

Ozeano deitu beharko litzatekeen planeta

Ionan Marigómez

Cell Biology in Environmental Toxicology + One Health (CBET⁺) Research Group
Zientzia eta Teknologia Fakultateko Zoologia eta Animalien Biologia Zelularra Saila
Plentziako itsas Estazioa (PiE-UPV/EHU) Ikerketa-Zentrua

AGURRA

Eguerdion on denoi. Errektore andrea, Lehendakari jauna, herri-agintariak, klaustrakideak, lankideak, ikasleak eta adiskideak, ikasturte honen hasiera-ekitaldiko hitzaldia emateko gonbita jasotzea ohore handia izan da niretzat; mila esker. Halaber, plazer handia izan da Tifanie Briaudeau nire ikasle izandakoaren hitzak nire aurretik entzutea, ilusioz egindako ibilbide akademiko eta zientifikoa bertan gauden danoi bihotzez erakutsi digutelako.

Quizá debiera haber optado por presentar las investigaciones que llevamos a cabo en nuestro grupo consolidado de *Biología Celular en Toxicología Ambiental*. Dichas investigaciones tienen como objetivo comprender mejor cómo responden las células animales a cambios ambientales y las aplicaciones que de ello derivan en el ámbito de la ecotoxicología y la ecofisiología. Discúlpenme quienes hubieran preferido esta opción, pero me pareció más oportuno intentar que mi presentación pudiera ser menos específica y más estimulante para un público general. La he titulado "*El planeta que debiera llamarse Océano*". ¿Por qué hablar hoy y aquí de planetas y de océanos? Porque estamos en medio de la década 2021-2030, declarada por la ONU Década de la Ciencia Oceánica y porque, como veremos, la esencia de este planeta en el que vivimos es el océano.

PLANETARI IZENA EMAN: IZENA, ZEIN IZEN?

Llevamos décadas preguntándonos por qué llamamos *Tierra* al planeta. Los humanos necesitamos dar nombre a aquello que percibimos y conocemos. Lo que no se percibe no existe, o forma parte del mundo ignoto, imaginario, mágico o espiritual y, como tal, permanece anónimo, o recibe nombres inapropiados, poéticos o mitológicos. Conocer algo supone entender su esencia y darle un nombre acorde. A veces, por desconocimiento, tradición o, simplemente, por inercia, se mantiene el nombre inapropiado; como parece ocurrirle al planeta donde vivimos, al que llamamos "Tierra". ¿Por qué? ¿Qué planeta conocían nuestros antepasados cuando se vieron en la necesidad de darle nombre?

Durante 250000 años "neandertales" y "sapiens" compartimos planeta. Durante ese periodo de tiempo nuestros antepasados ya se enfrentaron a la necesidad de poner nombre a las cosas de su mundo. Y su mundo se limitaba a la "tierra seca"; por eso, al parecer, los lenguajes arcaicos se referían al mundo, al planeta conocido, como "tierra seca"¹. Si el océano llegó a ser algo para aquellos humanos prehistóricos, como lo fue posteriormente para las primeras civilizaciones, solo fue, seguramente, su mundo ignoto, imaginario, mágico o espiritual.

¹ Earth: from the Proto-Germanic **erþō* (dirt, soil, or ground; after Proto-Indo-European **h₁er-*).
Tierra: del latín *Terrā*, de **tersa tellus* (suelo seco; **tellus*, del sanscrito **talan* -terreno plano-).
Lur: aintzineuskaraz **lu(h)ur* (**lu* (ez) (?) + **(h)ur* (ura); eq. (?) sumerrera **dur* eta protoaltaieraz **tur*)

Durante siglos se creyó que el planeta era plano. El mundo habitable se limitaba a tres continentes y los siete mares navegables que los conectaban, rodeados por aguas inexpugnables. Esas aguas eran el *Mar-a-tum* de los babilonios o el *Okeanos Potamos* de los griegos, y constituían la frontera del planeta, la frontera entre el mundo y el no-mundo, vigilada por seres mitológicos, más allá del *Finisterre* romano. Solo hace 500 años que la primera circunnavegación del planeta, que completó Elcano, demostró que el planeta no era plano. Y aunque hay terraplanistas de nueva generación ya desde el siglo XIX, hoy sabemos que el planeta es un esferoide oblató de dimensiones y aspecto conocidos, más o menos.

En este punto, sería interesante que reflexionáramos un momento sobre el conocimiento intuitivo que cada una de nosotras tenemos del planeta y sus dimensiones. Si propusiera que realizáramos un dibujo esquemático del planeta representando sus capas, la mayoría dibujaríamos capas de grosor muy similar, con una atmósfera tan gruesa como el resto. Sin embargo, este concepto intuitivo es, con toda probabilidad, la secuela de que los libros de texto de nuestra infancia incluían ilustraciones simplificadas y no a escala. La realidad es bien distinta. Frente a los 6500 Km de profundidad del núcleo, manto y corteza, en su conjunto, la atmósfera no llega a los 100, y la capa de ozono se dispone a solo 20 Km de la corteza terrestre.

Del mismo modo, si propusiera que imagináramos cuál es la importancia de la biosfera en el planeta, muchas visualizaríamos un planeta rebosante de árboles y animales grandes o exóticos. Sin embargo, la mayor parte de la vida, que es microscópica, habita en la estrecha franja que va desde los fondos oceánicos a la capa de ozono. De hecho, la biosfera es muy pequeña y, con un grosor promedio de no más de 60 km, ocupa sólo un 1% del radio del planeta. Esto es el equivalente al grosor de la piel de una manzana relativo al tamaño de la manzana. No obstante, la biosfera es esencial para el planeta.

Por otro lado, en el planeta todos sus componentes están interconectados. Los contaminantes persistentes, bioacumulables y tóxicos, como los bifenilos policlorados (PCBs) que utilizamos a diario, nos ofrecen un claro ejemplo del alcance de dicha interconexión a escala planetaria. Los vertidos de PCBs tiene lugar casi exclusivamente en zonas templadas y subtropicales; sin embargo, se acumulan en las orcas que habitan muy lejos de esas regiones. La causa es el denominado *efecto de destilación global*. A saber, los PCBs se volatilizan en regiones templadas y cálidas y se transportan vía atmósfera hacia zonas polares más frías donde se condensan, cayendo al océano. Ahí, se bioacumulan en los organismos marinos y se biomagnifican en la cadena trófica. De este modo se alcanzan concentraciones extremas en orcas y en otros superdepredadores que viven en mares fríos. Todo el planeta funciona como una unidad. ¿Y qué es lo que da entidad al planeta como unidad?

Hoy hemos dejado de ver el océano como la barrera entre el mundo y el no-mundo para interpretarlo como el elemento central del planeta en el que vivimos. Así, por ejemplo, se conoce que el 70% del planeta está cubierto por aguas oceánicas, que el océano contiene el 97% del agua del planeta y que el 80% del agua dulce procede de la interfase océano-atmósfera. Sabemos que el 90% de las especies viven en el océano, que en su mayoría son microbios y virus y que el 99% de la biomasa del planeta yace finalmente en el océano. Este océano absorbe el 90% del calor del planeta, secuestra el 40% del CO₂ de origen antropogénico y en solo los tres primeros metros más superficiales contiene tanto calor, tanta energía, como toda la atmósfera.

OZEANOARI ESKER BIZIGAI IZAERA DUEN PLANETA

Askoren ustetan, planetak bizigai izaera eduki lezaken entitatea litzateke, eta izaera hori, batik bat, ozeanoari esker izango litzateke. Planetaren bizi-zikloan biosferak duen garrantziari dagokionez, James Lovelock ingurumen zientzialaria ospetsuak *Gaia* hipotesi ezaguna² plazaratu zuen. Hipotesi horrek, biosfera, sistema sinergiko eta autorregulatzaile gisa interpretatzen du, bizia planetan ahalbidetzen duten baldintza klimatiko eta biogeokimikoak sortzen dituen. Beraz, bizirik al dago Planeta?

"Izarren hautsa egun batean bilakatu zen bizigai, hauts hartatikan uste gabean noizpait ginaden gu ernai. Eta horrela bizitzen gera sortuz ta sortuz gure aukera..."
(Xabier Lete, 1944-2010)

"Bizirik" egon ala ez, gure planeta duela 4500 milioi urte jaio zen, eta haziz, garatuz doa; eta, beranduen, 5000 milioi urte barru hilko da, Eguzkia erraldoi gorri bilakatuko denean. Itxura osoz, planetak badu bizi-zikloa. Pixkanaka ezagutuz goazena.

Planeta gaztean ez zegoen egun ezagutzen dugun ozeanoa ezta egun ezagutzen dugun biziaren modukoa. Hala ere, ozeano bero, gazi eta azido hori biziaren molekulak sortzeko eta eboluzio prebiotikoa gauzatzeko aproposa izan zitekeela dirudi. Lehen fase horretan, probionteak, hau da, zelulen aitzindariak, eta lehen zelula prokariotikoak uretan sortuko ziren, oxigenorik gabeko planeta bero batean. Horren ondorioz, biosfera garatzen eta moldatzen joan zen. Adibidez, zianobakterioak nagusitu ziren; eta euren produktutako oxigeno atmosferikoaren gorakadaren ondorioz izaki anaerobio askoren suntsipen globala gertatu zen, eta ozono geruza sortu zen. Halaber, horrek bizidunek lehorreko eremuak kolonizatzea ahalbidetu zuen. Orduko baldintza horietan, prokarioteak nagusi, planeta mikrobioz bete egin zen; gerora, eukarioteak eta izaki zelulaniztunak sortzeko bideak erraztuz. Orditik hona, biodibertsitatea emendatuz joan da, gaur egun gu geu gizakiok sufritzen gaituen planetarekin topo egin arte. Eta gure ostean, guk aldaratutako planetak beren bizi-zikloaren fase berri bati ekingo dio, zianobakterioek biosfera oxigenoz kutsatu ostean egin zuen bezala. Planetaren haurtzaroan, beren lehen 500 milioi urteetan, biziaren molekulak inkubatu ziren; eta duela 4000 milioi urte jada biosfera bertan bazegoen. Dena horrek, egia esateko, bizidun baten bizi-ziklo baten antza handia du; hala ere, zeri esaten diogu bizidun izatea?

Biziaren ezinbesteko zortzi betekizunen gakoak segidako hauexek dira: (1) energiaren transdukzioa; (2) garapena; (3) ingurumenari erantzutea; (4) moldagarritasuna; (5) homeostasia; (6) ugaltzea; (7) herentzia; eta (8) izaera zelularra. Lehenengo bostak, nola edo hala, planetaren garapenean zehar ikusi dugun bizi-ziklo modukoan antzeman daitezke. Baina, planeta ugaltu? bere bereizgarriak ondorengoei pasa? izaera zelularra? Azken hiru betekizunak agian zalantzan jarri genitzake; ala ez. Izan ere, eguneroko kasu askotan ez gara hain zorrotzak. Esate baterako, inurri langileak ez dira inoiz ugalduko eta ez diete euren herentzia genetiko euren ondorengoei lagako; antzuak dira, halabeharrez. Hala ere, izaki biziduntzat hartzen ditugu, zalantzarik gabe. Halaber, gure gorputzeko zelula askok zerrendaren ezaugarri guzti-guztiak dituzte eta zalantzan jarri

² "Living organisms on the planet interact with their surrounding inorganic environment to form a synergetic and self-regulating system that created, and now maintains, the climate and biochemical conditions that make life on the planet possible" (*Gaia Hypothesis*; James Lovelock, 1972).

gabe bizirik daudela esango genuke; baina ez genuke inoiz esango izaki bizidunak direnik, izaki bizidun baten osagaiak, izaki bizidun baten bizirik dauden aleak, direla baizik.

Beraz, izaki bizidunak, bizirik dauden aleak, ... zer ote da bizigaia? Bizigai izaera duten aldaera horien moduko guztiak zaku ontologiko berean sartuko bagenu bizi-entitateei buruz hitz egin genezake, lasai asko; denak bizi-entitateak baitira. Eta orduan, zergatik ez, zaku horretan biosferadun planeta bera ere sar genezake aurrerantzean adierazten saiatuko naizen bezalaxe.

Ikus dezagun, orduan, biosfera osatzen duten bizi-entitateak gaur egun nola ulertzen ditugun; hau da, gaur egun dakigunaren arabera gure planetan bizia nolakoa den.

PLANETA: HONAKO OZEANO HALAKO BIZIA

Gero eta zientzialaria gehiagoaren aburuz, izaki oro sinbiogenesiaren bitartez sortu dira, eta sortzen ari dira. Jadanik duela 40 urte, Lynn Margulis biologo zelular apartak, zelula eukariotikoen jatorria zelula prokariotikoen arteko endosinbiosiaren bidez gauzatu zela proposatu zuen. Hogei urte beranduago, sinbiogenesia izaki guztien jatorriaren oinarrian ipini zuen; bakterioak³, izaki guztien unitate gisa interpretatuz.

Jarraitu baino lehen, bakterioei dagokienez badira zuzendu beharreko zenbait idei oker, danok intuitiboki gureganatu ditugunak. Esaterako, banakako izaki bizidunak balira bezala irudikatzen ditugu, forma bitxikoak, gaiztoak eta txiki-txikiak. Ikuskera hori, berriz, naturaren errealitateetik urrun dago. Ikerketa biomediko eta klinikoetan ale isolatuak kultibatu behar dira. Horrek, bakterioen ikuskera sesgatua eta okerra ekarriko zuen, seguru asko. Izan ere, bakterioak, askotan ez dira mikrometrotako izakiak baizik eta zuzenean begi-bistaz ikus ditzakegun izaki makroskopikoak, gure kostaldean errez topa dezakegun *Rivularia* zianobakterioaren kasu, esaterako. *Rivularia*, mikrometrotako bakterioz osatutako zentimetro askotako izaki zelulaniztuna da. Are gehiago, izaki makroskopiko hauek elkarte sinbiotikoak ere izan ohi dira, non ostalaria den bakterio nagusiarekin batera, beste mikrobio sinbiotiko asko integratzen baitira.

Itzul gaitezen sinbiogenesiaz aritzera. Arkeo eta bakterioen moduko prokarioteak planetaren biztanle goiztiarrak izan ziren, eta duela 3500 milioi urte jada baziren biosfera gaztearen osagaiak. Gerora, eukariotoak sortu ziren, duela 1500-2000 milioi urte. Eukariotoak, prokariotoak baina handiagoak dira, dituzten organulu karakteristikoek, mitokondrioak esate baterako, bakterioen tamaina, egitura eta funtzioa bera dituztelarik. Hortik garatu izan da zelula eukariotikoaren jatorri sinbiogenikoaren ideia.

Horren arabera, arkeoek, mintza tolesteko eta tamainaz emendatzeko gaitasuna garatu zuten; antza denez, ohiko infekzio biriko anitzen ondorioz. Horrek, bakterio sinbionteak eskuratzeko gaitasuna eman zien, eta horri esker arkeoek sinbionteen ostalari rola hartu zuten. Sinbionteak proteobakterio aerobiko heterotrofoak baldin baziren,

³ Herein “bacteria” does not refer to the present *Bacteria* domain but altogether to the currently recognized two domains *Archaea* (formerly *Archaeobacteria*) and *Bacteria* (formerly *Eubacteria*); these were included within a single *Bacteria* domain at the times of Margulis’ statement.

mitokondrioen aitzindariak ditugu; eta zianobakterioak baldin baziren, orduan, kloroplastoenak. Baditugu, bederen, prokariotikoak diren genoma bakarreko izakiak, eta sinbiogenesiaren bidez genoma bikoitza (nukleoarena eta mitokondrioarena) duten animalia-zelula eukariotikoz osatutakoak. Halaber, baditugu ere bai genoma hirukoitza (nukleoarena, mitokondrioarena eta plastidoarena) duten izakiak, landare- eta alga-zelula eukariotiko fotosintetikoz eginak, hain zuzen.

Sinbiogenesia ez da hor eteten. Bigarren mailako endosinbiosiaren bidez, animalia-zelula eukariotiko batean eukarioto fotosintetikoak integratu daitezke, "animalia-zelula fotosintetikoak" sortuz. Hau ez da ezohikoa, hainbat protisto, koral eta molusku, besteak beste, fotosintetikoak baitira. Horrela genoma laukoitza eta boskoitza duten izakiak ere topa ditzakegu; bi nukleoen, bat ala bi mitokondrio leinuen eta plastidoen genomak, hain zuzen. Beraz, sinbiogenesiaren bidez genoma anitzeko organismoak sor daitezke; eta sortu dira.

Oro har, sinbiosiak biosferan duen garrantzia azpimarratu behar dugu. Ekologikoki eta ebolutiboki gakoa den izakia ez da ostalaria, gako-izaki hori, ostalari-sinbionte unitatea bere osotasunean baizik.

Adibidez, hemen dugu derrigorrez fotosintetikoa den *Elysia chlorotica* itsas barea. Gaztaroan, *Vaucheria litorea* espezieko algaren gainean elikatzen da, baina algaren plastidoak digeritu ordez, preserbatu egiten ditu, eta digestio-guruineko zeluletan integratzen ditu. Horrek, bare helduaren bizimodu fotosintetikoa ahalbidetzen du. Larbak eta bare gazteak algarekin kontaktuan egon behar dute; bestela zikloa eten egingo litzateke, barea hilko litzateke eta alga zaurgarriago bilakatuko litzateke. Beraz, argi eta garbi, ekosistema eta eboluzioaren ikuspegitik izakia ez da barea, bareak eta algak batera osatzen duten ostalari-sinbionte unitatea baizik. Elkarrean espezie-espezifikoak da, eta integrazioa maila molekularrean eraenduta dago.

Aipa dezagun beste adibide argigarri bat. Animalia askoren bizi-zikloan distantzia luzeko migrazioak egitea ezinbestekoa da. Migratu gabe ezin dute heldutasunera iritsi edo ezin dute umatu edo behar bezala elikatu. Animalia horiek, migrazioan zehar orientatzeko eta helmugak lokalizatzeko planetaren eremu magnetikoen erregistroak erabiltzen dituzte, GPS moduko gailuz hornituta baleude bezala. Animalia migratzaile horiek, animalia oro bezala, zelula eukariotikoz osatuta daude; zelula eukariotikoen artean, berriz, ez da ezagutu magnetotaxiaz baliatzeko gaitasunaren kasurik. Bai, ordea, bakterioen artean. Bakterio magnetotaktikoek, magnetosomak izeneko burdin kristalen kateak dituzte euren barnean, eta kate horien parakuntzak, bakterioa mugitzen duen flageloaren mugimenduak gobernatzeko dituzte, bakterioaren ibilbidearen nondik norakoak zuzenduz. Itsas dortoka migratzaileen malko-guruinetan bakterio magnetotaktiko sinbiotikoak daude. Bakterio horiek, planetaren eremu magnetikoaren okerdura-angeluaren arabera, hau da, latitudearen arabera, lerrokatzen dira, eta parakuntz aldaketa horien seinaleak ostalariaren neurona sentsozialek hartzen dituzte. Horrela, migrazio-ibilbidean zehar dortokak beren kokapenari buruzko informazioa jasotzen du. Hau ez da salbuespena. Estrategia sinbiotiko bera ari da deskribatzen beste animalia espezie migratzaileetan, pinguino, bale, saguzar edo usoen kasu, hain zuzen. Berrito ere, hiru genomako izakiak ditugu.

Hitherto, we have seen that organisms comprised of multiple genomes seem to be a common, maybe general, rule. The question is, therefore: “*What do we identify as an individual living organism?*”

How an individual organism is perceived depends on how the observation is carried out, as well as on the knowledge and perspective of the observer. For instance, the model in the painting *Meisje bij een Spiegel*⁴ is differently perceived close-up or reflected on the mirror, and both viewpoints are differently perceived by herself, the artist, a museum visitor and ourselves watching the painting on a screen. However, based on our knowledge, all of us will agree that the model of the painting was a human organism; and the idea we have of a human organism is that of a rational animal, whatever rational means.

Let’s obviate what a human being was in the minds of the model and the artist in the 17th century. For us, according to our knowledge, like any other animal, human beings are multicellular organisms made of eukaryotic cells with, at least, two genomes, the nuclear one and the mitochondrial one. This viewpoint is supported because we know that, certainly, each human individual organism is made of around 30 trillion eukaryotic cells. However, human individual organisms would not survive and would not occupy their ecological niche and evolutionary hub, without the 40 trillion symbiotic prokaryotic cells that comprise the human microbiome⁵. This perspective brings us the concept of holobiont: “*a symbiotic association of partners, which we call bionts, throughout a significant portion of the bionts’ life histories, which together form a discrete ecological and evolutionary unit*”.

Under this novel viewpoint, which is emerging in the era of genomics, a human being would be an organism made of hundreds of genomes. Thus, the human holobiont genome, called hologenome, would include both the eukaryotic host genome and the microbiome genome. In numbers, against the 33 million genes that comprise the microbiome genome the eukaryotic host genome is made of only 20 thousand genes. These numbers clearly reveal the environmental and evolutionary relevance of the hologenome as the backbone of a unit organism interacting with the environmental metagenome and the physical environment, which constitutes an emerging challenge for the understanding of life in the biosphere.

The degree of integration of the components of the human holobiont can be readily seen in many organ specific microbiomes in symbiosis with the human eukaryotic host. Let’s see the example of the skin microbiome in more detail. The skin microbiome is fully integrated as a part of the immune defence system of the human holobiont. For instance, many bacteria of the skin microbiome contribute to avoid infections by the pathogen *Staphylococcus aureus*. The skin microbiome bacteria produce antibiotics, disaggregate biofilms of the pathogen and stimulate keratinocytes and immune cells of the eukaryotic host to produce antimicrobial peptides. Actions in concert, by both the eukaryotic host and the prokaryotic microbiome, are mandatory in order to achieve success in protecting the human holobiont against the pathogen.

⁴ *Meisje bij een Spiegel* (Paulus Moreelse, 1632; Rijksmuseum, Amsterdam)

⁵ Microbiome: “*A community of microorganisms in a particular environment (including the body or a part of the body)*”.

The human holobiont is not an exceptional case, of course. Holobionts are being perceived and identified everywhere in the Biosphere.

The seaweed holobiont is one of the best-studied ones. When we observe prairies of marine macro algae, most of us perceive a field of organisms of “algae” nature; and we know that algae are comprised of photosynthetic eukaryotic cells and may be considered organisms of three genomes. However, as we have seen for humans, the microbiome component is also essential for seaweed ecology and evolution. It includes a surface community of symbionts, which is organ-specific and varies along the body of the eukaryotic host. The abundance and diversity of bacteria is different in the microbiome associated to the various organs of the eukaryotic host. The seaweed holobiont is an organism made of hundreds of genomes.

Corals constitute the most outstanding case of the holobiont paradigm. They include extensive and diverse surface and skeleton microbiomes comprised of archaea, bacteria, protists and viruses that provide the coral holobiont with hundreds of genomes. In addition, dinoflagellate algae called zooxanthellae are mandatory endosymbionts of the host eukaryotic cells. Through them, corals obtain their energy from photosynthesis. Without them corals bleach and die. The complex symbiotic associations in corals are species-specific, and integration is regulated at molecular level. Consequently, regarding the environmental and evolutionary relevance, the unit organism is not the eukaryotic host but, as a whole, the coral holobiont made of hundreds of genomes.

Laburbilduz, biosfera osatzen duen bizigaia, hau da biosfera osatzen duten bizi-entitateak, ulertzeko asmoz egin dugun bidaiatxo honetan, “organismo bizidun” kontzeptu klasikotik abiatu gara “holobionte” kontzeptu berrira iristeko. Kontzeptu klasikoan, unitate organismoa zelula prokariotikoz ala zelula eukariotikoz osatuta legoke, eta unitate horrek genoma nagusi bakarra izango luke, prokariotikoa ala eukariotikoa. Holobionte kontzeptuaren kasuan, berriz, sinbiogenesiaren bidez elkarri ekiten dieten zelula eukariotiko zein prokariotikoen genoma anitzek, ekosistemen eta eboluzioaren unitate organismoa osatuko lukete, dozenaka, ehunka, meta-organismo baten bizigai.

Ikuspegi horretatik, genomikaren aroan, ideia berriztatzaile bat azaleratu da⁶: biosfera supra-organismo gisa antzeman liteke, hau da, holobionte planetario gisa; eta, hitzaldi honen hasieran ikusi dugunez, biosfera funtsean ozeanoa baino ez da.

Kontatutakoa, nola edo hala, interesgarri eta kitzikagarri suertatu zaizuelakoan, mila esker danoi.

Leioa, 2024ko irailaren 12.

⁶ Emerging working hypothesis: Providing conditions supportive of life, the biosphere arrives at being a self-regulating life entity. The biosphere is a dynamic system, stabilized *via* feedback coupling mechanisms so that our entire planet may be considered to be one single living being, a supra-organism. The biosphere would be the ultimate case of a holobiont, a planetary holobiont.