

ELISA SIMÓ SOLER  
ELOY PEÑA ASENSIO  
*(Coordinación)*

# DEFENSA PLANETARIA

AUTORÍA:

ALBA SORIANO ARNAZ  
ALBERT RIMOLA  
ALBERTO CORONEL TARANCÓN  
ANNA GARCIA HOM  
CATIA FÁRIA  
ELISA SIMÓ SOLER  
ELISA CELIA GONZÁLEZ FERREIRO  
ELOY PEÑA ASENSIO  
JORDI SOLÉ I OLLÉ  
JOSÉ IGNACIO ROBLES SÁNCHEZ  
JOSEP MARIA TRIGO-RODRÍGUEZ  
JUAN MANUEL DE FARAMIÑÁN GILBERT  
JUAN MIGUEL SÁNCHEZ LOZANO  
JULIA DE LEÓN  
NADJEJDA VICENTE CABAÑAS  
RAMON J. MOLES PLAZA

*Dykinson, S. L.*

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a Cedro (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con Cedro a través de la web [www.conlicencia.com](http://www.conlicencia.com) o por teléfono en el 917021970/932720407.

Este libro ha sido sometido a evaluación por parte de nuestro Consejo Editorial  
Para mayor información, véase [www.dykinson.com/quienes\\_somos](http://www.dykinson.com/quienes_somos)

© Copyright by  
Los autores  
Madrid, 2023

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid  
Teléfono (+34) 91 544 28 46 - (+34) 91 544 28 69  
e-mail: [info@dykinson.com](mailto:info@dykinson.com)  
<http://www.dykinson.es>  
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 978-84-1122-441-3  
Depósito Legal: M-31318-2023  
DOI: 10.14679/2271

ISBN electrónico: 978-84-1170-831-9

*Maquetación:*  
[german.balaguer@gmail.com](mailto:german.balaguer@gmail.com)

# CAPÍTULO 10. ¿QUÉ SIGNIFICA DEFENDER EL PLANETA EN EL ANTROPOCENO? INMUNIDAD Y AUTOINMUNIDAD DE LA DEFENSA PLANETARIA

ALBERTO CORONEL TARANCÓN<sup>1</sup>

*Investigador Postdoctoral, Universidad Complutense de Madrid*

DOI: 10.14679/2282

Sumario: 1. INTRODUCCIÓN. DEFENDER EL PLANETA EN EL ANTROPOCENO. 2. EL PLANETA-OBJETO. EL PARADIGMA ASTRONÓMICO DE LA DEFENSA PLANETARIA. 3. DEL PLANETA-OBJETO AL PLANETA SUJETO. INTRODUCCIÓN AL PARADIGMA GEOFISIOLÓGICO. 4. HOMEOSTASIS E INMUNOLOGÍA DE GAÑA. 5. INMUNIDAD Y AUTOINMUNIDAD DE LA DEFENSA PLANETARIA. 6. CONCLUSIONES.

## 1. INTRODUCCIÓN. DEFENDER EL PLANETA EN EL ANTROPOCENO

La entrada del planeta en el Antropoceno ha redibujado los mapas que durante siglos habíamos utilizado para orientarnos. En palabras de Will Steffen, Paul J. Crutzen y John R. McNeil, el término Antropoceno (del griego ἄνθρωπος, *Anthropos*: humano; y καινός, *kainos*: nuevo) sugiere que: «la Tierra ha abandonado ya su época geológica natural, el actual estado interglaciar llamado Holoceno. Las actividades humanas se han convertido en algo tan profundo y omnipresente que rivalizan con las grandes fuerzas de la naturaleza y están empujando a la Tierra al interior de una *terra incognita*» (Steffen et al. 2007). Como resultado de su creciente capacidad para extraer y transformar la energía del planeta Tierra, el metabolismo del mercado global ha inaugurado un nuevo estado planetario caracterizado por ser «menos diverso biológicamente, menos boscoso, mucho más cálido y probablemente más húmedo y tormentoso» (Steffen, Crutzen y McNeill 2007). Con todo, el significado profundo del concepto de Antropoceno, o la razón por la cual este término se ha extendido a través de las ciencias sociales y humanas, no se reduce a la suma de los cambios ambientales. Para la filosofía ecológica y la ecología política contemporánea, lo crucial del Antropoceno

---

<sup>1</sup> Alberto Coronel Tarancón es investigador posdoctoral y docente en la Universidad Complutense de Madrid con un contrato Margarita Salas (FondosEU-NextGeneration). Es especialista en el ámbito de la biopolítica y la ecología política contemporánea, y ha publicado numerosos artículos científicos sobre los retos ecosociales del Antropoceno. Es miembro de Ecologistas en Acción y de Rebelión Científica.

es que este fenómeno arrastra consigo profundas mutaciones en la relación de la vida humana y la Tierra.

¿En qué consiste exactamente esta mutación? Desde el punto de vista de la filosofía ecológica, la clave se encontraría en la crisis de las grandes dicotomías modernas. En el Antropoceno, los binomios mente-cuerpo, sociedad-naturaleza, animal-humano, natural-artificial, entre otros, habrían dejado de resultar operativos (**Raffnsøe 2016**). Desde el punto de vista de la ecología política, significa pensar los procesos sociales, culturales, tecnológicos, económicos y políticos en el seno de los metabolismos terrestres (**Hamilton et al. 2015; Saito 2022**). En líneas generales, la referencia al planeta ya no podría dejar fuera el hecho constitutivo y evolutivo de que el ser humano no está sobre el planeta, ni con el planeta, sino que forma parte de él. Sus formas de arraigo y sus distintos modos y ritmos en el uso de los recursos terrestres lo han modificado. Dicho de una vez: la Tierra también tiene historia, y en los últimos momentos de esta historia, el ser humano ha dejado de ser un personaje secundario para ser –quizás durante un brevísimo lapso de tiempo– una fuerza protagónica. Por esta razón sigue abierto el debate sobre si el Antropoceno debe ser considerado una nueva época o un evento geológico (**Gibbard et al. 2022**).

Ya sea época o evento, la pregunta es: si la vida humana forma parte del planeta Tierra, ¿qué defiende el ser humano cuando dice querer defender el planeta Tierra? ¿Se trata del planeta humanizado defendiéndose a sí mismo? ¿O de una humanidad planetaria defendiéndose a sí misma? En los términos propios de la reflexión filosófica: ¿qué significa que un sujeto defienda un objeto cuando sujeto y objeto no pueden ser ontológicamente diferenciados? Para responder a esta pregunta, proponemos un acercamiento filosófico a la defensa planetaria en el Antropoceno a través de la teoría de Gaïa, la cual alumbró la naturaleza dinámica del sistema-Tierra. O, en palabras de James Lovelock y Bruno Latour, proponemos una lectura del Antropoceno basada en la teoría de Gaïa a partir de una concepción fisiológica –y no meramente geológica– del planeta Tierra como entidad animada (**Lovelock y Rioja 1983; Latour 2013**). De este modo, el capítulo comienza diferenciando dos paradigmas o modelos epistemológicos de abordar el problema de la defensa planetaria: tomando el planeta como objeto –paradigma astronómico– o tomando el planeta como sujeto –paradigma geofisiológico–. Como veremos, mientras que el primer paradigma se corresponde con las coordenadas epistemológicas de un siglo, el siglo XX, que se concebía a sí mismo como parte del Holoceno, este segundo paradigma es el que posibilita aterrizar la reflexión filosófica sobre defensa planetaria en el Antropoceno.

## 2. EL PLANETA-OBJETO. EL PARADIGMA ASTRONÓMICO DE LA DEFENSA PLANETARIA

Según la Sociedad Española de Astronomía (SEA): «La definición oficial de la Unión Astronómica Internacional establece que un *planeta* es un cuerpo celeste que: a) orbita alrededor del Sol, (b) posee suficiente masa como para que su propia gravedad domine las fuerzas presentes como cuerpo rígido, lo que implica una forma

aproximadamente redondeada determinada por el equilibrio hidrostático, (c) es el objeto claramente dominante en su vecindad, habiendo limpiado su órbita de cuerpos similares a él» (SEA 2022).

Esta definición de planeta es la que opera en el actual paradigma de defensa planetaria. Aquel que comprende las actividades de las agencias espaciales como NASA y ESA, quienes utilizan la etiqueta de «Defensa planetaria» (DP)<sup>2</sup> para englobar todas las capacidades, tecnologías y estrategias necesarias para defender al planeta Tierra de impactos de Objetos Cercanos a la Tierra (OCT), o, en inglés, *near-Earth object* (NEO). O, atendiendo a su peligrosidad, Objetos Potencialmente Peligrosos (OPP) o *potentially hazardous objects* (PHO) (Abell et al. 2020). Este paradigma permite diferenciar claramente las tareas y los saberes de la DP de otras disciplinas e instituciones que también han estado tradicionalmente orientadas a la protección de las condiciones de habitabilidad del planeta Tierra. Conforme a esta definición de DP, la humanidad sería el sujeto terrestre encargado de defender el planeta respecto del futuro impacto de objetos potencialmente peligrosos. Este esquema científico, reduccionista o no-holista, ofrece ventajas epistemológicas e institucionales que no deben ser obviadas: i) ofrece a la DP un marco de saber-poder específico; ii) fija su actividad y su legitimidad a una serie de saberes expertos dotados de un estatus social y epistemológico reconocible; iii) facilita la incorporación de profesionales especializados en las ramas de la astrofísica, la ingeniería espacial, ingeniería de telecomunicaciones, etcétera; iv) canaliza una forma de acción especializada capaz de entrelazar el saber astronómico con la ingeniería y los más sofisticados sistemas de teledetección y, de este modo, v) profundiza en el conocimiento del espacio ultraterrestre y brinda al conjunto de la humanidad tanto el conocimiento como la técnica que haría posible la defensa del planeta frente a impactos cósmicos; vi) interconecta instituciones y agencias especializadas como la *International Asteroid Warning Network* (IAWN) y la *Space Missions Planning Advisory Group* (SMPAG), y, todo ello, en el marco de la Comisión de las Naciones Unidas sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS) para la coordinación de la defensa planetaria desde las agencias de la NASA (Martin 2014).

Con todo, al denominar defensa planetaria a la detección y mitigación de cometas y asteroides se incurre en un reduccionismo espacial evidente respecto del conjunto total de amenazas que podrían ser comprendidas como sus objetos. Principalmente, se excluye la consideración de amenazas internas o provenientes del propio planeta Tierra, lo que exigiría un concepto de defensa planetaria más amplio, capaz de integrar la vulnerabilidad de la Tierra a las amenazas internas, entre otros, aquellas derivadas de los propios programas de DP. Este concepto amplio de defensa planetaria excede los límites del paradigma astronómico<sup>3</sup>. Ahondando en esta misma línea, ¿deberían

<sup>2</sup> A partir de este momento utilizaremos las siglas DP para referirnos a la defensa planetaria desde el paradigma astronómico de forma específica, y escribiremos defensa planetaria en referencia al problema general.

<sup>3</sup> Este reduccionismo lleva implícito la posibilidad de la ampliación que, junto a Elisa Simó-Soler y Eloy Peña-Asensio, he tenido la oportunidad de investigar en un trabajo inédito en el momento de la redacción de este capítulo, titulado: “Defensa Planetaria Integral. Un nuevo concepto de seguridad para el Antropoceno”, donde se defiende la necesidad de pensar de forma integrada las amenazas cósmicas,

formar parte de la DP aquellas estrategias orientadas a minimizar su propia peligrosidad operativa? Esta pregunta, explorada desde distintos ángulos por diversos autores (**Zaitsev y Space 2019; Baum 2020; Simó-Soler y Peña-Asensio 2022**) nos invita a trascender este concepto restringido de la DP a un paradigma más amplio. La cuestión es si la teoría de Gaïa y los modelos orgánicos del planeta Tierra son más adecuados o no para pensar la defensa planetaria en el interior del Antropoceno.

### 3. DEL PLANETA-OBJETO AL PLANETA SUJETO: INTRODUCCIÓN AL PARADIGMA GEOFISIOLÓGICO

Dejando de lado la referencia a todas las cosmovisiones que han concebido durante miles de años el planeta como un ser animado, la dinamización científica de la Tierra puede comprenderse a través de lo que Hans Blumenberg denominó «metáforas absolutas», es decir, aquellas metáforas que subyacen a la construcción de los conceptos que despliegan la objetividad que atribuimos a nuestras teorías (**Blumenberg 2003; García 2010**). Pues bien, ¿qué dos metáforas se han enfrentado en la historia del pensamiento científico occidental? Simplificando, el mecanicismo que concibe la naturaleza y la Tierra desde la imagen de la máquina, y el organicismo, que durante siglos ha rechazado el reduccionismo mecanicista por hacer de la realidad objetiva una dimensión exterior al sujeto de conocimiento. En su libro *Filosofía de la Naturaleza*, el filósofo José Luis San Miguel de Pablos escribe un párrafo que sintetiza el núcleo de la imagen mecanicista del universo:

«La imagen de la Naturaleza imperante a partir de la revolución científica es la de una maquinaria cuyos movimientos pueden ser predichos y, por tanto, controlados. Consecuentemente, el antiguo asombro y veneración por el mundo natural se ha ido transformando en una actitud puramente cuantificadora, ergo, mercantilista y fría. Pero es posible proyectar sobre la Naturaleza una mirada distinta: la que, reconociendo nuestra implicación en ella, la percibe como un sujeto sensible y dialogante que participa de la misma vitalidad que nos anima» (**San Miguel 2010**).

Para el mecanicismo de cuño cartesiano –el modelo que inspiró esta imagen mecanicista de la naturaleza– la realidad está compuesta por tres sustancias: la *res extensa* (la materia) es la parte divisible de la realidad, mientras que la *res cogitans* (el pensamiento) es la parte indivisible: aquello que divide (el *cogito*), en tanto que constante de todas las operaciones del conocimiento es, en sí mismo, indivisible. Por último, la *res divina* se identifica con el todo ilimitado, perfecto e indivisible, distinto tanto del conocimiento humano (imperfecto) como de la realidad carente de pensamiento (**Descartes 2005**). De la célebre escisión entre *res cogitans* y *res extensa* se deducen tres grandes consecuencias que todavía tienen efectos epistemológicos en nuestra concepción de la naturaleza

---

ecológicas como problemas de defensa planetaria junto a los riesgos derivados de su organización jurídico-política.

como algo insensible, determinado, irresponsable e ignorante en contraposición a la humanidad sensible, indeterminada y dotada de comportamiento ético. Y, además, al situar las capacidades del intelecto al margen de los movimientos materiales regidos por leyes deterministas, el mecanicismo ubicó el método y la mirada científica por fuera de la realidad científicamente observable.

Este es el modelo mecanicista que subyace al paradigma astronómico de la defensa planetaria. Al concebir el planeta como objeto exterior al sujeto de conocimiento, introduce la escisión entre el sujeto y el objeto que caracteriza al mecanicismo antropocéntrico. Y si algo tiene de radicalmente novedoso el modelo geofisiológico es, precisamente, que cancela esta escisión ontológica e introduce al sujeto de conocimiento en el planeta. En efecto: el desmontaje epistemológico de la imagen mecanicista, determinista y reversible de la naturaleza llegó primero de la mano de aquellas investigaciones que fueron salvando la distancia entre lo físico y lo biológico. La progresiva introducción de la irreversibilidad y la indeterminación en nuestra comprensión de los fenómenos biofísicos (**Schrödinguer 1951; Prigogine 1993; Schneider et al. 2009**) ha mediado, a su vez, la inscripción ontológica de los seres humanos en la irreversibilidad temporal del proceso evolutivo. Y con esta reubicación de la vida en la materia y de la vida humana en la vida –por utilizar la expresión de Prigogine–, el proceso epistemológico y la praxis científica pudo ser reinsertada en la materialidad viviente de la Tierra.

Anticipado por la crítica filosófica y recogido por la reflexión científica<sup>4</sup>, el desmontaje epistemológico del mecanicismo en el siglo XX tuvo consecuencias decisivas para el estudio de la relación entre el planeta y lo económico. En este caso, se suele atribuir al economista rumano Nicholas Georgescu-Roegen el haber utilizado exitosamente la termodinámica para demoler los fundamentos epistemológicos mecanicistas de la teoría neoclásica. En su gran obra *El proceso económico y la ley de la entropía*, de 1971, Georgescu-Roegen introdujo tanto la irreversibilidad biofísica como la finitud del planeta Tierra como elementos internos al proceso económico. Al operar con modelos matemáticos ideales y reversibles, la ciencia económica, situaba el proceso económico fuera del tiempo y en los márgenes de los procesos biofísicos reales que lo sustentaban. Dicho de forma sencilla, ya sea en economía o en defensa planetaria, las metáforas mecanicistas (reversibles) y las metáforas orgánicas (irreversibles) arrastran consigo descripciones distintas tanto del mundo conocido como del propio proceso de conocimiento. Y todos estos procesos epistemológicos han modificado radicalmente el sentido profundo de lo que hoy podemos entender por «planeta».

---

<sup>4</sup> En filosofía, la crítica del tiempo cronológico y aritmórfico (que avanza conforme al número) como una forma de temporalidad históricamente instituida se abrió camino a través de trabajos como *La evolución creadora* de **Henri Bergson (1907)** o *Ser y tiempo (1927)* de **Martin Heidegger**, donde la disputa entre Bergson y Einstein sería retomada por el propio Prigogine para defender la existencia de la flecha del tiempo (irreversible) frente a la comprensión determinista de Einstein, para quien el tiempo –tal y como refleja la carta que le escribe Einstein a la viuda de un colega fallecido– no era más que una ilusión derivada de la experiencia humana. Véase a este respecto la obra de Ilya Prigogine de 1983, ¿Tan solo ilusión?

En suma, del mecanicismo al organicismo transitamos de una metáfora absoluta a otra, y con ello, nos movemos entre sistemas de pensamiento inconmensurables entre sí<sup>5</sup>. Para la defensa planetaria esto significa tener en cuenta que no es posible utilizar las mismas metáforas y los mismos conceptos para pensar la defensa planetaria desde un marco metafórico y epistemológico mecanicista que hacerlo desde un marco organicista. A esto refiere el título del apartado: *introducción al paradigma geofisiológico*, lejano al mecanicismo y cercano al cúmulo de rupturas epistemológicas que hoy se agrupan bajo el humilde nombre de «ecología».

La «ecología», término derivado del término alemán *Ökologie* empleado por Haeckel, nació como el estudio del lugar donde vive o se halla algo. Para el pensamiento ecológico, que da la espalda a la imagen mecanicista de la naturaleza, la clave reside en cuestionar si la Tierra puede ser reducida a aquello que es espacialmente exterior y lo temporalmente anterior a la existencia histórica del ser humano. Para el mecanicismo, la transformación de la Tierra no afecta a aquello que el ser humano es en tanto que ser inteligente. En el marco del pensamiento ecológico y anti-esencialista, en la medida en que el ser humano es un ser terrestre, las transformaciones de la Tierra cambian aquello en lo que consiste ser un ser humano. Es decir, la vida humana y el planeta Tierra coevolucionan.

Desde el cuestionamiento de la escisión organismo-entorno –teorizada por el geoquímico Vladimir I. Vernadsky en 1926– hasta la hipótesis Gaïa propuesta por James Lovelock y desarrollada junto a la bióloga **Lynn Margulis (2018)** –que retomamos en este capítulo–, la Tierra ha dejado de ser un objeto estático que soporta dinámicas biológicas a ser un único sistema termodinámico y biogeoquímico integrado capaz de autorregularse gracias al comportamiento interrelacionado de sus subsistemas. En este sentido, la teoría de Gaïa<sup>6</sup> –que concibe el planeta Tierra como un ser autorregulado y dotado de homeostasis interna– sería el cenit del pensamiento organicista y antimecanicista. Por ello, las metáforas que deben orientar el estudio objetivo de Gaïa son las propias de una comprensión geofisiológica de la Tierra (**Lovelock 1989**). O, si se prefiere: «Gaïa es una metáfora global, sí, pero con respaldo científico» (**Dillard-Wright 2019**). En el marco de la filosofía ecológica contemporánea, el recientemente fallecido Bruno Latour ha sido uno de los teóricos que más han profundizado en este

---

<sup>5</sup> El concepto de inconmensurabilidad, utilizado por **Thomas Kuhn** en su célebre *Estructura de las revoluciones científicas* (2019), remite a problemas de confrontabilidad epistemológica y a problemas semánticos o de traducción. De un paradigma científico otro, los axiomas y elementos varían, dando lugar a puntos de partida incompatibles entre sí. A su vez, este puede resultar intraducible en la medida en que el significado de un concepto científico encuentra en su paradigma el contexto del que obtiene su significado. Esta relación de inconmensurabilidad es la que nos interesa destacar como existente entre la visión mecanicista y la organicista del planeta Tierra. Al atribuir propiedades o atributos incompatibles a un mismo término –planeta–, el planeta mecánico y el planeta orgánico refiere antes a dos planetas distintos con un mismo nombre que a un mismo planeta con dos nombres.

<sup>6</sup> En los términos de James Lovelock, Gaïa sería la hipótesis: «según la cual la materia viviente de la Tierra y su aire, océanos y superficie forman un sistema complejo al que puede considerarse como un organismo individual capaz de mantener las condiciones que hacen posible la vida en nuestro planeta» (**Lovelock 1984**).



nuevo concepto fisiológico del planeta. De hecho, Latour compara a James Lovelock con Galileo por haber descrito el carácter animado, dinámico, activo de la Tierra en contraposición a su descripción como objeto inerte y estático. En sus términos:

«Hemos entrado en una nueva era: el Antropoceno, y ahora tenemos que enfrentarnos a un nuevo actor: Gaïa. (...) Este investigador [J. Lovelock] ha formulado rigurosamente una obviedad, que otros habían intuido, pero que él es el primero en documentar de manera bastante completa: la Tierra no es inerte. Este es su descubrimiento. En otras palabras, el ambiente no es un entorno pasivo para los seres que tratan de sobrevivir. Por el contrario, nuestro ambiente está totalmente formado por seres vivos. El ejemplo más obvio es la composición de la atmósfera: el oxígeno que respiramos ha sido producido por las plantas a través de la fotosíntesis» (Latour 2020).

Para Latour la clave no reside tanto en la consideración de la Tierra como un organismo individual, sino en la superación de los modelos y de las metáforas mecanicistas de raigambre cartesiana que nos hablaban de una naturaleza extensa, inanimada y pasiva (*res extensa*) en contraposición a una naturaleza pensante, animada y activa (*res cogitans*). De una concepción a otra, aquello que la defensa planetaria dice saber y poder defender ha cambiado. No es lo mismo defender el planeta, el objeto-Tierra que defender a Gaïa, el sujeto-Tierra. Pero cuando decimos «defender a Gaïa» nos encontramos con que el sujeto-Tierra ya dispone de mecanismos de defensa propios. Para añadir un nuevo mecanismo de defensa –la capacidad de detectar y deflectar objetos cercanos potencialmente peligrosos– no solo es necesario problematizar la diferencia entre amenazas antropogénicas y no antropogénicas, sino también trasladar dicha diferencia al estudio de los sistemas de defensa antropogénicos y no antropogénicos. Retomando la metáfora geofisiológica, se trataría de pensar en qué medida puede el ser humano llegar a fortalecer o debilitar el conjunto de sistemas defensivos o inmunológicos de Gaïa.

#### 4. HOMEOSTASIS E INMUNOLOGÍA DE GAÏA

¿Tiene el planeta Tierra un sistema inmunológico? Y, de ser así, ¿cuál es el lugar que ocupan las sociedades humanas en el mismo? En fisiología médica, el sistema inmunológico refiere al conjunto de elementos y procesos biológicos que permiten conservar la homeostasis frente a los efectos de agentes o elementos patológicos, ya sean estos internos, como las células cancerosas, o externos, como los virus provenientes del entorno, entre otros (Lozano Soto 2012; Delves 2021). En términos generales, por tanto, hablar de inmunología terrestre implica tomar como punto de partida la homeostasis del sistema-Tierra (Lovelock y Margulis 1974; Lovelock 1989).

Como señala Carlos de Castro, en un primer momento la hipótesis Gaïa quedó sintetizada en los siguientes tres enunciados. Primero: «Existe una homeostasis (~regulación) de la atmósfera por y para la biosfera». Ambas coevolucionan favoreciendo

la reproducción de la biosfera al conservarla en un gradiente térmico propicio a pesar a las grandes diferencias de radiación. Segundo, y en referencia a su composición: «La vida regula el clima y la composición de la atmósfera en un óptimo para ella misma». Tercero: «La vida controla todo su entorno; los organismos pertenecen a un organismo mayor que es Gaia» (**Lovelock y Margulis 1974, 2007; de Castro 2020**). En la medida en que Gaia sería un organismo muy particular –no se reproduce y no compete–, la hipótesis Gaia recibió numerosas críticas por parte del pensamiento neodarwinismo. Por esta razón, muchos de los elementos de la versión inicial han sido rebajados<sup>7</sup>.

Lo que hoy se acepta como el núcleo de la teoría de Gaia puede ser formulado del modo siguiente: «Gaia es el sistema homeostático que emerge de la interacción entre la biota y la biosfera y cuyo resultado son estados que permiten la permanencia de la vida» (**de Castro 2020**). Esta homeostasis involucra todo un conjunto de sistemas interrelacionados con el dinamismo de la biosfera: «la salinidad de los océanos, el pH de aguas y suelos, la concentración de oxígeno y dióxido de carbono en la atmósfera y el mismo clima que disfruta» (**de Castro 2020**). Y más allá de la capacidad autorreguladora de estos sistemas, lo decisivo del enfoque de Gaia es que ilumina por qué muchas dinámicas evolutivas, como los saltos en la complejidad de los organismos, no pueden ser explicados mediante las relaciones de competencia de la selección natural pero, en cambio, sí por la simbiogénesis no-competitiva. **Carlos de Castro (2020)** pone el ejemplo del hongo y el alga que conforman el líquen:

«Cuando un hongo se encuentra con problemas de acceso a la energía o un alga se encuentra con problemas de acceso al nitrógeno (en una visión micro de la teoría), la solución no es competir, sino coordinarse hasta el punto de formar un único ser, el líquen. La simbiosis en el líquen –la forma total de coordinación– permite liberar al hongo de sus límites con la energía disponible porque se la proporciona el alga a través de la fotosíntesis; el alga a su vez es liberada de su límite con el nitrógeno porque se lo proporciona el hongo. Al formarse la simbiosis algo casi mágico ocurre: se alejan de pronto los factores limitantes (ya no hay que “luchar por la existencia”), aumenta la complejidad, aumenta la entropía del entorno más rápido que con el hongo y el alga cada uno por su lado. La formación es estable, se “selecciona” de forma automática. Hay evolución».

Este fenómeno, central en la teoría de la endosimbiogénesis de Lynn Margulis, se puso en evidencia que el tránsito de las células procariotas a las eucariotas no se dio por mutación azarosa, sino por la integración simbiótica de seres diferentes (**Lavagnino et al. 2014**). De este modo –y esto es un hecho científico aceptado por la teoría evolutiva– se demostró lo que Kropotkin había sugerido mucho tiempo antes: que la

<sup>7</sup> Biólogos como Doolittle, Richard Dawkins o Maynard Smith criticaron la hipótesis de Gaia por mostrar incompatibilidades con el concepto de organismo derivado de la selección natural y la teoría neodarwinista. Carlos Castro Carranza, defensor de la teoría orgánica de Gaia, ha continuado la línea argumentativa esbozada por Lynn Margulis, según la cual el neodarwinismo no es capaz de explicar muchos fenómenos que sí se explican desde la óptica gaiana.

cooperación y la simbiosis han sido dinámicas mucho más relevante para el proceso evolutivo de lo que el darwinismo fue capaz de pronosticar. Margulis se sumó a la defensa de la hipótesis Gaïa de Lovelock, precisamente porque la relación de la biosfera y la atmósfera ha conservado durante miles de años las condiciones térmicas y químicas óptimas para la permanencia de la vida<sup>8</sup>. Incluso tras sufrir el impacto de un meteorito, Gaïa ha sido capaz de restaurar las condiciones anteriores, y no unas nuevas derivadas del azar de la selección natural<sup>9</sup>. Esto pone claramente de manifiesto que Gaïa posee mecanismos de autorregulación y autodefensa que han hecho posible la conservación de su homeostasis interna a lo largo de la historia biológica. Y esto, a su vez, nos permite indagar en la «inmunología» intrínseca a sus dinámicas y recalcar, como ya lo ha hecho D. B. Dillard-Wright, que dicha inmunología no concede ningún tipo de privilegio a la vida humana: «Gaïa es el sistema autoinmune por el que la Tierra se protege», entre otras cosas, «de los excesos de la humanidad» (Dillard-Wright 2019).

La inmunología de Gaïa consistiría en el conjunto de elementos y procesos que permiten conservar la homeostasis frente a los efectos de agentes o elementos patológicos internos o externos a la Tierra. ¿Qué elementos? ¿Qué procesos? ¿Qué patógenos? De lo más simple a lo más complejo, hablemos primero de las barreras gaseosas que envuelven y protegen la integridad de la biosfera y después de los procesos de inmunización que la atraviesan, incluyendo en estos últimos los efectos del Antropoceno en los sistemas inmunológicos de Gaïa. En analogía con la piel –la más simple de todas–, cabría comenzar señalando los efectos inmunológicos evidentes de la capa de ozono respecto de los efectos nocivos de la radiación ultravioleta (aquella con una  $\lambda$  menor de 360 nm) y que, proveniente del sol, posee efectos extremadamente dañinos para la biosfera. Por sus efectos, esta capa gaseosa no difiere de la piel pigmentada que nos protege de la radiación solar. De hecho, solo la piel de los organismos nacidos en cuevas o en profundidades abisales carece de pigmentación.

En efecto, la formación de la capa de ozono que ha bloqueado la radiación ultravioleta constituye una primera barrera inmunitaria de la Tierra. Pero la atmósfera no solo nos protege de la radiación, de hecho, y como sabemos, la atmósfera nos protege también de meteoroides gracias a la ionosfera (donde se desintegran la mayor parte de los meteoroides) o la presión del aire, que jugó un rol crucial en la fragmentación del asteroide que explotó en Chelyabinsk, Rusia, el 15 de febrero de 2013. Este tenía 20 metros de diámetro, y su explosión liberó una energía de 500 kilotones. En el estudio

<sup>8</sup> Así comienza el artículo conjunto de Lovelock y Margulis: «Durante el tiempo,  $3,2 \times 10^9$  años, que la vida ha estado presente en la Tierra, las condiciones físicas y químicas de la mayor parte de la superficie planetaria nunca han variado de las más favorables para la vida. El registro geológico dice que el agua líquida siempre estuvo presente y que el pH nunca estuvo lejos de ser neutro». (Lovelock y Margulis 1974).

<sup>9</sup> «Gaïa se autorrepara, y las pruebas vienen precisamente de catástrofes de escala planetaria como la caída de grandes meteoritos que provocaron extinciones masivas. Gaïa perdió momentáneamente el control del clima y de sus procesos metabólicos; sin embargo, en pocos millones de años se reparaba y además (lo que demuestra que es un ‘ser’) Gaïa volvía a su estado anterior, con distintas especies y ecosistemas, pero con las mismas funciones metabólicas –el clima anterior, el pH anterior, el oxígeno anterior, etc.– y su misma capacidad de reciclar materia» (de Castro 2020).

publicado en *Meteoritics y Planetary Science*, **J.H. Tabetah y Melows (2018)** concluyeron que el aire a presión se infiltra en los poros del meteoróide haciéndolo estallar. La radiación y los proyectiles cósmicos serían, entonces, los ejemplos de patógenos físicos respecto de los cuales la atmósfera presenta funciones inmunitarias.

En el interior de la biosfera, y aunque no agotarían el repertorio de mecanismos inmunológicos de la Tierra, los virus ilustran a la perfección en qué consiste *virar* de la inmunología médica a la ecológica o terrestre. Su importancia para limitar crecimientos descontrolados, proteger la biodiversidad y diferenciar los ecosistemas habitables o inhabitables para unas u otras especies hace de los virus uno de los principales agentes de inmunidad terrestre. Más allá de la mirada antropocéntrica:

«Actualmente se considera a los virus no sólo como causantes de enfermedades sino también como agentes muy importantes que colaboran en el mantenimiento del equilibrio ecológico. Los virus, además de producir la disminución de las poblaciones a animales o vegetales en un determinado hábitat, sirven como mediadores en el intercambio genético entre individuos de una misma o de diferentes especies, cooperando en la variabilidad de los organismos que son susceptibles de ser infectados» (**Santos et al. 2004**).

Los virus bacteriófagos, por ejemplo, juegan un papel crucial en la regulación de las poblaciones bacterianas en océanos y ecosistemas. Estos limitan el crecimiento de las poblaciones que, al no tener depredadores, crecerían sin control alterando la composición química de sus medios (**Wilhelm y Suttle 1999; Vaqué 2020**). En la historia de la inmunidad terrestre, los microorganismos han desempeñado un rol decisivo. La peste negra, o el bacilo *Yersinia Pestis*, que fue transmitida por roedores a través del comercio marítimo acabó con un tercio de la población europea. La viruela, o *Variola virus*, tras ser transportada de Europa a América después de 1492 causó la muerte de la mayor parte de las poblaciones indígenas. En *Armas, gérmenes y acero* **Jared Diamond (1998)** estudió minuciosamente la importancia de los bucles de retroalimentación entre la agricultura (vida vegetal), la ganadería (vida animal) y la inmunidad adquirida por las poblaciones europeas y americanas (microbiología) en el proceso de colonización siconatural del continente americano y en la apertura colonial del espacio transatlántico. Recientemente, la pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto la vulnerabilidad inmunológica del mundo globalizado: debido al turismo global, la población humana en su conjunto está expuesta a los efectos de las enfermedades contagiosas que puedan surgir en cualquier lugar del globo. Es decir, el mundo globalizado es *de facto* el resultado de haber chocado y derribado las barreras inmunológicas que constituían un estadio hoy perdido de la biosfera. Las consecuencias de haber superado los límites que imponían estas barreras por parte de poblaciones humanas constituyen uno de los factores más importantes en la configuración biohistórica del planeta que hoy habitamos.

El crecimiento económico de las poblaciones humanas en el siglo XX es incomprensible sin atender a la historia de la «inmunización antropogénica» adquirida por

ciertas poblaciones humanas frente a los efectos limitantes y autorreguladores de la «inmunidad terrestre», y esto desemboca en una de las grandes paradojas del Antropoceno. La necesidad de defender el planeta, primero, de los impactos de la especie que se dice capaz de defenderla. La bio-historia reciente de la humanidad es inequívoca al respecto: los mecanismos de autodefensa y autorregulación de las sociedades humanas han evolucionado en contradicción con los mecanismos de defensa y autorregulación del sistema-Tierra, de ahí que el Antropoceno sea sinónimo de un desequilibrio global mediado por el crecimiento descontrolado de las actividades humanas con mayor impacto. El hecho de que ya hayamos superado la mayor parte de los límites planetarios señalados por el equipo del científico sueco Johan Rockström (**Lade et al. 2020**) nos lleva a preguntarnos si, de aquí en adelante, la humanidad deberá defender el planeta o si, más bien, deberá defenderse de él.

Si retomamos la pregunta que nos hicimos al principio ¿qué significa la defensa planetaria en el Antropoceno? no es posible obviar que el ser humano en el siglo XXI, lejos de ser un «defensor planetario» es (salvando las grandes diferencias existentes entre poblaciones, grupos sociales y territorios) un «agresor planetario» que arriesga su propia supervivencia en el despliegue global de sus impactos<sup>10</sup>. O, por decirlo con las palabras del economista ecológico **José Manuel Naredo (2004)**: «El hecho de que las reglas del juego económico globalmente imperantes se muestren en franca contradicción con aquellas que caracterizan el comportamiento de la biosfera explica la consideración de la especie humana como patología terrestre». Esta hipótesis define el impacto de las actividades humanas no la metáfora mecanicista de la «huella ecológica», sino con la metáfora orgánica de la patología terrestre. Y al transitar de una descripción mecanicista a una organicista se pone de manifiesto la gran paradoja de la defensa planetaria en el Antropoceno: la idea benigna de defensa planetaria desarrollada por la DP convive en el Antropoceno con la malignidad de las mismas sociedades en condiciones tecnológicas y económicas de desplegarla. A su vez, la idea benigna, protectora o sanadora de defensa planetaria emerge en el interior de las mismas sociedades que, por su poder económico y tecnológico, tienen una mayor responsabilidad biohistórica en la degradación de la inmunidad terrestre.

El objetivo de nuestra lectura no es, sin embargo, dar más razones a la misantropía, sino ofrecer una imagen de la defensa planetaria que no eluda las profundas ambivalencias del momento geofisiológico en que se despliega. Si la DP está llamada a formar parte de la inmunidad terrestre esta no puede ignorar la tendencia ecopatológica de las sociedades que la despliegan, y esto implica tener en cuenta tanto los beneficios inmunitarios de la defensa planetaria como sus riesgos autoinmunes. Hasta el momento, la DP se ha lanzado a defender la Tierra de amenazas cósmicas de espaldas a otro tipo de amenazas (como las ecológicas, políticas, económicas, etcétera) pero esto está justifica-

---

<sup>10</sup> En efecto: la lectura de la especie humana como patología planetaria no es nueva: en 1990, el médico y antropólogo **W. Hern (1990)** señaló las numerosas semejanzas entre los efectos de los procesos cancerígenos y la incidencia de las actividades humanas sobre los territorios. En otro texto igual de explícito, titulado *Humans as Cancer*, Kent MacDougall retomaba esta analogía para pensar el crecimiento descontrolado de los seres humanos en el planeta.

do como efecto inevitable de su «especialización orgánica». Como «órgano» de defensa planetaria no puede atender a todas las amenazas a la vez, sin embargo, tampoco puede dejar de atender a los riesgos autoinmunes ligados a su propio funcionamiento.

## 5. INMUNIDAD Y AUTOINMUNIDAD DE LA DEFENSA PLANETARIA

Lo más valioso de la DP es su virtual capacidad para transformar a las sociedades humanas en una barrera inmunitaria de la biosfera. En un sentido general, cuando un sistema implica la interacción organizada de cientos de miles de elementos (células u organismos) necesita de los beneficios que aporta la inmunización para autoconservarse. Es decir, a mayor complejidad, mayor dependencia de un sistema respecto de los efectos homeostáticos de la inmunización. Si entendemos por inmunidad el conjunto de procesos de reconocimiento que median respuestas de tolerancia o rechazo en el interior de dinámicas homeostáticas, y reconocemos que a) la humanidad forma parte de la biosfera y que b) la Tierra dispone de dicha homeostasis, es fácil identificar la matriz inmunológica de la Defensa Planetaria, cuya especificidad queda definida en las tareas de reconocer, alertar y mitigar los efectos potencialmente destructivos de un objeto cercano. En este caso, los OPP serían el agente patógeno, y los instrumentos de deflexión, los órganos antropogénicos de inmunidad planetaria.

La idea de que el ser humano, a través de los programas de DP, pueda convertirse en un sistema de protección para el conjunto de la biosfera contiene connotaciones inmunológicas evidentes. Si la piel y las membranas son consideradas barreras inmunitarias respecto de los patógenos que dejan fuera, las barreras de la DP servirían para que los agentes externos potencialmente dañinos no lleguen a tocarnos. Esta posibilidad (todavía tecnológicamente irrealizable pero recientemente testada en la misión DART) suele ser esgrimida como la mejor razón por la cual la sociedad no debería dejar de financiar los costosos programas y tecnologías de la DP. La posibilidad de proteger la Tierra de un impacto semejante al que produjo la extinción de los dinosaurios es inequívocamente seductora.

Ahora bien, ¿qué es lo que garantiza que estos avances tecnocientíficos no puedan ser empleados como una ventaja militar por parte de aquellas potencias capaces de desviar un objeto peligroso? ¿Qué tipo de contrapesos jurídicos y procedimientos democráticos pueden prevenir el uso ofensivo de las capacidades tecnológicas desarrolladas por la defensa planetaria? Estas preguntas están en el centro de la reflexión propuesta por los trabajos pioneros de **Seth D. Baum**, *Accounting For Violent Conflict Risk In Planetary Defense Decisions* (2020), al analizar las estrategias de la DP como factor de riesgo en conflictos violentos, y *From impact refugees to deterritorialized states: foresighting extreme legal-policy cases in asteroid impact scenarios* (2021), de **Elisa Simó-Soler** y **Eloy Peña-Asensio**, donde se estudian riesgos ligados a la (des) organización jurídico-política de la Defensa Planetaria cuando esta queda reducida a su dimensión tecnocientífica. Ambos trabajos han abierto la veda al análisis de lo que, desde la teoría de Gaïa y del Antropoceno, tiene sentido denominar las profundas ambivalencias inmunológicas de la defensa planetaria.

La clave reside en que, desde la detección de la amenaza hasta la fabricación de la respuesta inmunitaria, todas las acciones defensivas de la DP tienen una naturaleza dual que puede disminuir o aumentar el riesgo para las poblaciones humanas. En términos de **Baum (2020)**: «Esto puede incluir evitar actividades que disminuyan riesgo de NEO pero que aumentan inadvertidamente otros riesgos, y hacer hincapié en las actividades que disminuyen (o al menos no aumentan) el riesgo de NEO y también disminuyen otros riesgos o, al menos no aumentan el riesgo de NEO y también disminuyen otros riesgos». Atendiendo a ambos trabajos diferenciamos las prestaciones inmunitarias con sus respectivos riesgos autoinmunes en cuatro momentos o dimensiones inherentes a la elaboración de respuestas de inmunidad planetaria: epistemológica, procedimental, praxeológica y deontológica. Tanto el saber como el proceder, el hacer y el deber contienen un doble filo defensivo y ofensivo que alumbra el carácter dual –inmune y autoinmune– de la DP.

*i. Inmunidad y autoinmunidad epistemológica.* La obtención de conocimiento acerca de la actividad del espacio ultraterrestre constituye la primera prestación inmunitaria de la DP. Esta nos habla del estado de inmunodeficiencia del que parte el planeta Tierra frente a aquellos objetos que la atmósfera no puede ni ha podido bloquear. El estudio de los cráteres terrestres y lunares narra una larga historia de impactos catastróficos. La observación de las órbitas de objetos cercanos a la Tierra hace posible la elaboración de modelos que permiten clasificar los objetos en función de su frecuencia y de su tamaño. En la actualidad, más de 1 millón de asteroides y cometas orbitando alrededor del Sol han sido catalogados, y cerca de 30.000 de ellos presentan órbitas con acercamientos cercanos a la Tierra (**Trigo-Rodríguez 2022**). Es decir, cada vez sabemos más acerca de aquello que puede hacer daño al planeta, pero este mismo saber añade un riesgo autoinmune (una debilidad) que la vida humana no enfrentaría si no tuviéramos la actual capacidad de información (**Sagan y Ostro 1994**). En el escenario de alerta de impacto, **Simó-Soler y Peña-Asensio (2022)** señalan que:

«existe un alto grado de incertidumbre en la determinación de la probabilidad de impacto. (...) La propia noticia de amenaza de impacto podría desencadenar ipso facto un fenómeno migratorio hacia regiones de bajo riesgo o, incluso, una migración global hacia el lado opuesto de la Tierra. Estos movimientos poblacionales, candidatos a generar crisis humanitarias, podrían ser espontáneos o coordinados institucionalmente, así como temporales o permanentes, pero, en cualquier caso, deberían estar respaldados por un marco legal: el refugiado de impacto».

Es decir, aunque el cometa llegase a desintegrarse antes de impactar con el planeta, el aviso habría generado efectos nocivos, por ello los autores advierten acerca de la necesidad de una categoría jurídica que «inmunice» a las poblaciones humanas respecto de los peligros ligados y efectos nocivos del desplazamiento: el refugiado de impacto. Este es el riesgo de toda alarma, la falsa alarma, señalada por **Baum (2020)**: «Las falsas alarmas confundidas con ataques son una gran preocupación, especialmente como

causa de una guerra nuclear. La mejora del conocimiento de los objetos cercanos a la Tierra y la comunicación entre los astrónomos y los militares podría ayudar a resolver las falsas alarmas».

ii. *Inmunidad y autoinmunidad procedimental*. Un grado más en el riesgo de inmunidad y autoinmunidad se localiza en los procedimientos que deben orientar la elaboración de una respuesta en un escenario de riesgo de impacto. En este caso, la DP puede servir de modelo para la prevención de conflictos globales o puede agravarlos. En el primer caso, la DP aspira a fomentar la cooperación internacional para la defensa del planeta frente a riesgos globales. Como señala Schmidt, el interés común de defender la Tierra debe ser aprovechada como un trampolín de la humanidad idealmente unificada (**Schmidt 2018**). Por la misma razón, puede agravar las diferencias en una humanidad realmente dividida. Si un asteroide fuese a impactar contra Washington, ¿no utilizaría Estados Unidos su privilegio tecnológico para evitarlo a expensas de la seguridad de otros países o ecosistemas? Si un asteroide o cometa fuese a impactar contra una región fisiológicamente esencial para la Tierra –como la selva del Amazonas– ¿se arriesgarían otras zonas para protegerla? (**Simó-Soler y Peña-Asensio 2022**). No es preciso responder a estas preguntas para señalar que las relaciones de poder y de saber presentes en la elaboración de la respuesta condicionarían el proceso en la toma de decisiones. O, dicho de otra forma, si la defensa planetaria se plantea como la suma de seguridades nacionales discretas, las diferencias entre las naciones afectarían a la elaboración de la respuesta en contra de la seguridad planetaria integral. Este hecho alumbra la necesidad de avanzar hacia procedimientos democráticos globales frente riesgos globales, no solo para evitar que los países más débiles se viesan perjudicados, sino también para evitar el fallo inmunológico derivado de las asimetrías geopolíticas que medien la producción de respuestas.

iii. *Inmunidad y autoinmunidad praxeológica*. Más allá del conocimiento y el procedimiento que subyace a la elaboración de una respuesta inmune, esta puede desencadenar efectos de inmunidad fisiológica o autoinmunidad patológica en función de sus posibles consecuencias. Como señalan **Simó-Soler y Peña-Asensio**, la deflexión exitosa: «no evitaría encuentros cercanos posteriores, típicos de las órbitas de estos objetos (**Giorgini et al. 2008**), de modo que el peligro de impacto podría surgir más adelante amenazando una nueva región de la Tierra». Y concretan: «un tercer Estado que no estaba inicialmente bajo alerta podría estar ahora en peligro», y «en el momento de decidir modificar la trayectoria, no se podría prever con exactitud el punto de impacto en un encuentro cercano posterior, por lo que la imputación de responsabilidad sería altamente compleja». (**Simó-Soler y Peña-Asensio 2022**). A su vez, el uso de armamento puede ser necesario para hacer frente a las amenazas más grandes. En términos de **Baum (2020)**: «Para las colisiones más grandes de objetos cercanos a la Tierra, los explosivos nucleares pueden ser la única opción viable para la desviación. Para la deflexión, siempre que haya suficiente tiempo de espera; para las colisiones más inminentes, la interrupción nuclear puede ser la única opción viable. La disrupción es controvertida porque no necesariamente elimina la amenaza y, en algunos casos, puede



aumentar el daño a la Tierra creando un mayor número de colisiones más pequeñas, aunque en otros casos puede ser ventajoso».

*iv. Inmunidad y autoinmunidad deontológica.* Si la deontología estudia la ética de los deberes y principios que afectan a una determinada profesión, las patologías deontológicas nos permiten pensar el riesgo derivado de sus fallos o desviaciones. Es decir, si la deontología de la defensa planetaria incluye el deber ético de utilizar y comunicar la información y usar los instrumentos de la DP conforme al interés general del planeta Tierra –y no de un individuo, colectivo, país o especie en particular (**Callicott 2013**)–, los riesgos autoinmunes en el plano deontológico involucran el conjunto total de las prácticas que, presentándose y legitimándose como actos de defensa planetaria, están subrepticamente subordinados al cumplimiento de intereses parciales o particulares. Estos riesgos podrían ir de lo económico, por el uso de la DP con miras al enriquecimiento privado de una persona, empresa o nación, a lo militar: el uso de la información y los instrumentos de la DP para debilitar o destruir a otros seres humanos. Este riesgo, análogo a la prevaricación en la deontología judicial, no solo es el mayor, sino también el más denunciado. Recordemos la noticia de la que numerosos medios de comunicación se hicieron eco 2018, cuando el científico ruso Anatoly Zaitsev, autor del sistema *Ciudadela* (**Zaitsev y Space 2019**) y director general de la asociación «Centro de Defensa Planetaria» declaró a un periódico ruso que «la creación de láseres basados en el espacio por las superpotencias para la protección planetaria no excluye la posibilidad de su uso en una guerra», o que los asteroides podrían llegar a ser utilizados como proyectiles contra enemigos gracias al uso de tractores gravitatorios (**Europa Press 2018**). Para evitar todos los peligros derivados de la fragmentación y multiplicación de estrategias de seguridad planetaria, Zaitsev señala, en la misma línea que Baum, Simó-Soler y Peña-Asensio, la necesidad de soportes jurídicos internacionales que definan y garanticen el cumplimiento de los principios deontológicos de la DP. A esto añadiría la necesidad de mecanismos económico-políticos que velen por el cumplimiento de los textos jurídicos. Este tipo de contrapesos no solo constituirían un avance en materia de defensa planetaria, sino el avance que disminuiría el riesgo autoinmune implícito en todos los anteriores.

## 6. CONCLUSIONES

Atendiendo a los aspectos epistemológicos, procedimentales, praxeológicos y deontológicos, se ha mostrado el potencial fisiológico y patológico de la DP en continuidad con el sistema inmunológico de Gaïa. ¿Cómo evitar que el saber que nos permite dar la alarma desencadene falsas alarmas? ¿Cómo lograr que la alarma integre dispositivos de evacuación que inmunicen a las poblaciones desplazadas de los potenciales rechazos? ¿Qué mecanismos pueden garantizar el carácter democrático de los procedimientos que permitan la elaboración de una respuesta defensiva? ¿Qué principios deontológicos y qué soportes jurídicos pueden asegurar que un sistema con la capacidad de defender al planeta no se convierta en su principal amenaza? En suma, ¿cómo maximizar la potencia inmunológica de la DP y, al mismo tiempo,

disminuir los riesgos patológicos de sus derivas autoinmunes? Estas preguntas son las que emergen al interrogar la defensa planetaria desde las coordenadas geo-históricas y geo-fisiológicas del Antropoceno. Para que una estrategia de defensa planetaria sea defensiva de acuerdo con sus efectos, y no meramente con sus intenciones, esta debe considerar, en primer lugar, su relación de complementariedad o de antagonismo en el seno de los mecanismos inmunológicos de Gaïa y, en segundo lugar, la ambivalencia defensivo-ofensiva de todo sistema inmunológico. Por ello, el análisis de la DP desde el marco de la inmunidad planetaria nos advierte de las profundas contradicciones de todo sistema de defensa que no enraíce en dinámicas de cooperación duraderas. El hecho de que estas parezcan estar muy lejos del momento actual no debe, sin embargo, dar motivos a la desesperanza. Sabemos que los procesos evolutivos de la Tierra no solo están regidos por dinámicas de selección entre especies (neodarwinismo), sino también por las dinámicas de cooperación transespecie que han velado y siguen velando por la autorregulación homeostática de la Tierra (Gaïa). Por ello, la victoria competitiva que la especie humana ha conquistado gracias a su poder tecnocientífico corre el peligro de fracasar estrepitosamente al alterar los equilibrios ecológicos que han permitido su desarrollo tecnológico. Porque la biosfera y la cooperación entre especies seguirá adelante de un modo u otro, el principal problema de la defensa planetaria en el siglo XXI radica en la conservación de dos ingredientes sin los cuales esta sería imposible: el conocimiento científico actualizado y la cooperación internacional duradera en el interior de un planeta habitable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abell, P., Rayomond, C., Daly, T., Adamo, D. R., Barbee, B. W., Bruck Syal, M., ... y Wheeler, L. (2020). Near-Earth Object Characterization Priorities and Considerations for Planetary Defense. *White paper submitted to The Planetary Science and Astrobiology Decadal Survey, 2023-2032*.
- Baum, S. D. (2021). Accounting for violent conflict risk in planetary defense decisions. *Acta Astronautica*, 178, 15-23.
- Blumemberg, H. (2003). *Paradigmas para una metaforología*. Minima Trotta.
- Cloquell, J. M. E. (2017). Sobre la sexta extinción (I): Apariencia y Realidad en la Ecología de la Sexta Extinción. *Revista Latinoamericana de Estudios Críticos Animales*, 4(1).
- De Castro Carranza, C. (2013). En defensa de una teoría Gaïa orgánica. *Ecosistemas*, 22(2), 113-118.
- (2020) "Teoría Gaïa Orgánica: una introducción" [ARCHIVO PDF]. <http://tratarde.org/carlos-de-castro-teoria-gaia-organica-una-introduccion/>.
- Callicott, J. B. (2013). *Thinking like a planet: The land ethic and the earth ethic*. Oxford University Press.
- Diamond, J. M. (1998). *Guns, germs and steel: a short history of everybody for the last 13,000 years*. Random House.
- Delvis, Peter J. (2016). *Panorama general del sistema inmunitario*. Merck Sharp y Dohme Corp.

- Europa Press (16/02/2018) Un científico afirma que los asteroides se pueden utilizar como armas de guerra. *Europa Press*. [https://www.lasexta.com/noticias/ciencia-tecnologia/cientifico-afirma-que-asteroides-pueden-usar-como-armas-guerra\\_201802165a8720030cf21ea6a3880b18.html](https://www.lasexta.com/noticias/ciencia-tecnologia/cientifico-afirma-que-asteroides-pueden-usar-como-armas-guerra_201802165a8720030cf21ea6a3880b18.html).
- García, A. R. (2010). Hans Blumenberg: mito, metáfora absoluta y filosofía política. *Ingenium: Revista electrónica de pensamiento moderno y metodología en historia de las ideas*, 4, 145-165.
- Gibbard, P., Walker, M., Bauer, A., Edgeworth, M., Edwards, L., Ellis, E., ... y Ruddimann, W. (2022). The Anthropocene as an Event, not an Epoch. *Journal of Quaternary Science*, 37(3), 395-399.
- Hamilton, C., Bonneuil, C. y Gemenne, F. (Eds.). (2015). *The Anthropocene and the global environmental crisis*. London: Routledge.
- Hern, W. M. (1990). Why are there so many of us? Description and diagnosis of a planetary ecopathological process. *Population and Environment*, 12(1), 9-39.
- Kuhn, T. S. (2019). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica.
- Lade, S. J., Steffen, W., De Vries, W., Carpenter, S. R., Donges, J. F., Gerten, D., ... y Rockström, J. (2020). Human impacts on planetary boundaries amplified by Earth system interactions. *Nature Sustainability*, 3(2), 119-128.
- Lavagnino, N. J., Massarini, A. y Folguera, G. (2014). Simbiosis y evolución: un análisis de las implicaciones evolutivas de la simbiosis en la obra de Lynn Margulis. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 14(29), 161-181.
- Latour, B. (2013). *Facing Gaia. Six lectures on the political theology of nature*. Gifford Lectures at the University of Edinburgh. Edinburgh.
- (2020) *Bruno Latour: la Tierra como actor político* Climaterra. Entrevista original: *Bruno Latour: "Gaia Global Circus, une tragi-comédie climatique"* Philomag." Disponible online en: <https://www.philomag.com/articles/bruno-latour-gaia-global-circus-une-tragi-comedie-climatique>.
- Lovelock, J. E., y Margulis, L. (1974). Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis. *Tellus*, 26(1-2), 2-10.
- Lovelock, J. E., y Rioja, A. J. (1983). *Gaia: una nueva visión de la vida sobre la tierra*. Madrid: Hermann Blume.
- Lovelock, J. E. (1989). Geophysiology, the science of Gaia. *Reviews of Geophysics*, 27(2), 215-222.
- Lozano Soto (2012). Introducción al sistema inmunológico, sus principales elementos y la respuesta inmunitaria. En Farreras Rozman (Ed.). *Medicina interna* (pp.2453-2488). Elsevier.
- Macdougall, A. K. (1996). Humans as cancer. *Wild Earth*, 6, 81-88.
- Naredo, J. M. (2006). S2. La especie humana como patología terrestre. *Boletín CF+ S*, (32/33).
- Raffnsøe, S. (2016). *Philosophy of the Anthropocene: The human turn*. Springer.
- Martin, P. (2014). NASAs efforts to identify near-earth objects and mitigate hazards. *Tech. Rep*.
- Prigogine, I. (1993). *Tan Solo una Ilusión?* Barcelona: Tusquets.

- Sagan C. y Ostro S.J. (1994). Long-range consequences of interplanetary collisions. *Issues Sci. Technol.*, 10(4), 67-72.
- Saito, K. (2022). *El capital en la era del Antropoceno*. Penguin Random House.
- Santos, G., Borraz, M. y Reyes, J.R. (2004). La naturaleza e importancia de los virus. *Elementos: ciencia y cultura*, 53, 25-31.
- Schneider, E. D.; Sagan, D. y Leal, A. G. (2009). *La termodinámica de la vida*. Tusquets.
- Schmidt, N. (2018). *Planetary Defense: Global Collaboration for Defending Earth from Asteroids and Comets*, Springer.
- Schrödinger, E. (1951). *What is life? The physical aspect of the living cell*. At the University Press.
- SEA (05/12/2022) «Planeta». *Sociedad Española de Astronomía*. <https://www.sea-astronomia.es/glosario/planeta>.
- Simó-Soler, E. y Peña-Asensio, E. (2022). From impact refugees to deterritorialized states: Foresighting extreme legal-policy cases in asteroid impact scenarios. *Acta Astronautica*, 192, 402-408.
- Steffen, W., Crutzen, P. J. y McNEILL, J. R. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614-621.
- Sloterdijk, P. (2013). *Has de cambiar tu vida. Sobre antropotécnica*. Valencia: Trad. Pedro Madrigal. Pre-Textos.
- Tabetah, M. E. y Melosh, H. J. (2018). Air penetration enhances fragmentation of entering meteoroids. *Meteoritics y Planetary Science*, 53(3), 493-504.
- Trigo-Rodríguez, J. M. (2022). *Asteroid Impact Risk: Impact Hazard from Asteroids and Comets*. Springer Nature.
- Turner, J. S. (2009). *The extended organism: the physiology of animal-built structures*. Harvard University Press.
- Vaqué, D. (2020). Virus marinos: los diminutos asesinos de microbios que orquestan la vida en el océano. <https://digital.csic.es/handle/10261/247856>.
- Wilhelm, S. W. y Suttle, C. A. (1999). Viruses and nutrient cycles in the sea: viruses play critical roles in the structure and function of aquatic food webs. *Bioscience*, 49(10), 781-788.
- Dillard-Wright, D. D. (2019). Gaia Theory and the Anthropocene: Radical Contingency in the Posthuman Future. *Sanglap: Journal of Literary and Cultural Inquiry*, 5(2), 19-29.
- Zaitsev, A. V. y Space, T. F. (2019, March). Citadel: a Concept for a credible Planetary Defence System. En *International Seminars On Nuclear War And Planetary Emergencies-49th Session* (p. 217). World Scientific.