técnicos con mínimo éxito hasta ahora por lo cual continúa en su tendencia refractaria.

¹ Departamento de Toxicología y Legislación Sanitaria. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. Avenida Complutense s/n. Código Postal. 28040. Rroa01@ucm.es

Palabras clave

Paleobioclimatología, Biogeomedicina, Cambio Climático, Anamnesis, Transdisciplina.

ABSTRACT

This paper shows how the Earth has reversed previous climate changes (CC) thanks to stabilizing reactions of its biological populations on the atmosphere. In 2014, United Nations declared CC as “*irreversible*”. Noteworthy, paleobioclimatology’s and biochemical evidence turns out in a different diagnostic when populations are considered as a positive tool in fighting back the phenomenon. In the past, previous Climate Changes towards higher and lower temperatures were reversible. How? Mostly, due to living beings (populations) responses. In fact, characteristics here analysed build reasons to understand not only *reversibility*, but also an analogic system of thought between organic microsystems (*mykrophýsis*) and the Earth’s macrosystem. That analogy exactly compose the basis of the classical Greek medicine whose sense is described ahead. The later reveals how that systemic background has shown Earth’s eco-toxicological capacity to buffer previous CCs in order to design today’s necessary eco-therapeutic measures. *Grand scale bioremediation* can be built by imitating those episodes in the planet’s history. As a consequence, this paper points out elements for comparative analysis among organic and planetary systems homeostasis. This parallelism allows to refute the irreversibility paradigm as well as to infer what would be taken as an anamnesis. To say, *Clinical History* for a new patient in biomedical sciences called the Earth. It defines an approach denominated here as *Biogeomedicine*. The role of population repertoires and its contribution to the formation of climate indicates the value of living beings in tropospheric gas stabilization re-interpreting Bioclimatology for a problem-solving sense/strategy. Climate Change (CC) has been treated from singular disciplines with no success so far. Meanwhile, transdisciplinary research adding multi-factorial analysis is suggested as the most suitable method to approach complex problems. Climate change can be reversible by means of directing the appropriate responses of biological populations.

Key words

Paleo-bioclimatology, Biogeomedicine, Climate Change, Anamnesis, Transdiscipline.

INTRODUCCIÓN

El Cambio Climático (CC) significa no solo la mayor amenaza para la *Salud Pública* en el siglo XXI (Costello et al., 2009; Watts et al, 2015), sino también el mayor riesgo de extinción masiva de especies en el futuro previsible (Thomas et al., 2004).

La comunidad científica recomienda el enfoque transdisciplinar para abordar el fenómeno del *Cambio Climático* (Deppisch y Hassibovic, 2013). Dada la complejidad, magnitud y multi-causalidad de este tema, se ha sugerido asumirlo académicamente primero desde la perspectiva **transdisciplinar**, seguida de la observación **interdisciplinar**, y por último, enfatizando el conocimiento **disciplinar** (Miller et al., 2008; Hulme y Mahoney, 2010).

En contraste, la sociedad aún tiende a responder con estudios de geoingeniería y acciones geopolíticas con sesgos mono-disciplinares, e instituciones gubernamentales y académicas, todavía, un tanto desarticuladas. En la práctica, las ingenierías, la economía y el derecho han liderado los esfuerzos de control en este problema sistémico, de raíz biológica, que permanece refractario, y al contrario ha aumentado su tendencia creciente.

Los éxitos en el control del cambio global han sido mínimos bajo el enfoque convencional de sectores no integrados. La tendencia en la generación de *Gases de Efecto Invernadero* (GEI) se mantiene irrefrenable. Las soluciones ofrecidas desde la medicina han sido nulas o escasas pero su preocupación es creciente por el fuerte impacto que el *Cambio Climático* (CC) ya ha empezado a ser notado en la salud poblacional de diversas áreas y especies. Cuadros similares a nivel del macro-sistema corporal u orgánico, sin embargo, son tratados diariamente en los ejercicios clínicos de la medicina humana y veterinaria. Averiguar el pasado del sistema orgánico en desequilibrio (*Anamnesis*) es un factor clave para establecer diagnóstico, pronóstico y posible respuesta resolutive al problema presentado.

De interés, se ve el reciente avance que ha cobrado el tema del CC para el campo de las ciencias de la salud en el ámbito institucional y estudios epidemiológicos (Watts et al., 2015; USGCRP, 2016). En la comprensión convencional del CC, la **población** ha sido considerada, de forma predominante, como un **elemento negativo** (*contaminante, agotador de recursos, sobrepoblado*) o **pasivo** (*indiferente, inactivo*) para las dinámicas del desequilibrio climático planetario.

Como resultado, la visión catastrófica, de pérdida, inductora de temor, o bien apática, bajo una percepción de impotencia ante el CC actual son respuestas frecuentes, ocasionando: la huida-omisión, el miedo franco, o la negación ante el problema, lo que predomina en la mayor parte de la población dificultando respuestas y participaciones más efectivas (Möllers et al., 2014).

Valorar a la población como potencial solución al desbalance no es un matiz frecuente en los estudios sobre CC. Por el contrario, culturalmente, es reiterativo que se exhiba dentro del paradigma habitual a la vida humana y a sus poblaciones como un problema que a lo sumo puede ser “consciente” del daño que inflige al planeta. *¿Por qué no virar y hacer énfasis en el bien que la especie dentro del macro-sistema terráqueo le puede también crear al planeta con un cambio actitudinal?*

El CC parece continuar agravándose en sus mecanismos y síntomas perceptibles a escalas locales, regionales, nacionales, y globales. Realizar una lectura transversal con un centro gravitatorio médico de análisis, exige revisar fundamentos. Ha de comenzarse por recoger y combinar datos que aluden al *Lebenswelt, Life-world o Mundo-Vivo* del filósofo Husserl, sobre los cuales la lectura transdisciplinar debe basarse al triangular datos teóricos, perceptivos (subjetivos) y empíricos (objetivos) de disciplinas humanísticas y científico experimentales (Hoffmann-Riem, et al., 2008).

Esta plataforma transdisciplinar de base para el nuevo paradigma sanitario, conocido como *Una Salud (One Health)*, debe prestar atención y ponderar críticamente informaciones tanto provenientes del mundo académico como del no académico (Zinnstag et al., 2015).

La responsabilidad de la solución actual del CC, consecuentemente, está depositada en el liderazgo de los campos de la Geopolítica y la Geoingeniería. No obstante, se pueden encontrar en el análisis desde las *Humanidades, Deontología y Semiología Médicas*, otras vías complementarias para comprender de forma distinta el problema, contribuir con otras interpretaciones, y planificar desde ahí, nuevas soluciones al CC que pueden llegar a ser articuladas, o re-encuadrar (Eng. *Reframe*), los hallazgos de estudios previos en distintas disciplinas.

Por ejemplo, con una valiosa aportación, la escuela científica suiza (*National Centres of Competence in Research [NCCR's]*) había identificado que el cambio global dado en diferentes contextos, exhibía una *compleja problemática para la supervivencia* que debía ser tratada de forma transdisciplinar. No obstante, este tremendo esfuerzo desarrollado esencialmente por científicos de los campos experimentales, hizo demasiado énfasis en los diagnósticos y miradas de las ciencias sociales para concretamente *“mitigar el síndrome”* grave descubierto a nivel global (Hurni et al., 2004). Lamentablemente, dicha conclusión no se sistematizó de manera que se pudiese pensar en un esfuerzo reparativo sostenido tras escalar el síndrome a unos valiosos proyectos comunitarios de intervención local en distintos continentes. Tácitamente, se evidenció también que la población humana entrañaba una potencial acción de biorremediación para diversos problemas de origen ambiental.

En el encuadramiento del problema como *síndrome*, sin embargo, se descuidó un poco el análisis sistémico y funcional de las columnas *orgánicas* o *clínicas* que sostenían la figura conceptual del “síndrome” identificado como conjunto de síntomas interactuantes sobre los macro-sistemas, en este caso de la globalidad terrestre.

La anamnesis (investigación diagnóstica sobre el pasado del paciente), los síntomas y signos que constituyen un síndrome, no fueron explorados en la órbita sistémica para entender la actual manifestación de un desequilibrio funcional que significa el cambio climático. En consecuencia,

las estrategias de mitigación en los problemas resultaron insuficientes y la figura del síndrome pasó a mantenerse en estado quiescente o de olvido en la actualidad.

Para subsanar tales vacíos de aproximación teórica, con base en ese espíritu clínico inicial, que hizo uso del enfoque y terminología biomédica, se ofrece a continuación el análisis sistémico expost como otra contribución actualizada en la identificación de antecedentes relevantes en la Biogeomedicina. Para la *Biogeomedicina*, es decir, el ejercicio biomédico que reconoce en la Tierra una unidad funcional a manera de nuevo paciente sistémico (Roa-Castellanos et al., 2016) se puede aplicar la criteriología de la propedéutica y la semiología médicas al desequilibrio planetario con intención correctiva o terapéutica. Esta aproximación empieza por el esclarecimiento de la *anamnesis*, es decir, la investigación y el descubrimiento de la *historia clínica* del paciente.

Según los paradigmas regentes de la práctica biomédica esta investigación analógica para el estado terrestre, se desarrolla aquí sostenido en dos ejes: 1) El *Diagnostico o Examen Clínico Orientado a Problemas (ECOP)* que exige pasar de los hallazgos en registros que muestran una multiplicidad de problemas, a la *interpretación sistémica*, es decir, comprender la dinámica de hechos científicos en los problemas de la práctica médica (Weed, 1968; Hurst, 1974), y 2) la *Medicina Basada en la Evidencia (Evidence-Based Medicine)* que racionalmente identifica y contrasta la realidad objetiva descubierta por procedimientos científicos y que es presentada en sistemas desequilibrados de los pacientes. Estos hallazgos objetivos recogidos en la categoría de evidencia (*mediciones, sustancias, dataciones, secuencias cronológicas*), se diferencian de dudosas interpretaciones subjetivas sobre la enfermedad o desequilibrio por parte del propio paciente, familiares, creencias pseudo-científicas, etc, que sin embargo son tenidas en consideración como percepciones que pueden alertar sobre procesos subyacentes. La síntesis sistémica que surge de ambos enfoques favorece un diagnóstico más acertado del problema en curso y por ende conduce analíticamente a una solución más eficaz (Davidoff et al., 1995; Sackett et al, 1996; Haynes et al., 2002).

Ya que el macro-sistema terrestre, al igual que en el caso de *la neonatología, la pediatría temprana o la Medicina Veterinaria*, el paciente tampoco puede contestar verbalmente a un interrogatorio anamnésico para identificar los síntomas de ese síndrome sufrido, es decir, el CC, una búsqueda fáctica sobre la historia funcional objetiva de los cambios o desequilibrios sistémicos pasados debe recopilarse en sus aspectos mínimos de referencia. Ese nuevo paciente para las ciencias biomédicas y su especial comprensión sistémica de los problemas que invoca la Biogeomedicina ya tiene hallazgos desde otras disciplinas (*geología, arqueobiología y microbiología, geoquímica, bioclimatología, etc*) que pueden ser revisados transversalmente desde una interpretación Transdisciplinaria con el buscado sentido terapéutico (Roa-Castellanos et al., 2016). La

evaluación de los signos geológicos y poblacionales exige la observación y el seguimiento (sincrónico y diacrónico) de hechos geocronológicos y bioclimatológicos que han repercutido en la composición atmosférica y la temperatura de la troposfera para la homeostasis del planeta.

Temperatura y concentración gaseosa en la atmosfera (más específicamente en la troposfera y biosfera) son las principales variables de cambio para dictaminar la génesis, la tendencia y el comportamiento del CC (USGCRP, 2016; Costello et al., 2009). ¿Qué implica esta amenazante hipertermia originada en el desequilibrio gaseoso de la atmosfera en los ámbitos sociales y orgánicos para la medicina?

SIGNOLOGÍA PARA LAS HUMANIDADES MÉDICAS

Las declaraciones emitidas² el 2 de Noviembre de 2014 por parte del *Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC* por sus siglas en inglés) cuando proclamaron el proceso como “*irreversible*”, pueden reflejar varios significados para la comprensión actual del problema y la emisión de tal pronóstico: 1) bien una advertencia, 2) un paradigma intelectual pesimista/catastrófico en sí mismo por inculcar pasivamente la inacción o el sinsentido de la acción *-si la hubiese-* ante lo que no se puede detener, o bien, 3) el desconocimiento u omisión de hechos del pasado terrestre, descubiertos por la ciencia, que pueden asemejar la geocronología a una anamnesis, o historia clínica de un paciente. En este caso, para el macrosistema conocido como el planeta Tierra, triangular los conocimientos es una urgencia en sí misma para *la supervivencia y salud de sus poblaciones*.

LA ÚTIL ÓPTICA DE LA ÉTICA Y LAS HUMANIDADES MÉDICAS

En la “*Breve Historia de la Ética Médica*” escrita por uno de los afluentes de la Bioética norteamericana, Albert R. Jonsen (2011), se citan los ejes estructurales de la práctica deontológica y el espíritu médico. El quehacer médico como arte (*Téchne iatriké* o *Ars medica*) desde el *Corpus Hippocraticum*, se sabe, está intrínsecamente ligado a la solución o tratamiento de circunstancias con *peligro vital*. El CC supone peligro vital para las poblaciones que componen la biosfera, pero también peligro al alterar el funcionamiento ecológico/geológico de la atmósfera e hidrósfera.

Como profesión, la medicina intrínsecamente interdisciplinaria *-arte y ciencia a la vez-* es la antítesis a la conducta de *indiferencia* pasiva ante los problemas. Si algo caracteriza al médico humano o veterinario es su acción: la *actuación médica* ha de revisarse a continuación en sus

² URL: http://www.washingtonpost.com/national/health-science/effects-of-climate-change-irreversible-un-panel-warns-in-report/2014/11/01/2d49aeec-6142-11e4-8b9e-2ccdac31a031_story.html (Consultado el 25-05-2015).

mínimos estructurales para comprender la subsecuente extrapolación geológica:

Filosóficamente, estas clarificaciones entrañan que la **actuación médica** se fundamenta en la razón al *resolver problemas orgánicos de la naturaleza restaurando su equilibrio*. Como tal, ésta debe estar despojada de factores que impliquen la distorsión *pasional-emocional* que nubla el juicio. Ello es importante puesto que el *miedo actitudinal ante el CC* es una emoción, que aunque es útil, también puede inducir distorsiones racionales. Meira (2009) para el cambio climático así lo reseña, al ser una fuente de miedo por lo negativo de sus efectos previsibles. El CC para el público, según su estudio, es “*extremadamente peligroso*”, “*muy preocupante*” y aunque 6 de cada 10 ciudadanos británicos ya se han sentido afectados por éste, el CC es descrito como *lejano en el tiempo y en el espacio* creando un problema de comprensión a la hora de juzgarlo denominado “**hipermetropía psicológica**”.

La labor médica restringe esta clase de problemas para su praxis por medio de una razón entrenada, de la sangre fría formada con la educación, y de protocolos de acción objetiva establecidos en el momento de abordar problemas.

Se busca por medio de ellos y de la instauración de medidas dirigidas a las causas (*etiología-patogenia-fisiopatología*) y contención de los efectos (*tratamiento curativo, sintomático o paliativo*) que la *crisis orgánica* no llegue a ser completamente destructiva del sistema orgánico afectado. Por el contrario, se busca *actuar para* controlar el daño e instaurar las medidas que lo reparen, reencausando los subsistemas desequilibrados a un correcto funcionamiento. También se persigue que no se cometan errores iatrogénicos por omisión, subvaloración, negligencia, o procedimientos erróneos. La investigación transdisciplinaria, en compatibilidad con esos preceptos, para Pohl y Hirsch Hadorn (2008) desarrolla, en consonancia: conocimiento descriptivo, normativo y orientado *a la práctica* para ayudar a resolver, mitigar o prevenir **problemas del mundo vivo** (Al. *Lebenswelt*/ Eng. *Life-world*). El CC podría ser uno de los peores de ellos para el sistema de la vida entera, o biosfera, de la cual dependen los ciclos biogeoquímicos, la simbiosis entre especies y en general la estabilidad del planeta. Los individuos vivos de las distintas especies en tal sentido representan para la macro-escala terrestre, las células para dentro de un organismo pluricelular desarrollado compuesto de aparatos, órganos o subsistemas en analogía con las sub-formaciones funcionales terrestres.

Aristóteles (2004) en su obra “*Problemas*”, justamente, a lo largo de la primera sección referente a los *Problemas relativos a la medicina*, detalla una “*razón práctica*” (basada en la acción) al normalizar un protocolo de actuación en las acciones médicas, o propedéutica, a saber: se debe proceder a *leer signos* para una comprensión orgánica (*semiología-lógica*), interrogar o recabar información sobre el pasado del conjunto orgánico desequilibrado (*anamnesis*), identificar las

causas de los problemas, formular un *diagnóstico*, e instaurar *medidas* de protección vital ante el letal *desequilibrio*.

Aristóteles en esa misma obra sumaria, donde con sentido práctico aplica sus previos conocimientos en materia biológica, meteorológica, anatómica y física, textualmente anotará: “***El cambio si es violento destruye los cuerpos***” (8, 867a). La historia de la Tierra con sus evidencias recomposición continental y extinciones masivas luego detalladas, ha cumplido en la ***macro-escala*** con dicha observación, que en la *micro-escala* de los organismos también se cumple cuando la enfermedad culmina en muerte.

El “*cambio*” inductor de enfermedad o muerte para la lexicografía griega, se ve escrito como el sustantivo griego “***Krisis***”. A la vez, el *cambiar* (verbo) que caracteriza la pérdida de estabilidad orgánica en la enfermedad, es escrito en el original griego con el vocablo “*krínō*” (Aristóteles, 2004).

La armonía en esta formulación reúne armónicamente enfoques filosóficos antagónicos vigentes del conocimiento. El padre del *materialismo* Demócrito, converge con el padre del *vitalismo* Aristóteles en el hecho de que el hombre puede ser considerado como un mundo en pequeño o “*microcosmos*” [*ánthropos mikros kósmos* <<El hombre es un cosmos pequeño>> D.–K 68 B 34]. Así la naturaleza del hombre [*Phýsis tou Anthropou*] replica la naturaleza del todo y así puede ser esta tratada por la medicina [*Phýsis tou pantós*] (Jaeger, 1993; Mondolfo, 1979; Laín Entralgo, 1987 y 1989).

Cabría por añadir en esa proporcionalidad comparativa, la simetría entre los factores comparados. En el lenguaje contemporáneo podría parafrasearse tal caracterización como: *lo que sucede a nivel de la micro-escala guarda correspondencia con lo que sucede en la macro-escala sistémica. Si la naturaleza sirvió de modelo para guiar las acciones terapéuticas en el cuerpo humano, hasta dar origen a la medicina, ahora la imitación de la estructuración en las acciones terapéuticas dentro del manejo clínico de humanos y animales, pueden guiar las conductas a seguir al tratar el nuevo violento cambio sistémico que está padeciendo el planeta.* Este cambio, con menos de dos siglos de duración, ha sido más rápido que el más reciente o *Younger Dryas* –*previo cambio climático abrupto (14.500-11.500 años atrás)*³ sufrido en el presente por la Tierra - que abrió la puerta a la era cuaternaria.

La *téchne iatriké*, ***Ars medica*** o *arte médico*, se construye por el ***método inductivo***.

De la observación de las partes se llega a razonar la generalización. Aristóteles en la *Metafísica* (I, 1, 981a 5-7) enunciará: “*Nace el arte cuando de muchas observaciones experimentales surge una noción universal sobre los casos semejantes*”. Proporcionalmente, la terapéutica, una vez identifica la dinámica del daño sistémico, suele por medio del trabajo en las partes, recuperar la homeostasis sistémica

³ Recuperado de URL: <https://www.ncdc.noaa.gov/paleo/abrupt/data4.html>

general.

Desde aquel entonces se sabía, por parte de la escuela hipocrática, tal y como está consignado en el inicio del primero de los tratados del *Corpus Hippocraticum*, que la “*krisis*” orgánica, significa una presentación patológica o **disrupción del equilibrio sistémico**, lo cual supone para el médico la realización dos ejercicios simultáneos de conocimiento: 1) la lectura del **signo crítico externo** (*krísima*) mencionada en el libro *Aforismos* -con carácter más **objetivo**, al ser una *evidencia de cambio* hacia la anormalidad (E.g. *sarpullido, fiebre*)- y 2) la lectura del “**síntoma**” derivado del verbo *sympiptein* ‘caer juntamente’, ‘coincidir’, compuesto de *syn* ‘con’ (V. *sin*- ‘unión’, ‘simultaneidad’) y *píptein* ‘caer’, ‘sobvenir’⁴ -cuya sincronía, actualmente, liga la pérdida de la estabilidad orgánica a una hermenéutica o interpretación del desequilibrio (en el plano **subjetivo**) sobre la “*lesión*” o manifestaciones percibidas de la enfermedad (E.g. *inmunodeficiencia, desgano, cansancio, inapetencia*), es decir, un sentido descriptivo diferente pero complementario para el diagnóstico de alteraciones patológicas (fuera de la función) que se recoge desde el dialogo pseudoplatónico, *Axioco*, 364c.

Específicamente, se está hablando de procesos de *desequilibrio orgánico* que se deben intentar equilibrar ante la pérdida de la armonía natural. Una condición inarmónica (*caótica*, hoy *entrópica*, para la fisicoquímica⁵) gestada por exceso o defecto funcional de los elementos integrantes en el marco de la respectiva función natural (*Phýsis*) a la que el médico (*Iatros-Medicus-Physician*) **reencausa** hacia su naturaleza funcional (normalidad-homeostasis) una vez ha previsto el posible estado futuro del enfermo tras su estudio (*pro-gnosis*, raíz de la palabra *pronóstico*). El desequilibrio para el caso del CC es atmosférico a consecuencia de un desbalance gaseoso e hídrico, con incidencia térmica, que afecta entonces a los demás sistemas y poblaciones.

Dirimir la **reversibilidad o irreversibilidad** del proceso determina que los esfuerzos terapéuticos valgan o no la pena, e impliquen mayor o menor probabilidad de éxito al ser instaurados dentro de un pronóstico que aquí se demostrará como desacertado.

El obrar del médico radica en que *conoce la naturaleza* para sanarle en sus desequilibrios orgánicos, *obedeciendo las leyes fisiológicas o naturales de tal funcionamiento*. Tal es el sentido del precepto hipocrático (Gr.) *Nóσων φύσεις ἡττοί ο* (Lat.) *Vis medicatrix naturae*, que traduce “**potencial sanador de la naturaleza**” y el cual devela que la acción terapéutica del médico significa cumplir una labor de agente facilitador/catalizador de la **isonomía** que dicta la **dynamis**, o relación

⁴ Recuperado el 14 de Junio de 2016 de URL:

<http://www.oxforddictionaries.com/es/definicion/espanol/sintoma>

⁵ Si la salud era descrita por Alcmeón como *Eukrasía* (buena mezcla de elementos, fuerzas (kratos) o humores), la enfermedad se caracterizaba por la *Dyskrasía* (mezcla no funcional o inconveniente con el predominio de un principio [*arkhé*]). La anulación de los principios (*anarkhia*), etimológicamente, deja una lectura muy distinta al rastrear la verdadera significación de los vocablos raizales (Gr. *etimon*).

móvil de los campos de fuerza natural en un sistema que llamaran especialmente la atención de Laín Entralgo en sus tratados sobre *El Cuerpo*.

La *dynamis* (acto natural) tiene por opuesto complementario al “*eidos*” griego, que corresponde al “*species*” latino (variedades dentro del sistema), donde el *eidos* (aspecto con función particular intrínseca) -explica Laín Entralgo (1987, p: 80)- son las manifestaciones particulares de la *Phýsis* que permiten *su funcionamiento*. Los específicos *eidos* (elementos con identidades específicas, tanto como elementos de conjuntos con común identidad que pueden inferirse a manera de *conjuntos, grupos, repertorios, sub-poblaciones, aparatos, sub-sistemas o poblaciones*) tenderían a una estabilidad constante, al interactuar con otros componentes al conformar un sistema móvil, surgido de la constante actualización de la *enérgεια* (*acción que genera el trabajo [Ergon]*). Los *eidos* pueden ser entendidos en su realización funcional (*fisiológica*) por medio de los *skhêma*. Este concepto, de donde viene nuestra idea de “*esquema*” como *abstracción teórica de una realidad física*, concepto que es básico en el atomismo materialista de Leucipo y Demócrito. Lo que es más importante, la caracterización de los movimientos particulares equivaldrá a *la causa* que genera las distintas propiedades (*dýnameis*) de las cosas. La multiplicidad de la unidad (en este caso no sólo corporal sino también global) queda así en evidencia.

Las similitudes hasta el momento, entre la *Phýsis* de la Tierra y la *mikrophýsis* orgánica como base originadora de la medicina (Alby, 2004), permiten establecer que ambas: 1) conforman y se realizan **en un cuerpo** que es un *todo funcional sistémico*, 2) que dicho cuerpo según el resultado de la relación entre sus componentes, puede hallarse en estado de **equilibrio** (*cosmos-salud-funcionalidad*) o **desequilibrio** (*caos-enfermedad-disfunción*), y 3) que los desequilibrios son susceptibles a la **acción correctiva** de una labor terapéutica o de cuidado por parte del obrar médico, que favorece los mecanismos naturales de *bioreparación*, con el re-establecimiento del equilibrio orgánico como meta.

EL TELOS (PROPÓSITO) DE LA MEDICINA: INTERPRETACIÓN SIGNOLÓGICA PARA LA REMEDIACIÓN

Es en la *Ética Eudemia* (1219a 9-23) donde Aristóteles refiere cual es *el fin de la medicina* por medio de una analogía. Si para la matemática el fin (Gr. *telos*) es su propio desarrollo teórico, para la medicina el fin es *la salud*, es decir, el equilibrio a recuperar.

Tres **signos principales** de dis-función pueden observarse para el *Cambio Climático*: 1) La temperatura global, 2) la relación de elementos gaseosos atmosféricos, y 3) el menoscabo de la estabilidad vital en los repertorios poblacionales (*especies*). ¿Cómo actuar para recobrar la salud del sistema?

Jonsen ha de ser retomado aquí: Una virtud entrenada deontológicamente es descrita como la virtud moral máxima, *la prudencia*, que es la salvaguarda de esa *razón práctica* en el ejercicio que le compete a la medicina como garante sanitario.

De forma transdisciplinar, coincide *la prudencia* como guía del actuar médico con el “**principio de precaución**” institucionalizado, por ejemplo, en el *Libro Blanco del Programa REACH*⁶ de la Unión Europea en la *evaluación del riesgo de compuestos químicos* (un principio que es axial también en la *ética de la responsabilidad trans-generacional* de Hans Jonas). Señala el *Libro Blanco*:

“Frente a las amenazas ambientales la falta de certeza científica completa, no debería posponer las medidas (...)”

No es vana la observación. El *Principio de la Precaución* también es vertebral para la praxis en soluciones de ética científica y ambiental (Lat. *In dubio pro natura*) para según el derecho ambiental que adopta este principio del derecho clásico como lo ha hecho la UNESCO (Tickner et al., 1999). Pero retrotrayendo a Jonsen, él menciona la obligación de la actuación médica prudente en el combate de las enfermedades y garantizar la salud, al tiempo que indica el trascendental *rol social del médico*, y por extensión, de los garantes sanitarios (terapeutas). Asclepios -dios de la medicina, proveniente del linaje de Quirón- así como aquellos que siguen su práctica intrínsecamente “*pueden ser llamados Hombres de Estado*” de acuerdo con Platón, cita Jonsen.

Es decir, la acción médica implica en su quehacer, de ser necesario, una obligación directa de participación en la institucionalidad política desde el cuidado a la sanidad que obliga deontológicamente al médico y al personal sanitario desde sus distintas esferas (académicas, epidemiológicas, clínicas, legislativo-sanitarias, etc.).

El sentido original de dicho “*iatros politikos*” (en griego), continuará en el Renacimiento con las observaciones del médico sefardí *Rodrigo de Castro* y su concepto “*Medicus-politicus*” (en Latín). Con este, es resaltada la *utilidad pública* que tiene la ampliada praxis correcta y la implicación del *médico perfecto* (*perfect physician*) en los **peligros de su tiempo** y su consciencia de trabajar por sus contemporáneos, e igualmente, por las *generaciones próximas* al aplicar su conocimiento. Vale aclarar que para de Castro, ese *médico perfecto* podía ser diferenciado del *falso o mal médico* por medio de las *virtudes* que ejerciera en contra de posibles vicios que deslegitiman para la profesión. Pero retoma, interesantemente de Castro, las correlaciones entre los órdenes **micro y macro-cósmicos**. Por demás, la analogía entre el *cuerpo y una “bien-ordenada” estructura política*, le hacen ser tomado ahora como un visionario y el puente teórico de la ética médica tras Galeno, Maimónides

⁶ *Registro, Evaluación y Autorización de Químicos*, por sus siglas en inglés, que tiene por objetivo agilizar procesos e involucrar a los potenciales grupos de interés (*stakeholders*) en situaciones de riesgo ambiental, que para el caso del CC incluye a los campos de las ciencias de la salud, y sus humanidades específicas, bajo el planteamiento presente.

y Avicena para Europa, por cuanto ejerciera en prestantes círculos de Salamanca y Hamburgo. La formalización de la *ética médica* no ocurriría sino hasta el siglo XVIII con Percival (Jonsen, 2011; Arrizabalaga, 2009) cuando también surge la *Salud Pública*, que identifica en la población un *nuevo paciente* para el actuar médico (Foucault, 2006).

La analítica obligación deontológica trasciende, así, no sólo a la Medicina sino también a otras ramas sanitarias como la Medicina Veterinaria, el control fitosanitario y otras ramas de las Ciencias de la Salud que integran la Salud Pública en el concepto que ha demostrado mejorar la salud regional/territorial (Eng. *Land-scale*) de las especies denominado “Una Salud” y que incluye la *Salud Ambiental* (Eng. *EcoHealth*) en sus estrategias (Zinnstag et al., 2015). El cuidado de la salud global actualmente exige así comprensiones integrales de las diversas realidades espacio-temporales y en las distintas especies.

El profesional de la salud que intrínsecamente es “*hombre de Estado*” (Gr. *Politikos*), en consecuencia, se involucra en los *peligros de su tiempo* y piensa en el re-establecimiento armónico de la salud del paciente, de la población, de las políticas y de otros *macro-cosmos* como es el medio natural en el que ostenta su dignidad el verdadero médico (Jensen, 2011).

Entre el periodo clásico y el hoy, la misma esencia puede ser afirmada (al recordar que el vocablo enfermedad es un concepto derivado del estado de *no firmeza*, Lat. “*in-firmus*”) con otros dos hitos deontológicos de las humanidades médicas que acabaron de enmarcar el sentido de una nueva función médica. Actualmente, se observa un desarrollo, el CC, desequilibrándose progresivamente en el macrocosmos terrestre y le compete al médico involucrarse en el problema por sus esenciales obligaciones deontológicas al ver sus graves consecuencias contra la salud.

LA BONDAD Y LA RECUPERACIÓN DEL ACTO SANADOR

En ese orden de ideas, la situación llama la acción del *buen médico* debido a un primer punto de orden histórico-deontológico: en el medioevo aparece la noción de caballero, en griego “*kalos kagathos* o *kalokagatos*”, como descriptor del *buen médico* –pues se sabía desde épocas hipocráticas que podía haberlos malos y malintencionados, lo que exigió el Juramento hipocrático para diferenciarles y contrarrestarles en su *corrupción*-. Entre estos, el buen médico se caracterizó por cumplir con los dos vocablos etimológicos que integran el “*kalokagatos*”, es decir, *hermoso* como generador de la plenitud estética con una cuidada presencia y actuar (la enfermedad afea, la sanación regenera), además de ser *bueno* o *bondadoso*.

Esa síntesis, que es plenamente compatible adicionalmente con los puntos del tratado sobre “*El Decoro*” del *Corpus Hippocraticum* fue resumida por Werner Jaeger (1990) como “*Una formación*

espiritual plenamente consciente” fundada en “la concepción de conjunto acerca del hombre”.

Sobre este punto de ampliación epistemológica y deontológica, la concatenación de partes y perspectivas que permite la apelada mirada transdisciplinar de *Una Salud* (One Health), puede indicarnos que tal concepción de conjunto, en armonía con la *Teoría general de sistemas* de Von Bertalanffy (1938; 1972), se compone de sistemas abiertos interconectados. Es decir, sistemas interactuantes y mutuamente modificables como es el enlace entre crecimiento, organización, clima y salud, que resultan en estados de salud individuales o poblacionales.

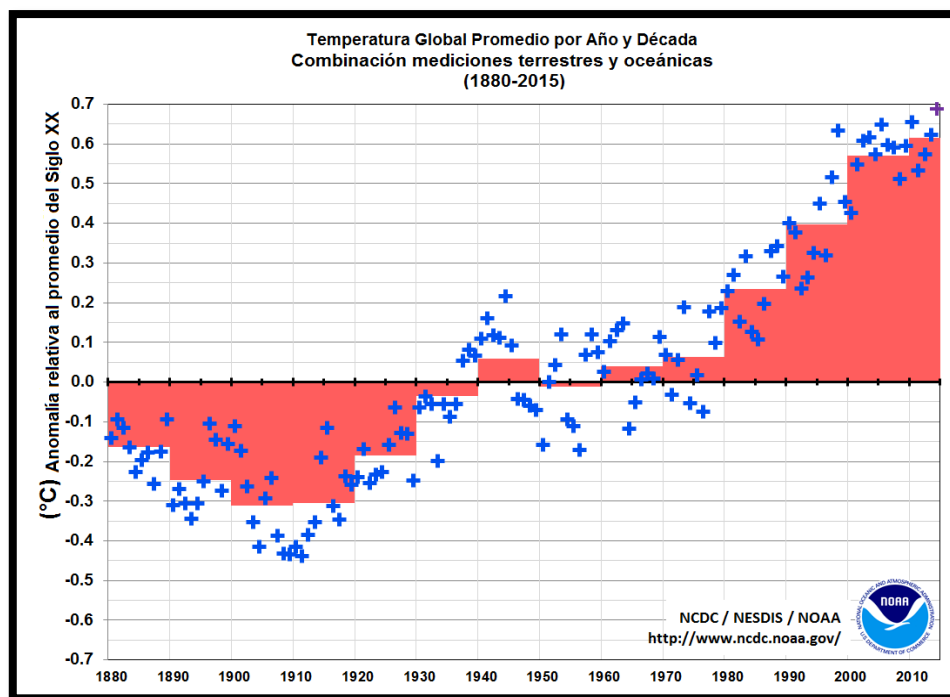
Un segundo punto a considerar, retomará el anunciado siglo XVIII, con el desarrollo formal de la ética médica complementado por Joseph S Cabot que coincidirá con el decimonónico, Francis W. Peabody, al enseñar que “*una de las cualidades esenciales del médico es el interés por la humanidad*” extravasando así el deber médico de la atención clínica, estrictamente personal, y cuyo secreto es centrado en el cuidado, hasta llegar a las altruistas cualidades humanísticas y de responsabilidad con sistemas complejos mayores, en los que trabajará, al incluir la autovaloración de su especial competencia clínica dentro de los aspectos medulares del ejercicio profesional para sanar a la sociedad (Jonsen, 2011).

La labor médica, entonces, como remediación cualificada de las funciones orgánicas permitiría: 1) Entender y evidenciar la evolución contemporánea de los signos aludidos para balance de sus componentes a través de los sistemas de los que se compone, y 2) Involucrar hechos históricos susceptibles a una interpretación anamnésica para una consideración terapéutica propia de la Biogeomedicina.

LOS DOS CAMPOS PREDOMINANTES: GEOPOLÍTICA Y GEOINGENIERIA

El CC ha sido notado por la opinión pública debido al meritorio trabajo del físico y astrónomo de la NASA, James Hansen, el IPCC, y del político Alfred Gore. Efectivamente, a partir de registros meteorológicos -desde finales del siglo XIX- fue evidente que la temperatura terrestre global ha tendido al ascenso.

El actual *cambio crítico* en la troposfera, se correlacionó con la sobreproducción de los *Gases de Efecto Invernadero (GEI)* generados desde la revolución industrial. El incremento térmico ha tenido carácter sostenido, *exceptuando un par de periodos: (1880-1910) y la 2ª Post Guerra mundial (1940-1970)* (Gráfica 1).



Gráfica 1. Temperatura Global Promedio (1880-2015).
Fuente pública: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

La interpretación pública dada, no obstante, ha saltado a la sobre-reacción del paradigma de la “irreversibilidad” al no considerar: **1)** Un contexto geocronológico mayor que evalúe el pasado del desarrollo geológico (anamnesis), y **2)** La implicación y respuesta de las formas vivas que actúan como *biocenosis* al ayudar a formar el clima (acción bioclimatológica), es decir, asimilando, respondiendo, y significando según sus cualidades, cambios tanto poblacionales (biológicos) como del medio natural (ecológicos), hasta llegar a poder modular la meteorología -tanto hacia el calor, como hacia el frío-.

PALEOCLIMATOLOGIA COMO ANAMNESIS DE LA TIERRA

El cuidado terapéutico surge de la mejor evidencia coleccionada sobre el fenómeno. Si se toma a la Tierra como el nuevo paciente que llega a la ciencias biomédicas, por vía de la ecotoxicología, el propósito de establecer un *diagnostico racional* exige la realización de una anamnesis como recolección de antecedentes para el sistema estudiado (Sackett et al., 1996; Capó, 2004). Como tal, esto significa establecer una indagación memorística o búsqueda de hallazgos sobre las funciones fisiológicas pasadas del organismo examinado (Loose y Wetzels, 1990). Diversas áreas que hoy componen las ciencias de la Tierra, como la paleoclimatología, la paleobotánica y la bioclimatología, han ido conformando un archivo geocronológico para este primer paso con miras recuperativas. Siguiendo las normas del método transdisciplinar

(Hoffmann-Riem et al., 2008), en adelante se extracta y reseña información transdisciplinar cruzada, considerada como relevante al paralelismo *Physis-Mikrophyysis* ante el problema del CC. El detalle de las etapas y el equivalente a la acción de un *Examen Físico* escapan al objeto de este artículo, pero la comparación sirve para establecer una analogía anamnésica.

Edad, Morfogénesis y Antecedentes

Según evidencia científica, la edad del planeta Tierra es cercana a los 4.540 millones de años (4,54 Ga⁷) (Dalrymple, 2001).

El origen de ese macrosistema terrestre se estima desde que el geoide inicial estabilizó su masa en función de la luna. El inicio inerte, si bien con presencia de una tenue atmósfera, permite encontrar **los primeros rastros de vida**—es decir, *Carbono biogénico detectado en zircón*— hacia 4,1 Ga (Bell et al., 2015).

Atmósferas primordiales Primera y Segunda:

Inicio Sistémico de la Microvida e inicio del Desarrollo Ontológico

Por su parte, de la *Más Temprana Atmósfera (Atmósfera I)* con presencia de Metano, Amonio y Vapor de Agua, se desarrolló la **Atmósfera II** (más compleja con progresivos incrementos de óxidos de carbono, agua y nitrógeno durante el eón Hádico (4,5-4,0 Ga) (Zanhle et al., 2010).

El amonio, formó de manera gradual en el océano, más N₂ (por la reacción química: 2NH₃ + 3O₂ → N₂ + 3H₂O), mientras el metano del sistema iría produciendo también agua y dióxido de carbono (CH₄ + 2 O₂ → CO₂ + 2H₂O). Se produjo así más oxígeno disponible en el agua diversificando rutas metabólicas en los microorganismos. Sea de recordar que las bases purínicas y pirimidínicas con las que se forma en bioquímica la información genética (ARN, ADN) se conforman precisamente de *nitrógeno, carbono, hidrógeno, oxígeno y fósforo*, secuencia comprobada recientemente también para formas prebióticas de ARN (Becker et al., 2016). La teoría de los coacervados de Oparín encontró con ello nueva evidencia de respaldo en dichos estudios confirmatorios sobre el origen de la vida por medio de una complejidad unitiva formadora de sistemas que actuó en modo creciente. A partir del vapor de agua, aumentado por radiaciones más fuertes en las atmósferas tenues, se facilitó la **fotólisis del agua**, liberando progresivamente **más oxígeno** como producto (H₂O → UV → H₂ + ½ O₂) (Figueruelo y León, 2011).

Las concentraciones atmosféricas de O₂ permanecieron persistentemente bajas (menos de 10⁻⁵ veces de las concentraciones actuales) durante los primeros *2 mil millones de años* de la Tierra (Crowe et al., 2013).

⁷ Ga: Mil millones de años.

Los incipientes plankton, bestos, necton, neustos primordiales (*vida microscópica con organismos suspendidos, fijos, móviles, o superficiales en el océano*), parecen haber iniciado su formación desde 4,3 Ga. Varias formas marinas aún en el **proterozoico** desarrollaban, básicamente, una **fotosíntesis anoxygenica** ($2\text{H}_2\text{S} + \text{CO}_2 \rightarrow [\text{CH}_2\text{O}] + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{S}$). Con el CH_2O , *la materia orgánica* (MO) comenzó a precipitarse a los fondos marinos, *sumiendo carbono*. La habilidad para generar MO al donar electrones por medio del *sulfuro de hidrógeno* (H_2S) instauró la posibilidad de una biogeoquímica en retroalimentación positiva, bajo condiciones de *euxinia* -aguas anóxicas con alto contenido de azufre- en *Zonas de Oxígeno Mínimo* (Johnston et al., 2009).

Para el eón Arcaico (4,0-2,5 Ga) hay formas detectables de C_{12} - C_{13} que indican presencia de vida mucho más compleja hacia 3,8 Ga (Mojziz, 1996).

Microfósiles de Cyanobacterias -una nueva población bacteriana-, es decir, organismos fotótrofos/autótrofos con clorofila (*fotosintéticas*) han sido datados cerca al 3,5 Ga cumpliendo ya claras funciones *oxigenicas* y de simultanea *calcificación carbonatada precipitante* por medio de depósitos de carbonato de calcio, lo que contribuyó al gradual descenso en el CO_2 atmosférico por captura oceánica (Awramik, 1992; Altermann, 2006).

Con la extinción masiva de microorganismos anaeróbicos (metanogénicos), comenzó a darse un enfriamiento en la biosfera, causado por la menor presencia del CO_2 y CH_4 como GEI (Cavallier-Smith, 2006).

El metano, en presencia del incrementado *oxígeno molecular* y la radiación ultravioleta, se oxida, cambiando a *dióxido de carbono* (Domènech, 2014). Con todo ello, se forma la denominada *Tercera atmósfera* (**Atmósfera III**), más rica en O_2 que incluso, en el tiempo, llegará a conformar un 26-30% de la atmósfera total.

De notar, en la tendencia actual del CC el Oxígeno marino está decreciendo (Long et al., 2016) a la par que las temperaturas acuáticas están aumentando (Keeling et al., 2010).

Tercera Atmósfera: Ecosistemas poblacionales oxigenicos

La elevación en el superávit de oxígeno vertido a la atmosfera se produce a partir de 2,5 Ga, una vez la oxidación de iones de hierro formó bandas insolubles en agua precipitadas dentro del océano, como muestran rocas con 2,1 Ga (esto bajo la reacción: $\text{Fe}^{+3} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$). Adicionalmente, el O_2 se amplificó en los ciclos del hierro y azufre: ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \leftrightarrow 15\text{O}_2 + 4\text{FeS}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$) (Berner et al., 2003).

La diversidad celular eucariota surgió en ese último contexto. La materia orgánica, que también consume el oxígeno primitivo formado, produjo excedentes como ecosistema; el

fenómeno permitió una considerable expansión de O₂ atmosférico desde dicho paleoclima (Johnston et al., 2009).

Entre **2,3 y 2,5 Ga**, el salto en la presión atmosférica de O₂ –conocido como la **Gran oxidación** (*Great Oxygenation Event*, en inglés)-, se desencadenó al haber una liberación catapultada de O₂ producido por la biota compuesta por las cianobacterias en expansión, que además, disminuyó la población hasta entonces predominante de los organismos anaerobios. La temperatura empezó descensos geocronológicos. De notar, la **Glaciación Huroniana** se presentó aproximadamente entre **2,1-2,4 Ga**. Las poblaciones microbiológicas *proto-eucariotas* abrieron la diversificación de sus *orgánulos* celulares relacionados con *la respiración y la energía*, apareciendo las *mitocondrias* eucariotas, al igual que los *cloroplastos* en plantas y en algunos protistas. Un posterior nuevo gran incremento para la presión de O₂ (pO₂) fue notado hacia **0,7 Ga** en el *eón Proterozoico* (Lyons et al., 2014). Sobre el particular:

Esto coincide con el llamado Periodo Criogénico (0,85-0,63 [+/-0,05/0,3] Ga) donde hubo verdaderos *pulsos glaciales* (**Glaciaciones Sturtian** [0,7-0,76 Ga], **Marinoana/Varanger** [0,635 Ga] que continuaron hasta el Ediacárico con la glaciación **Gaskiers** [0,582-0,580 Ga]) (Shields, 2008).

Recuérdese que con el Ediacárico surgieron las poblaciones de *organismos multicelulares más complejos* en el mundo antiguo (Conway, 1993).

Estas temperaturas *frías precámbricas*, sin embargo en ascenso, componen el medio natural donde *6 filos* de metazoos (origen del taxón pluricelular animal -*consumidores de O₂*, *productores de CO₂*-) se formaron (Wang, 1999). El gradual calentamiento precámbrico antecede al mayor pico de temperatura global que ha tenido la biosfera en el Cámbrico: *con una diferencia de 7-8 grados mayor al promedio actual* (para algunas estimaciones el rango comprende >~14 grados Celsius sobre el promedio del holoceno), y discurre con un incremento en CO₂ que desbordaba en varios *miles* de partes por millón (ppm) atmosféricos, a la actual cifra NOAA 2016 en torno a las 405 ppm, según dataciones técnicas corregidas de GEOCARB + Ca⁺⁺ (Royer et al., 2004).

Con esto se prueba con evidencia de grandes cambios climáticos globales terminaron por ser **reversibles** y amortiguados tras una reacción de las mismas poblaciones vivas que componían la biosfera.

En el precámbrico, algas (también fotosintéticas), hongos y líquenes comenzaron a formarse masivamente. La entrada al fanerozoico con el cámbrico, hacia 0,5 Ga (=542 millones de años [Ma] hasta 1 Ma⁸), muestra mayor desarrollo para la vida registrada en forma de metazoos y otras formas macroscópicas aeróbicas. El *fitoplancton* con su capacidad *fotosintética* también se robustece

⁸ Ma: Millones de años.

en el cámbrico contribuyendo al ascenso de O₂ atmosférico (Gray, 1985).

Para un equivalente orgánico, los glóbulos rojos, la hemoglobina y el sistema respiratorio en general optimizan y maduran su funcionamiento en la medida en que se desarrollan. El crecimiento de los sistemas biológicos orgánicos para Von Bertalanffy (1972) significa una mayor organización especializada con mayor eficiencia.

Con el surgimiento de las **vegetaciones terrestres** hacia 400-380 Ma, una nueva fuente poblacional productora de O₂ y fijadora de CO₂ gracias a la clorofila y la fotosíntesis, tiene fuerte injerencia climática por aumento de su cobertura sobre la superficie global. Aquí empiezan los periodos o series de tiempo más comúnmente utilizados en las medidas de CO₂ atmosférico y temperaturas. Luego, desde esa época inicial se han hallado pruebas sobre un descenso en la temperatura global que ocasionó un contrapeso tal, que coincide con la posterior glaciación en el pérmico (Gráfica 2).

Como se puede apreciar, el pico de O₂ atmosférico ocurre aproximadamente en 280 Ma. Este evento favorece la amplificación y redistribución de la biodiversidad además de concurrir con un aumento del tamaño animal también conocida como *megafauna* (Berner et al., 2003; Berner et al., 2009; Glasspool & Scott, 2010).

RESULTADOS: HISTORIA CLÍNICA PARA LA BIOGEOMEDICINA

Con el cámbrico, entonces, sucedió la consabida “*explosión*” de biodiversidad donde los metazoos ven aparecer 11 más de sus 20 filos genéticos (Lee & Edgecombe, 2013). Esto puede interpretarse como una expansión de los repertorios vivos o diversificación de los sistemas para re-equilibrar el desbalance previo. El aumento de biota adaptada específicamente a diversos lugares/ecosistemas implicó en sí mismo un depósito de carbono por medio de formas vivas de gradual mayor tamaño. Los seres vivos se componen bioquímicamente de carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno que regularon los biomas a favor de una mayor estabilidad oxigénica con captura de óxidos de carbono.

A nivel termodinámico, el macro-sistema terrestre presentó en este periodo así un incremento entrópico inusitado. Se desarrolla un caos que el macro-sistema puede correctamente llegar a conducir a un orden pues al fin le amortigua y equilibra (Grafico 2).

Para una analogía médica, ocurrirá un periodo de crisis oscilatoria (e.g. nuevos contingentes de líneas celulares se liberan durante los escalofríos a lo largo de un periodo *hipertérmico-hipercápnico*) dentro del desarrollo: hay patrones compatibles con la descripción de un proceso flogístico (e.g. etimológicamente de *flogos*, Fuego, que significa inflamación) y de crecimiento de tejidos (e.g. acción del mediador de la inflamación *Insulin-like growth factor*), que concurre al tiempo

con muerte masiva de repertorios poblacionales pre-existentes, y la supervivencia de otros adaptados (Extinciones *Cámbrico-Ordovícico*, *Ordovícico-silúrica* y del *Devoniano tardío*). Adicionalmente, en el macro-sistema crítico hay progresiva formación de nuevos repertorios poblacionales especializados (en esos casos evolución de las *vegetaciones terrestres oxigénicas*) que como macro-sistema, posibilitaron recuperar la homeostasis o el equilibrio térmico peligrosamente perdido. Es decir, se vieron recambios poblacionales compensatorios ante desbalances del medio, tal y como ocurre en procesos fisiológicos y patológicos sistémicos. En respaldo de lo anterior, notar como los organismos en condiciones hipóxicas por altitudes elevadas generan mayores valores eritrocitarios y de hematocrito (eritropoyesis adaptativa) en favor de un *mayor transporte a los tejidos de O₂ escaso* en el medio. La compensación por medio de repertorios poblacionales (células rojas, árboles, etc.) recupera equilibrios perdidos o carencias productivas.

En la comparación geocronológica, los enfriamientos (~análogos a escalofríos que fisiológicamente buscan el reacomodamiento en la generación energética para estabilizar el umbral térmico) abarcaron inclusive latitudes ecuatoriales (*E.g.* Namibia). Es decir, la totalidad del macro-sistema se enfrió. La aseveración anterior es corroborada con hallazgos de depósitos de carbonatos marinos para la época y otras evidencias que dieran origen a *la teoría de la Tierra-Bola de Nieve* (Eng. *Snow ball Earth*) para 0,750 Ga (Hoffman et al., 2002).

Esa Tierra “*Bola de Nieve*” vio deshacer sus consolidadas nieves perpetuas hasta en el trópico por lo que fue una desestabilización del metano retenido por el Permafrost (Kennedy et al., 2008). Aquí se encierra una clave terapéutica en sentido inverso, por cuanto ese metano, derivado de materia orgánica en descomposición pudo ser retenido por ese medio para estabilidad climática.

Posteriormente se irá elevando el calor en la biósfera en pos de un equilibrio sostenido:

Pangea discurre con descenso de O₂ y un nuevo pico de CO₂ (Gráfica 2). La actividad volcánica y tectónica quizás influenció esta tendencia. Con la *Extinción Pérmica-Triásica* (0,24 Ga, ~240 Ma) cae luego la temperatura, y con relación inversamente proporcional, asciende el O₂. Se ha asumido que el medio ambiente se recuperó gradualmente durante el Triásico Inferior entre 252,4 y 247,8 Ma. Curvas de isótopos de carbono C₁₃ sugieren que helechos con polen y gimnospermas coníferas prevalentes fueron reemplazados tras 0,5 Ma por plantas de esporas al cabo de un brusco ascenso en humedad y temperatura que tomó al menos un milenio estando ligado a *contaminación por actividad volcánica*. Los helechos de esporas se destacan por su capacidad para sobrevivir ante condiciones hostiles mejor que otras plantas (Hochuli et al., 2016). La temperatura ambiental se ha encontrado que cambia el metabolismo, metaboloma, puede llegar a modificar el transcriptoma, e incluso los genes de actina, en la medida que los cambios sean

prolongados, evento visto en animales como la *Drosophila melanogaster y virilis* o en el *Culex pipiens*, es decir, reaccionando como subsistemas para supervivencia del sistema mayor no sólo a nivel genotípico y fenotípico, sino individual y poblacional (Parker et al., 2015).

Retomando, las angiospermas dentro de las vegetaciones terrestres –genéticamente nuevas y más eficientes en el intercambio respiratorio, con carácter caducifolio (*hojas que caen aumentando la materia orgánica en el suelo, para hacerlo más fértil en beneficio de una mayor vegetación*)–, aparecieron en torno a 140 Ma sufriendo una persistente expansión poblacional, y genéticamente más biodiversa, hacia 100 Ma donde redistribuyen su ubicación global, ampliándola. El CO₂ se reduce constantemente, y así la temperatura de nuevo, mientras el oxígeno se mantiene en producción pese al gasto constante por parte de la *megafauna* y el aumento de *sistemas en ignición* (volcanes, relámpagos, incendios, magma por fallas tectónicas, etc.). Se ha establecido, por ejemplo, que por cada grado Celsius de incremento de temperatura atmosférica, la cantidad de relámpagos aumenta en un 12% (Romps et al., 2014).

Picos de Entropía análogos a Picos Febriles

En el Eoceno [55,5-52 Ma] dos picos de temperatura suceden. El *Máximo Térmico Paleoceno-Eoceno* (PEMT por sus siglas en inglés) y el *Eoceno Óptimo* donde *la temperatura global promedio es superior nuevamente hasta en 10-12 grados Celsius en comparación al promedio actual* (Pagani et al., 2005). Es notorio como ***las masas de nieves perpetuas desaparecen sobre el globo*** y el nivel del mar sube varios metros en consecuencia. Cuestión que volvería a ocurrir desde el Oligoceno temprano hasta el Mioceno tardío [35-23 Ma] (Hansen et al., 2013). Apenas con el Plioceno [5,3-2,6 Ma] volverían los cuerpos de nieves perpetuas (Zachos et al., 2008).

Por tanto, de acuerdo al compendio recogido, se ha afirmado que la atmósfera es el resultado de la *Biocenosis* -conjunto de seres en interrelación que viven en y del ecosistema (Sitte et al., 2004)-. La analogía con la *mikrophýsis* griega y el paralelismo con el modelo de *microcosmos* de Rodrigo de Castro, o de Laín Entralgo referido por las Humanidades Médicas, para la respuesta orgánica de los individuos homeotermos guardan claras semejanzas funcionales.

En la propedéutica, la enseñanza con el objetivo terapéutico para recuperar la salud, significa que *el sistema tiene un pasado que indica potenciales innatos mecanismos de biorremediación de cuadros fisiopatológicos* que subyacen a los signos presentados con anterioridad que guardan utilidad para interpretar desequilibrios del presente. Los cambios climáticos, en ambos sentidos -frio y calor-, se demuestran así *reversibles*, dada la *dynamis* de la vida planetaria (elementos inertes y bióticos que componen la equivalente materia *ecológica* desde la óptica macro-sistémica) en conjunto con las

reacciones originadas en la biota (proporcional a la acción coordinada de tejidos y órganos) o de repertorios poblacionales (análoga a líneas celulares) que han amortiguado excesos y desbalances. La racionalidad médica permitiría hoy el manejo de dichos factores.

Hoy la proporción de O₂ atmosférico, mantiene una tendencia al declive. Equivale a cerca del 21% de la atmosfera (Kump, 2008). Dichos cambios, en general, catapultaron la colonización y promovieron una mayor diversidad biológica después de fuertes caídas de temperatura (Ward, 2006).

Actualmente, alrededor de un 40-50% del oxígeno producido, tiene por origen el *phytoplankton marino*, siendo este un sumidero neto en similares proporciones al sistema de captación de carbono terrestre (Brewin et al., 2010). Sin embargo, los cuerpos de agua son susceptibles a la anoxia con incrementos de temperatura, lo cual ha sido factor incriminado en procesos de **extinción masiva** de especies acuáticas en agua dulce y mar, susceptibles a la tensión de O₂ y CO₂ (Barnosky et al., 2011).

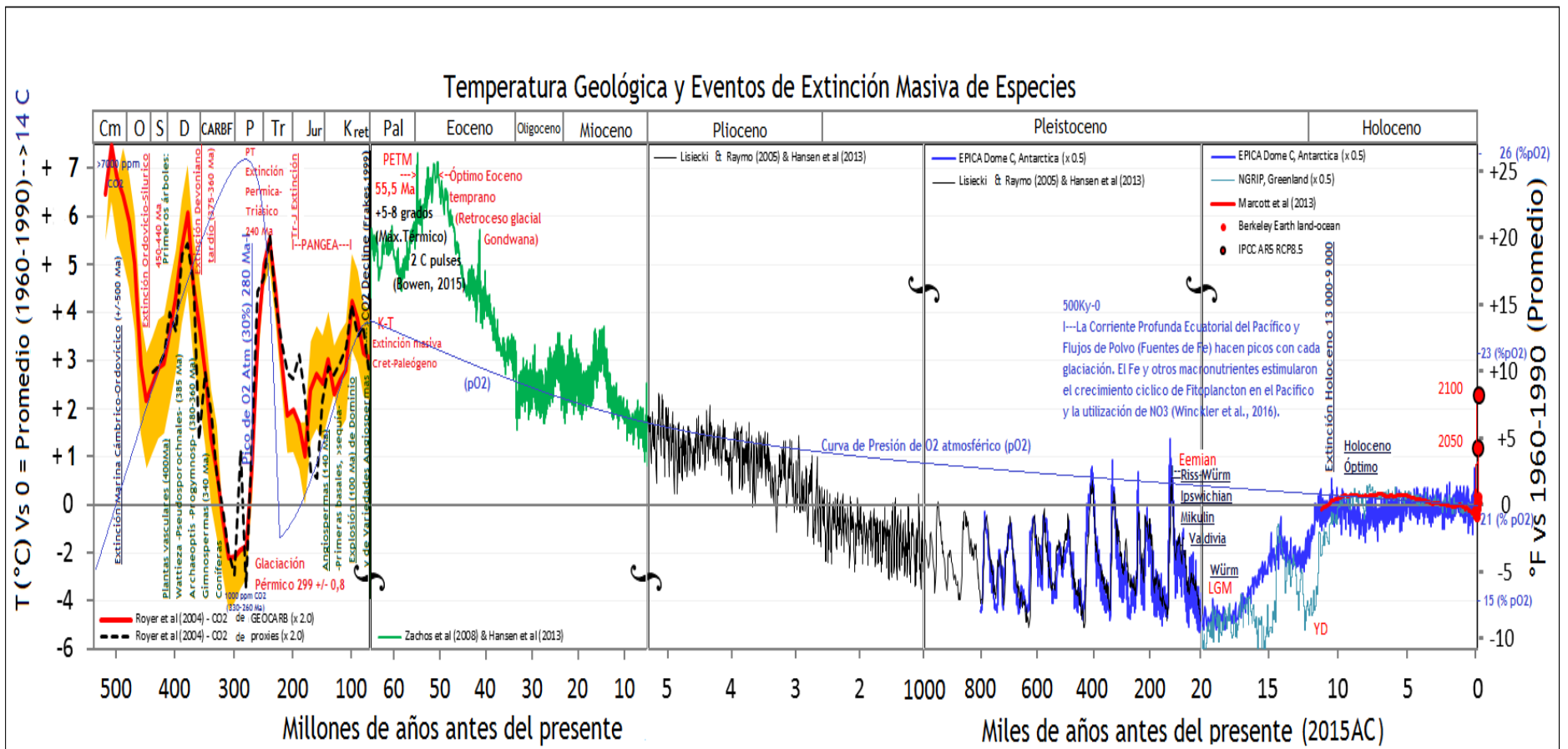
El superávit atmosférico de oxígeno (O₂) que la mayor parte de las poblaciones vivas (aeróbicas) están consumiendo en el presente, así como las cantidades formadas de vapor de agua, dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (óxidos de nitrógeno, amonio), son consecuencia de la transformación gaseosa ocasionada por *procesos metabólicos poblacionales de los organismos vivos*. Los saldos a favor en oxígeno están originados por la clorofila y la fotosíntesis oxigénica (Igamberdiev & Lea, 2006). Del apogeo autótrofo, la acción de los heterótrofos, *consumidores-no productores de oxígeno*, pudieron participar en una merma de la producción de oxígeno hasta el punto de estabilización notado en el holoceno (Marcott et al., 2013; Gráfica 2).

Estudios geológicos dicen que *“al comienzo del periodo postglaciar, los bosques ocupaban un 85% de la superficie de la Tierra”* (Gallego, 2002; Crowther et al., 2015). Para el año 2000 dC, el área cubierta de bosques descendía a un *10-40% de la superficie terráquea* por deforestación humana no compensada o reemplazada (PNUMA, 2007).

Por tanto, la suma de estructuras arbóreas y poblacionales regionales funcionales como productoras de oxígeno en la amplitud de la superficie terrestre está desequilibrada en su relación con los espacios disfuncionales productores de contaminación aérea.

Estos pueden de nuevo llegar a equilibrarse con la reposición biomimética de bosques de niebla y húmedos tropicales, es decir, generando **Infraestructura Ecológica compensatoria generadora de oxígeno**, cuanto antes.

La deforestación es piedra angular del problema, pero así también de la solución en el propósito de la **biorrecuperación-biorremediación a gran escala**, considerando la superficie geológica funcional del planeta y la población humana que puede realizarla.



Gráfica 2. Temperatura Geológica y Eventos de Extinción Masiva con Señalización de Eras y Valores Atmosféricos de O2 y CO2.

Fuentes: Roa-Castellanos y Glen Fergus con referencias mencionadas

[CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)].

BIOCLIMATOLOGÍA:

RESULTANTE INTERACCIÓN DEL CLIMA Y LOS GRUPOS POBLACIONALES

La cifra decreciente de superficie de bosques, demuestra la importancia de otras poblaciones vivas, regenerables, para la mitigación del CC, por cuanto el 50% del oxígeno atmosférico (y concomitante secuestro de Carbono, convertido al menos en un 50% de la biomasa vegetal) se realiza desde los árboles (bosques) y vegetación terrestre (Igamberdiev y Lea, 2006).

Se estaría en un punto ideal donde las *mayores concentraciones de CO₂ y de temperatura ambiental* se reflejarían, bajo las actuales condiciones, en un crecimiento vegetal óptimo y más rápido por la facilitación coyuntural de la fisiología con mayores temperaturas y más CO₂ ambiental (Izco, 2008). Esto hecho masivamente puede hacer entrar el sistema en un mecanismo de *Feed-Back negativo, a saber:*

A mayor área sembrada de tejido arbóreo → Mayor fijación de carbono atmosférico como biomasa → mayor O₂ producido → Menor CO₂ atmosférico debido a su captación en formas vivas → Menos Efecto Invernadero → Equilibrio Atmosférico → Baja en la temperatura global.

Podría decirse que las dinámicas de los gases atmosféricos (*meteorología*) han sido y pueden ser influenciados, producidos y modificados con la participación de *repertorios poblaciones de seres vivos (micro y macro-organismos)* afectando varias presentaciones, proporciones y distribuciones fisicoquímicas desde el origen de la vida. La temperatura podría ser dirigida biorremedialmente con el direccionamiento de aumentar al máximo la generación poblacional vegetal terrestre. Un acto beneficioso para contrarrestar la actual tendencia problema en ambos sentidos porque se sabe que a mayor deforestación la temperatura aumentará, con cuadros regionales donde la pérdida de área para el intercambio respiratorio significa desbalances en los parámetros hidrológicos [~encharcamientos pulmonares, enfisema, edema], o por el contrario de ***aumentar la superficie para el intercambio respiratorio (regeneración de la arquitectura tisular/orgánica) para tal fin produce una mejor ventilación, producción de oxígeno y un subsecuente descenso de la temperatura.***

Con lo anterior, por medio de la observación de fenómenos transdisciplinarios, se ha ratificado anamnésicamente que la biosfera contribuye a la formación del clima y que ***de acuerdo a la composición de la biosfera el calentamiento atmosférico puede ser***

reversible. Tal es el campo de estudio que es validado por los hallazgos de la *Bioclimatología* (Izco, 2004). Ésta área complementa aspectos astronómicos y geológicos en la explicación de la formación del estado del tiempo.

Amortiguaciones de calentamientos previos, muestran que el actual CC entonces si puede ser modulable y *reversible*, como lo ha sido en el pasado.

Las 5 Megaextinciones o extinciones masivas del *Fanerozoico* ocurridas en los periodos: tardío del *Ordoviciano* (446 Ma), *Devoniano/Fransniano-Fameniano* (371 Ma), *Permiano-Triásico* (251 Ma), *Triásico-Jurásico* (200 Ma) y *Cretáceo Tardío o límites de Cretáceo-Paleogéno* (65 Ma) (Raup, D y Sepkoski, J, 1982; McElwin y Punyasena, 2007) concurren con prolongados cambios climáticos.

La temperatura bajó tras sustanciales cambios conformacionales en la acción de las poblaciones biológicas oxigénicas. Otro ejemplo de ello fue la evolución de las angiospermas 140 Ma -plantas más eficientes en el intercambio respiratorio- (Gráfica 2) que habrían contribuido al segundo mayor pico de O₂ global y un detrimento de CO₂ atmosférico (Frakes, 1999).

Es claro que las extinciones en masa si *han coincidido con cambios atmosféricos inusitados de Dióxido de Carbono (CO₂)* (Igamberdiev AU & Lea PJ, 2006). Es más, la triada *biosfera, gases atmosféricos y temperatura*, tiene otro fascinante hallazgo. Después del **Máximo Térmico Paleoceno-Eoceno** hacia 55,5 Ma, suceden hechos importantes: Las placas tectónicas desestabilizadas con el calentamiento global hasta el punto de crear la cordillera de Los Andes en el Cenozoico (Lamb y Davis, 2003) van entrando en calma a medida que la temperatura va descendiendo con los gases volcánicos sobre-producidos previamente hasta estabilizarse el sistema (Molnar y England, 1990).

Para 49-48,5 Ma (el Paleógeno va de 55-45 Ma), el *evento Azolla*, que se estima duró al menos 800.000 años se desarrolló. Este trataba de la hiperpoblación en el Eoceno (Figura 2) de un tipo de helecho de agua dulce fría en cuerpos de agua continentales, conocida como *Azolla*, que captaba con micro-crustaceos (encontrados como microfósiles) asociados y en gran medida CO₂ y NO₂ atmosférico (Brinkhuis et al., 2006). En el caso del segundo gas, por ejemplo, esta población vegetal utiliza 0,25 kilogramos de nitrógeno por m² cada año, lo cual implica una reducción anual de 1,5 kilogramos por m² de carbono, resultando apenas como limitante el fósforo es su eficiencia de asimilación de minerales a formas vivas (Belnap, 2002). Es de recalcar para esa situación y para la actual que los óxidos de nitrógeno (NO_x) tienen un poder de formación 300 veces mayor como GEI mayores que el Dióxido de Carbono teniendo la propiedad de expandirse espacialmente en el ambiente al subir la temperatura. La precipitación de elementos carbónicos y nitrogenados solidificados con el *Azolla* pudo ayudar a depurar en sentido ecotoxicológico, la atmósfera y así la temperatura global también disminuyó.

Hilar esta clase de hechos geológicos manifiestan una actual necesidad de análisis y trabajo transdisciplinario conjunto entre médicos, médicos veterinarios, botánicos, geólogos, biólogos, ecólogos, agrónomos, hidrólogos, meteorólogos, etc., lo cual podría equilibrar el actual desbalance reconocido como CC. Se pueden aprovechar grandes superficies de territorio perdido para promover zonas de cobertura de vegetaciones terrestres y acudir a biorremediación acuática a partir de algas, cianobacterias y bacterias cianofíceas, por ejemplo. En la interconexión de sistemas parece estar la clave de la solución que es fácilmente traducible en maniobras técnicas que pueden involucrar mano de obra no calificada.

ECOTOXICOLOGÍA Y ECO-REPLICACIÓN COMO BIORREMEDIACIÓN

La **Eco-replicación**, o sistematización a gran escala de *acciones reparativas biomiméticas* (de imitación a los mecanismos que rigen los conjuntos funcionales *Phýsis-Mikrophýsis* en la biosfera), aquí develadas a partir del estudio paleo-bioclimatológico, pueden suponer las bases de un conjunto de acciones terapéuticas en la propuesta denominada **Biogeomedicina**. Su propósito dentro de las ciencias biomédicas y sus paradigmas es el de *estabilizar sistémicamente la crisis* derivada del impacto que en la salud determina el cambio global, pero también busca asumir la propia problemática biogeológica y el restablecimiento del equilibrio geoquímico perdido que ha desencadenado el CC. El cuadro ecotoxicológico de acuerdo a los antecedentes vistos y sus dinámicas definitivamente pueden ir a peor de no actuar sistémicamente. El esfuerzo curativo (*Therapeuiein*) replicaría la fisiología de la formación sistémica del clima estable, favoreciendo la biorreparación local y quizás alcanzando la termorregulación.

Habilidades fisiológicas de las poblaciones vegetales, como la correlación entre especies de hojas dentadas en angiospermas con climas de menores temperaturas con base en su mayor eficiencia en realizar fotosíntesis y aumento en la transpiración -que incluso las convierten en proxis para medir paleo-temperaturas- (Roger and Wilf, 2006) pueden ser aplicados de manera práctica en planes de eco-replicación para hacer más eficiente la amortiguación gaseosa y que la infraestructura ecológica sirva de termostato global al ampliar su cobertura sobre la superficie terrestre.

CONCLUSIÓN

Ha habido oscilaciones terrestres de temperaturas globales muy superiores a los temidos 6 grados centígrados proyectados para el escenario de 2100 por CC. En consecuencia, bioquímicamente, con los estados actuales de las ciencias y técnica, procedimentalmente, **el CC es potencialmente reversible en la medida en que la ubicua población humana puede participar y aplicar**

maniobras remediadoras con un sentido de cuidado terapéutico en las magnitudes requeridas. Los arreglos en la Biogeoquímica de la atmósfera permitieron re-encontrar la homeostasis del macro-sistema terrestre, *en varias ocasiones del pasado según la anamnesis* graficada y relacionada con la dinámica tanto gaseosa como biótica. Combinando estos presupuestos descubiertos desde un análisis anamnésico, una alternativa de solución puede darse y perfeccionarse buscando el re-encausamiento de *las funciones naturales* en las partes para el beneficio del todo macrosistémico global, involucrando a las poblaciones vivas en la acción remedial. Los principios **deontológicos médicos** y los ejes con los que se ha conformado la salud, guardan las relaciones profesionales obligantes establecidas en distintos tiempos históricos tal y como reportan los sentidos primigenios de la salud revisados por las *humanidades médicas*. **El involucrar la medicina en el análisis del CC es un mandato ético-médico si se consideran las características históricas y sistémicas que el fenómeno tiene y las obligaciones profesionales de la medicina demandan.**

Con las dinámicas y causalidades asociadas usadas de un modo correctivo con una población participativa que construya infraestructura ecológica, podría haber una **biorremediación a gran escala del CC**. *Según la anamnesis planetaria, ha habido amortiguaciones poblacionales de anteriores cambios climáticos que los hicieron reversibles.*

El enfoque transdisciplinar -asociado con el estado del arte en ciencia y técnica, junto a un correcto direccionamiento político basado en legislación sanitaria y evidencia- haría posible desplegar acciones profilácticas y terapéuticas-biorrecuperadoras, efectivas en sinergia, con las leyes del medio natural. Todo lo anterior, para lograr la estabilización de la actualmente desequilibrada homeostasis atmosférica y de la temperatura del macro-sistema terrestre, que puede ser el nuevo paciente a analizar por parte de las ciencias biomédicas.

REFERENCIAS

1. Alby, J. (2004). La concepción antropológica de la medicina hipocrática. Enfoques XVI, 1: 5-29.
2. Altermann, W., Kazmierczak, J., Oren, A. and Wright, D.T., (2006). Cyanobacterial calcification and its rock-building potential during 3.5 billion years of Earth history. *Geobiology*, 4(3), 147-166.
3. Aristóteles (2004). Problemas. Madrid: Gredos.
4. Aristóteles (1994). Ética Eudemia. Trad Antonio Gómez Robledo. Mexico DF: Publicaciones UNAM.
5. Arrizabalaga, J. (2009). Medical Ideals in the Sephardic Diaspora: Rodrigo de Castro's Portrait of the Perfect Physician in early Seventeenth-Century Hamburg. *Medical History*, 53(S29), 107-124.
6. Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O., Swartz, B., Quental, T. B., & Mersey, B. (2011). Has the Earth/'s sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471(7336), 51-57.
7. Becker, S., Thoma, I., Deutsch, A., Gehrke, T., Mayer, P., Zipse, H. and Carell, T., (2016). A high-yielding, strictly regioselective prebiotic purine nucleoside formation pathway. *Science*, 352(6287), 833-836.
8. Bell, E.A., Boehnke, P., Harrison, T.M. and Mao, W.L., (2015). Potentially biogenic carbon preserved in a 4.1 billion-year-old zircon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (47), 14518-14521.
9. Berner, R.A., Beerling, D.J., Dudley, R., Robinson, J.M. y Wildman Jr, R.A., (2003). Phanerozoic atmospheric oxygen. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 31(1), 105-134.
10. Brewin, R.J., Sathyendranath, S., Hirata, T., Lavender, S.J., Barciela, R.M. y Hardman-Mountford, N.J., (2010). A three-component model of phytoplankton size class for the Atlantic Ocean. *Ecological Modelling*, 221(11), 1472-1483.
11. Brinkhuis, H., Schouten, S., Collinson, M. E., Sluijs, A., Damsté, J. S. S., Dickens, G. R., & Bujak, J. P. (2006). Episodic fresh surface waters in the Eocene Arctic Ocean. *Nature*, 441(7093), 606-609.
12. Capó MA. Medicina veterinaria basada en la evidencia aplicada a la bioética animal. *Profesión veterinaria*. 2004 Mayo; 15 (59):84-7.

13. Cavalier-Smith, T., (2006). Cell evolution and Earth history: stasis and revolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 361(1470), pp.969-1006.
14. Conway Morris, S. (1993). Ediacaran-like fossils in Cambrian Burgess Shale-type faunas of North America. *Palaentology* 36 (0031-0239): 593–635.
15. Costello, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., & Lee, M. (2009). Managing the health effects of climate change. *The Lancet*, 373(9676), 1693-1733.
16. Crowe, S.A., Dössing, L.N., Beukes, N.J., Bau, M., Kruger, S.J., Frei, R. and Canfield, D.E., (2013). Atmospheric oxygenation three billion years ago. *Nature*, 501(7468), 535-538.
17. Crowther, T. W., Glick, H. B., Covey, K. R., Bettigole, C., Maynard, D. S., Thomas, S. M., & Tuanmu, M. N. (2015). Mapping tree density at a global scale. *Nature*, 525(7568), 201-205.
18. Dalrymple, G.B., 2001. The age of the Earth in the twentieth century: a problem (mostly) solved. *Geological Society, London, Special Publications*, 190(1), 205-221.
19. Davidoff, F., Haynes, B., Sackett, D., & Smith, R. (1995). Evidence based medicine. *BMJ: British Medical Journal*, 310(6987), 1085.
20. Deppisch, S., & Hasibovic, S. (2013). Social-ecological resilience thinking as a bridging concept in transdisciplinary research on climate-change adaptation. *Natural hazards*, 67(1), 117-127.
21. Domènech, X. (2014). *Fundamentos de Química Ambiental*. Madrid: Síntesis.
22. Ferrater-Mora J. (2009). *Diccionario de Filosofía*. Barcelona: Ariel.
23. Figuerelo J.E y León, L.M. 2011. *Introducción a la química-física para las ciencias ambientales*. Bilbao: Editorial Universidad del País Vasco.
24. Foucault, M. (2006). *Seguridad, Territorio y Población*. FCE: BA-Argentina
25. Gallego, J.L. (2002). *Reponer la Tierra. Un Repaso a las Relaciones del Ser Humano con el Planeta*. Barcelona: DeBolsillo.
26. Glasspool, I.J. y Scott, A.C., (2010). Phanerozoic concentrations of atmospheric oxygen reconstructed from sedimentary charcoal. *Nature Geoscience*, 3(9), 627-630.
27. Gómez de Silva, G. (2001). *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Española (2a. reimp.)* México DF: Fondo de Cultura Económica.
28. Gray, J., Chaloner, W.G. y Westoll, T.S., (1985). The Microfossil Record of Early Land Plants: Advances in Understanding of Early Terrestrialization, 1970-1984 [and Discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 309(1138), 167-195.
29. Haynes, R. B., Devereaux, P. J., & Guyatt, G. H. (2002). Clinical expertise in the era of evidence-based medicine and patient choice. *Evidence Based Medicine*, 7(2), 36-38.
30. Hochuli, P. A., Sanson-Barrera, A., Schneebeli-Hermann, E., & Bucher, H. (2016). Severest crisis overlooked—Worst disruption of terrestrial environments postdates the Permian–Triassic mass extinction. *Scientific Reports*, 6, 28372.
31. Hoffman, P.F. y Schrag, D.P., (2002). The snowball Earth hypothesis: testing the limits of global change. *Terra nova*, 14(3), pp.129-155.
32. Hoffmann-Riem, H., & Biber-Klemm, S. W. Grossenbacher-Mansuy, D. Joye, C. Pohl, U. Wiesmann, & E. Zemp (Eds.). (2008). *Handbook of transdisciplinary research* (pp. 19-39). Zurich-Switzerland: Springer.
33. Hulme, M., & Mahoney, M. (2010). Climate change: What do we know about the IPCC? *Progress in Physical Geography*. 34: 705-718.
34. Hurni, H., Wiesmann, U., & Schertenleib, R. (Eds.). (2004). *Research for mitigating syndromes of global change: A transdisciplinary appraisal of selected regions of the world to prepare development-oriented research partnerships*. NCCR North-South. Berne: NCCR-University of Berne Press.
35. Hurst, J. W. (1974). Additional support for the problem-oriented system. *JAMA*, 229(5), 562-563.
36. Igamberdiev AU & Lea PJ. (2006). Land Plants equilibrate O₂ and CO₂ in the Atmosphere. *Photosynthesis Research*. 87: 177-184.
37. Izco, J. (2008). *Botánica*. Madrid: *Mc Gran-Hill*.
38. Jaeger, W. (1993). *Paideia, los ideales de la cultura griega*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
39. Jonas, H. (1995). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona: Herder.
40. Jonsen, A. (2011). *Breve historia de la ética médica*. Madrid: Biblioteca básica Comillas.
41. Keeling, R. F., Körtzinger, A., & Gruber, N. (2010). Ocean deoxygenation in a warming world. *Annual review of marine science*, 2, 199-229.
42. Kennedy, M., Mrofka, D., & Von Der Borch, C. (2008). Snowball Earth termination by destabilization of equatorial permafrost methane clathrate. *Nature*, 453(7195), 642-645.
43. Kump, L.R., (2008). The rise of atmospheric oxygen. *Nature*, 451(7176), pp.277-278.
44. Laín Entralgo, P. (1987). *El Cuerpo humano, Oriente y Grecia Antigua*. Madrid: Espasa.
45. Laín Entralgo, P. (1989). *El Cuerpo humano, teoría actual*. Madrid: Espasa.
46. Lamb, S., & Davis, P. (2003). Cenozoic climate change as a possible cause for the rise of the Andes. *Nature*, 425(6960), 792-797.
47. Lee, M. S., Soubrier, J., y Edgecombe, G. D., (2013). Rates of phenotypic and genomic evolution during the Cambrian explosion. *Current Biology*, 23(19), 1889-1895.
48. Lisiecki, L.E. y Raymo, M.E., (2005). A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records. *Paleoceanography*, 20(1).
49. Long, M. C., Deutsch, C. A. & Ito, T. (2016). Finding forced trends in oceanic oxygen. *Glob. Biogeochem. Cycles* 30, 381–397
50. Losse, H y Wetzels, E. (1985). *Rationelle Diagnostik in der inneren Medizin*. Stuttgart: Verlag.
51. Lyons, T.W., Reinhard, C.T. y Planavsky, N.J., 2014. The rise of oxygen in Earth's early ocean and atmosphere. *Nature*, 506(7488), 307-315.
52. Marcott, S.A., Shakun, J.D., Clark, P.U. and Mix, A.C., (2013). A reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 years. *science*, 339(6124), 1198-1201.
53. Meira, P. (2009) *Comunicar el Cambio Climático. Escenario social y líneas de acción*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino - Organismo Autónomo de Parques Nacionales. 2009
54. Miller, T. R., Baird, T. D., Littlefield, C. M., Kofinas, G., Chapin III, F. S., & Redman, C. L. (2008). Epistemological pluralism: reorganizing interdisciplinary research. *Ecology and Society*, 13(2), 46.
55. Mojzsis, S, et al., 1996. Evidence for Life on Earth before 3800 million years ago. *Nature*, 384.
56. Molnar, P., & England, P. (1990). Late Cenozoic uplift of mountain ranges and global climate change: chicken or egg?. *Nature*, 346(6279), 29-34.
57. Möllers, N., Schwergel, C and Trischler, H. (2014). *Welcome to the Anthropocene. The Earth in our hands*. München: Deutsches Museum Press.
58. Mondolfo, R. (1979). *La comprensión del sujeto humano en la cultura griega*. Buenos Aires: Eudeba.
59. Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637-669.
60. Parker, D. J., Vesala, L., Ritchie, M. G., Laiho, A., Hoikkala, A., & Kankare, M. (2015). How consistent are the transcriptome changes associated with cold acclimation in two species of the *Drosophila virilis* group? *Heredity*, 115(1), 13-21.

61. Petit, Jean-Robert, et al. (1999). Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature* 399.6735: 429-436.
62. PNUMA. (2007). GEO/GEO 4: Global Environment Outlook, Environment for Development. Malta: UNEP.
63. Pohl, C y Hirsh-Hadorn, G. (2008). Methodological challenges of transdisciplinary research. *Natures Sciences Societés*. 16, 11-121.
64. Roa-Castellanos, R. A., Anadón Baselga, M. J., & Capó Martí, M. A. (2016) Biogeomedicine: The earth as the new patient for biomedical sciences under the “one health” concept facing climate change. *Medicina Balear*, 31 (3): 11-17.
65. Roms, D. M., Seeley, J. T., Vollaro, D., & Molinari, J. (2014). Projected increase in lightning strikes in the United States due to global warming. *Science*, 346(6211), 851-854.
66. Royer, D. L., Berner, R. A., Montañez, I. P., Tabor, N. J., & Beerling, D. J. (2004). CO₂ as a primary driver of Phanerozoic climate. *GSA today*, 14(3), 4-10.
67. Royer, D. L., & Wilf, P. (2006). Why do toothed leaves correlate with cold climates? Gas exchange at leaf margins provides new insights into a classic paleotemperature proxy. *International Journal of Plant Sciences*, 167(1), 11-18.
68. Sackett, D. L., Rosenberg, W. M., Gray, J. M., Haynes, R. B., & Richardson, W. S. (1996). Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *Bmj*, 312(7023), 71-72.
69. Shields, G. A. (2008). Palaeoclimate: Marinoan meltdown. *Nature Geoscience* 1 (6), 351–353.
70. Stouffer, Ronald J., et al. (2006). Investigating the causes of the response of the thermohaline circulation to past and future climate changes. *Journal of Climate*, 19.8: 1365-1387.
71. Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., & Hughes, L. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427(6970), 145-148.
72. Tickner, J., Raffensperger, C., Myers, N., & de Wingspread, X. A. D. (1999). El principio precautorio en acción manual. Escrito para la Red de Ciencia y Salud Ambiental (Science and Environmental Health Network, SEHN).
73. USGCRP, 2016: The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. U.S. Washington, DC: Global Change Research Program Press, 2016.
74. Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human biology*, 10(2), 181-213.
75. Von Bertalanffy, L. (1972). The history and status of general systems theory. *Academy of Management Journal*, 15(4), 407-426.
76. Wang, D. Y.-C., S. Kumar y S. B. Hedges (1999). «Divergence time estimates for the early history of animal phyla and the origin of plants, animals and fungi». *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 266 (1415): 163-171.
77. Ward, P., (2006). *Out of Thin Air: Dinosaurs, Birds, and Earth's Ancient Atmosphere*. National Academies Press.
78. Watts, N., Adger, W. N., Agnolucci, P., Blackstock, J., Byass, P., Cai, W., & Cox, P. M. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. *The Lancet*, 386(10006), 1861-1914.
79. Weed, L. L. (1968). Special article: Medical records that guide and teach. *New England Journal of Medicine*, 278(12), 593-600.
80. Winckler, G., Anderson, R.F., Jaccard, S.L. and Marcantonio, F., (2016). Ocean dynamics, not dust, have controlled equatorial Pacific productivity over the past 500,000 years. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, p.201600616.
81. Zahnle, K., Schaefer, L. and Fegley, B., (2010). Earth's earliest atmospheres. *Cold Spring Harbor Perspectives in biology*, 2(10), 4895.
82. Zinsstag, J., Schelling, E., Waltner-Toews, D., Whittaker, M., & Tanner, M. (2015). One Health: The theory and practice of integrated health approaches. CABI.