LA SINGULARIDAD DE LA VIDA DESDE LAS RELACIONES ENTRE EL SISTEMA NERVIOSO, EL SISTEMA INMUNE Y EL APARATO DIGESTIVO

ISAAC TÚNEZ FIÑANA

ABSTRACT. THE NERVOUS SYSTEM, THE IMMUNE SYSTEM
AND THE DIGESTIVE APARATUS

Since human beings exist as *Homo sapiens* and had consciousness of their existence, they have worried about the essence of their lives. This situation has led, in all periods, times and conditions, to questions such as: What are we? What role do we play in the Universe? What is the meaning of life, and my life? Are we unique? What relationships do we have within ourselves and with our environment? From different areas of knowledge some answers had been advanced, which had been nuanced, modified and even radically transformed with the development of all sciences, including experimental and health sciences. Concepts and laws such as special and general relativity, quantum physics, atomic and subatomic physico-chemistry, DNA, evolutionism, neurobiology and many others have played such an important role. Thus, the questions have different perspectives. The current development of knowledge has established a very close relationship between the intestinal bacterial flora (microbiota), the response of the immune or even neuro-immune systems and the proper development of the central nervous system, its characteristics and functions, as well as the development of pathological processes of neurological and psychiatric nature. All this must take us, from a new standpoint, to reflect and revisit concepts such as the interrelation and dependence of the whole and the parts on our planet (*Gaia Hypothesis*, nowadays accepted as a theory) and the necessary existence of humans (*Anthropic Principle*) which will allow us a better understanding of our uniqueness, role, and the meaning of life.

KEY WORDS. Microbiota, immune system, nervous system, pathological processes, human uniqueness, meaning of life, Gaia, Anthropic Principle.

1. INTRODUCCIÓN

A excepción del hombre, ningún ser
se maravilla de su propia existencia.
Arthur Schopenhauer

El ser humano tiene la necesidad de resolver y dar respuesta a su deseo de saber y conocer. Un conocimiento que le lleva no sólo a mejorar su calidad de vida, estar y existir en cada momento y lugar de la historia, sino también a redefinirse y contextualizarse con su entorno, sus creencias y su esencia.

Vicerrectoría de Personal, Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Medicina y Enfermería/Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), Universidad de Córdoba, España. / fmztvfii@vco.es

Desde que el ser humano tiene conciencia de sí mismo, su capacidad creativa e inteligencia (en muchos casos emocional) le han llevado a interpelarse por cuestiones trascendentales a él, o quizás en él, y que le dan sentido a su existir. Entre estas cuestiones están algunas como: ¿Qué sentido tiene nuestra presencia en el mundo? ¿Somos los únicos seres vivos en el universo? ¿Los únicos con inteligencia? ¿Existe vida más allá de la muerte? ¿Existe un Dios? ¿De dónde y por qué surgimos? ¿Hacia dónde nos dirigimos?

A todas estas cuestiones, y otras muchas y de otra índole, se ha intentado dar respuesta en los diferentes momentos de la historia, desde diversos enfoques o áreas del saber: filosofía, física, biología, matemáticas, química, bioquímica... y medicina. Finalmente, las respuestas integradoras han sido las que mejor aproximación han realizado. Si bien el avance del conocimiento lleva a una relectura, redefinición y mejora de todas las reflexiones y argumentos vertidos con la aparición de nuevos conceptos y/o la incorporación de algunos ya existentes a los que se les da un nuevo enfoque y uso.

Bajo el título "*la singularidad de la vida desde las relaciones entre el sistema nervioso (SN), el sistema inmune y el aparato digestivo*" voy a tratar de presentar de manera novedosa la singularidad de la vida, y la del ser humano en particular, así como su relación o aproximación a conceptos que son determinados por la propia existencia del ser humano o que la determinan, interviniendo en su singularidad, como son *la teoría de Gaia* y el *principio antrópico*.

2. GENERALIDADES

Siempre que enseñes; enseña también, a la vez, a dudar de lo que enseñas.
José Ortega y Gasset

Acertada es la frase de Ortega y Gasset con la que inicia esta sección. Algo que debe tener siempre presente el hombre de ciencia y el erudito es la capacidad de poner en duda los conocimientos existentes. Esta situación debe llevarlo a pensar y corroborar estudio tras estudio la veracidad del saber acumulado, y con ello estructurarlo de manera sólida, siendo esta la forma adecuada de hacer evolucionar el conocimiento, y resistir con ello el principio de falsabilidad de Popper, haciéndolo más verdadero cuanto más lo resista (Popper, 1967).

Esto supone el desarrollo de un correcto saber y la integración del conocimiento de muchas áreas que pueden ayudar a dar sentido a los sucesos que acontecen y mayor consistencia, tanto interna (con los dilemas propios) como externa.

Un intento novedoso será tratar de analizar y abordar la particularidad/singularidad de la vida a través de la relación establecida entre sistema nervioso central (SNC) y el aparato digestivo, mediado por el sistema inmune. Aquí las características del aparato digestivo y la mediación del sistema inmune dependerán de las bacterias que colonizan dicho aparato (flora intestinal o microbiota), que a su vez dependen de los microorganismos del entorno y la alimentación.

Para una mejor comprensión estableceré mis reflexiones y conocimientos con base en un diálogo, como hizo Platón en su obra el *Fedón* o del alma, entre dos personas que bien podrían ser el maestro y el discípulo o dos colegas que establecen una conversación. En este caso serán Auxi y Mariajo, dos personitas curiosas que se interpelan mutuamente.

Auxi

Mariajo, ¿cuál es el sentido del existir del ser humano? o, ¿no tiene en sí mismo un sentido su existir?

Mariajo

Auxi, ¡qué reflexiones son las que planteas! Lo que propones no deja de ser algo que puede parecer muy simple y sencillo pero que, por el contrario, guarda gran dificultad y complejidad. No en vano durante la historia de la humanidad los grandes pensadores, las grandes escuelas filosóficas y las grandes corrientes teológicas han intentado dar una explicación a esas cuestiones.

Entiendo que la vida no sólo tiene un sentido en sí misma, sino que además debe tener un objetivo último. El descubrirlo es el fin de cada ser humano y de la humanidad en su conjunto. Recuerda que cada parte juega su papel, pero que el todo es siempre más que la suma de las partes. Además, uno y otro se condiciona recíprocamente en un círculo infinito donde todo se define y redefine, adquiriendo su sentido, su esencia y su singularidad.

De hecho, la vida es un suceso singular en su conjunto, pero aún más singular en su distribución por especies y, no digamos, la del ser humano y la de cada uno de nosotros. Tan singular como que no hay dos iguales. Y no sólo en el sentido más metafísico, filosófico y trascendental del concepto, sino desde el más simple, el molecular, el funcional, el de relación entre las partes y el todo, y el todo y las partes.

Auxi

Creo que comienzo a tratar de entender que lo singular puede ser la base de todo. Aunque, me asaltan más dudas que respuestas.

Mariajo

Pienso que se debería comenzar nuestra conversación quizás aclarando algunos conceptos sobre los que moverse y ayuden a avanzar y comprender

eso de la singularidad. Si bien, es importante saber que con la evolución del saber (conocimiento) en todas sus áreas y esferas estos conceptos, su interpretación y aplicación puede variar, ser completada o incluso en algunas ocasiones eliminada.

Auxi

Me parece bien. Aunque supongo irán apareciendo muchos a medida que avance la disertación.

Mariajo

No lo dudes. Pero hay que comenzar con los más relevantes (a mi modo de entender) para crear el puente que lleve al conocimiento.

3. SINGULARIDAD

Mariajo

El primero de ellos puede ser el inicio del título del tema a tratar, el concepto singularidad. Es un término derivado del latín *singularīta -ātis* con dos acepciones: i) cualidad de singular; y ii) distinción o separación de lo común. Por su parte, el término singular deriva del latín *singulāris*. Según la Real Academia Española de la Lengua presenta varias acepciones. La segunda de ellas indica que se trata de un adjetivo que refiere lo extraordinario, raro o excelente. Es decir, este término hace referencia a lo que se sale de la normalidad, de lo establecido.

De ahí lo relevante de los términos *singular* y *singularidad* que en el caso de Gaia establece al mundo, y específicamente la biosfera, como el sitio en donde se dan las condiciones exactas para que puede tener lugar un hecho tan singular como la vida, y especialmente la vida inteligente. Misma situación acontece con el término *antrópico*, que establece la forma singular en la que es visto y comprendido el universo porque existimos nosotros y somos los responsables de ello. No menos singular, es la relación que el ser humano establece entre sus estructuras, de manera relevante entre el SNC y el aparato digestivo (concretamente con la flora intestinal) que determina el correcto desarrollo del SN y regulación del sistema inmune. Mayor es toda la singularidad de la vida ante este panorama si asumimos que todo entra en un continuo de interacciones y dependencias.

4. TEORÍA DE GAIA

Es como una ciudad compleja que implica a la biosfera, atmósfera, océanos y tierra; constituyendo en su totalidad un sistema cibernético o retroalimentado que busca un entorno físico y químico óptimo para la vida en el planeta.

James Lovelock

Mariajo

Otro concepto relevante es la asumida como teoría de Gaia. Bajo esta expresión se recoge la idea que la biosfera genera las situaciones tales que permiten su autorregulación y características esenciales que facilitan con ello la vida. Esta teoría fue postulada como tal por James Lovelock, químico que trabajó para la NASA en el proyecto de vida exterior a la Tierra (Lovelock, 1979). Como todo nuevo paradigma rápidamente obtuvo el reconocimiento de algunos colegas, así como una actitud detractora de otros. Actualmente, han sido comunicados datos que avalan este paradigma, como los estudios realizados por el grupo de Zheng con base en los cambios medio ambientales y meteorológicos asociados al fenómeno del Niño (Zheng, Lin, Wang, Huang, & Chen, 2015).

Aunque novedoso en su uso y expresión, este sentido de la Tierra como una estructura singular, organismo vivo, que se regula a sí misma y que dota de las condiciones necesarias para que todo tenga lugar, está presente, no sólo en la mitología grecorromana, sino incluso con anterioridad, referenciada como “la Madre Tierra”. Si bien los primeros datos recogidos que apuntan la posibilidad de que la Tierra se comporte como un organismo datan de finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX con Henrich Steffens.

Auxi

Pero Mariajo, hoy día, a pesar de nuevos aportes desde las diferentes áreas del conocimiento como la aplicación de sistemas con fundamentos matemáticos y el diseño de modelos artificiales (Harvey, 2018; Lenton, y otros, 2018), Doolittle se opone a ella, y ha sido muy crítico, manifestando que no habría organismos que pudieran regular el clima (una de las bases sobre las que asienta esta teoría), ya que esto implicaría la participación de un objetivo consciente.

Los neodarwinistas, por su parte, tratan de encontrar en la teoría de Gaia el acomodo de interpretación y relación con el evolucionismo y la selección. Aunque, como también recoge recientemente Doolittle, éstos tienen una dificultad para aceptar esta concepción con base en su corriente principal. No pueden imaginarse la selección natural dentro de un contexto de estabilidad (Harvey, 2018; Doolittle, 2017; Gatti, 2017).

Mariajo

Si bien es cierto lo que comentas, en esta reflexión se debe tener presente lo indicado por Slijepvic cuando habla de la epistemología evolutiva y replantea esta teoría a partir del programa de investigación para analizar la distribución de la inteligencia biológica. A tal efecto indica que, para él, la inteligencia biológica es la capacidad de los organismos para obtener/incrementar información de su entorno y trasladarla a su fenotipo. Todo ello lo sustenta en: i) un fenómeno biológico universal destinado al bienestar

del individuo; ii) la unidad de inteligencia básica sería la célula procariota como las bacterias; iii) la inteligencia presenta un orden jerárquico desde la bacteria a la biosfera o Gaia; iv) nuevo significado en el concepto de información, teniendo presente que termodinámicamente se trataría del intercambio de información entre sistemas abiertos (intercambiadores de materia y energía), y v) se establecen interacciones entre el organismo y el medio ambiente (Slijepcevic, 2017).

Los microorganismos, como las bacterias, cambian por su interacción con el medio ambiente y éstos a su vez generan respuestas que afectan al entorno, permitiendo un equilibrio y homeostasis, dinámica que permite la vida y respeta las leyes de la termodinámica, apoyando la teoría de Gaia. En esta misma línea de la termodinámica, la interacción de especies y medio ambiente, se encuentran las reflexiones aportadas por Arthur y Nicholson, que fundamenta la teoría de Gaia en el cumplimiento del segundo principio de la termodinámica por Gaia (Arthur & Nicholson, 2017).

5. PRINCIPIO ANTRÓPICO

Principio antrópico débil: El universo lo vemos así porque son las condiciones que nos hacen a nosotros existir.
Stephen Hawking

Mariajo

Auxi, otra cuestión importante a tener presente en la reflexión sobre la singularidad de la vida es como se entiende la necesidad y características del ser humano y de la vida en el universo y como éstas definen el universo conocido. En este punto, existen cuestiones e ideas que pueden ir en un doble sentido desde el macrocosmos (universo) al microcosmos (mundo atómico y subatómico), retroalimentándose.

La más extensa revisión sobre el principio antrópico ha sido desarrollada por el cosmólogo John D. Barrow y el físico-matemático Frank J. Tipler en su libro *The Anthropic Cosmological Principle*. En esta obra se puede apreciar cómo dicha expresión, o concepto, hunde sus raíces en filósofos como Hegel y Bergson, entre otros, así como Teilhard de Chardin (Barrow & Tipler, 1986).

Aunque, será en la década de los años setenta del siglo veinte cuando varios físicos teóricos, entre los que se encuentran Robert J. Dicke y Brandon Carter propongan la expresión de *principio antrópico*. Carter lo utilizó para mostrar que la humanidad tiene un lugar especial en el universo, fenómeno que se traduce en lo *singular de la vida* tal y como la conocemos. Por su parte, Dicke indicaría que las características del universo no son casuales, sino que están condicionadas por factores biológicos y otros para llevar finalmente al surgimiento de la vida, que en su máxima expresión se

articula en la vida inteligente y la singularidad del ser humano, que determinan, ambos, las características del universo (Dicke, 1961).

Auxi

Pero Mariajo, este principio en todas sus formas (débil, fuerte y final) ha sido cuestionado también por los físicos, aludiendo que presenta debilidades, contradicciones y sesgos que limitan otras posibilidades.

Así, el propio Stephen Hawking lo utilizó para el desarrollo de sus propias teorías y reflexiones. En la primera década del siglo XXI indicó que el universo es mucho menos singular de lo que podemos imaginar y que la probabilidad de que un universo igual surja tras una gran explosión supera el noventa y cinco por ciento. Este proceso no está sujeto a ningún evento previo ni posterior (Hawking, 1988). Además, Bostrom refiere que el principio antrópico puede ser confuso ya que existe la posibilidad de un sesgo antrópico introducido por la incertidumbre de no saber cuál es nuestro lugar en el universo o quiénes somos (Bostrom, 2002).

De esto puede deducirse, que es importante tener presente que todas estas ideas abren unas nuevas posibilidades y perspectivas integradoras de y para las diferentes corrientes filosóficas y biológicas en lo concerniente a explicar lo singular de la vida humana.

6. MICROBIOTA Y MICROBIOMA

Nuestra comida debería ser nuestra medicina y nuestra
medicina debería ser nuestra comida.

Hipócrates

Mariajo

Querida Auxi, finalmente otro concepto de interés para el tema de nuestras reflexiones, con el que ya podríamos comenzar, es el de microbiota (flora bacteriana o microflora). Con él hemos establecido las bases sobre las que va a apoyarse nuestra discusión.

Con el término microbiota se hace referencia a los microorganismos (bacterias, virus, arqueas y hongos) residentes en un determinado hábitat del cuerpo humano (piel, vagina, boca, ojo e intestino) y que son influenciados por la presencia de los existentes en el entorno, así como por lo que ingiere el individuo.

Por su parte, la microbiota intestinal es la colección de bacterias del intestino que, contiene un genoma que en conjunto es unas cien veces superior al humano y que, a pesar de haber evolucionado durante años, sólo recientemente ha comenzado a establecerse sus diferentes interacciones y relaciones. Esta flora intestinal es esencial en los mamíferos para el correcto desarrollo y la maduración del sistema inmune y nervioso del hués-

ped, que da origen a un complejo y delicado equilibrio (Kho & Lal, 2018; Caballero-Villarraso, Galvan, & Tunez, 2017).

Auxi

Qué interesante es este último concepto y como todo lo definido hasta el momento ya apunta no sólo hacia opciones a nuevas corrientes científicas, médicas y terapéuticas, sino a posibles reinterpretaciones de los conceptos filosóficos de *singularidad y esencia del ser humano*.

¿Cómo y cuándo entonces se produce esa colonización específica por parte de la microbiota?

Mariajo

Efectivamente, Auxi, esto tiene muchas ramificaciones en las diferentes áreas del saber. Los hallazgos actuales llevan a tratar la microbiota como un órgano más dentro de la economía del organismo humano. En los inicios del siglo XXI se concluyó la importante función desempeñada por las bacterias gastrointestinales y los procesos de inmunomodulación, así como su relación con la patogénesis de enfermedades inflamatorias crónicas como enfermedades neurológicas y psiquiátricas tales como la enfermedad de Alzheimer, enfermedad de Parkinson, demencias, esclerosis múltiple, depresión, autismo, etc.; otras como colitis ulcerosa, artritis reumatoide, enfermedad de Crohn, aterosclerosis, cáncer de colon, entre otras. Los datos revelan como la microbiota intestinal modula la producción de citocinas proinflamatorias como IL-1 β , IL-8, TNF α (Man, 2018), la producción de moléculas como neurotransmisores (GABA, serotonina) y factores neurotróficos (BDNF y GDNF) (Junges, Closs, Noqueira, & Gottlieb, 2018; De-Paula, Forlenza, & Forlenza, 2018), β -hidroxibutirato y ácidos grasos de cadena corta (Zalar, Haslberger, & Peterlin, 2018). Esto ha llevado al desarrollo y diseño de nuevas estrategias terapéuticas como el trasplante fecal, la intervención nutricional, la administración de prebióticos y probióticos, etc. Estos hechos vuelven a poner en valor la singularidad de la vida y la importancia de la interacción con el medio ambiente y los sistemas ecológicos.

Con relación a tu pregunta, sobre la colonización, debes saber que en el periodo *in utero* el feto se desarrolla en un medio ambiente estéril. Es en el momento del nacimiento cuando el recién nacido entra en contacto con los microorganismos del entorno, en primera instancia del tracto genital materno, y comienza la colonización por lo que será parte de su flora bacteriana. Este procedimiento, debe quedar claro, es dinámico y se continúa toda la vida dependiendo de muchas variables: dieta, actividad sexual, factores hormonales, flora de origen... Lo que muestran los datos es que todo este proceso es necesario para el correcto desarrollo y maduración del SN, definiendo las características de cada individuo. Su alteración está asociada a trastornos neuropsiquiátricos, como ya ha sido mencionado.

Auxi

Es correcto lo que indicas, Mariajo. Se conoce que la disbiosis o disbacteriosis (alteración del equilibrio de la flora intestinal) puede ser desencadenada por una mala relación entre la microbiota y el huésped, especialmente entre receptores y ligandos producidos por ésta. Algunos metabolitos producidos por la flora bacteriana (productos de fermentación, moléculas neuroactivas, inmunomoduladores bacterianos, etc.) pueden causar trastornos inmunológicos y gastrointestinales. Adicionalmente, acontece la endocrinología microbinana en la que ésta produce y reconoce agentes neuroquímicos producidos por ella misma o por el huésped y puede conllevar a la aparición de trastornos psiquiátricos y neurológicos (Caballero-Villarraso, Galvan, & Túnez, 2017; Arneth, 2018).

Mariajo

Fíjate, la estrecha relación establecida entre la microbiota, el intestino y la correcta maduración y evolución del sistema inmune establece que, holísticamente, pueda hablarse de un superorganismo constituido por la flora bacteriana y el propio organismo humano. Esta población bacteriana del intestino es diferente de un sujeto a otro y sensible a factores genéticos, nutricionales, ambientales y de género, entre otros.

Auxi

Por lo tanto, la microbiota es un complejo sistema que acontece en el ambiente ecológico de relación entre la flora bacteriana intestinal y el organismo humano.

7. MICROBIOTA Y SNC

Todo hombre puede ser, si se
lo propone, escultor de su propio cerebro.
Santiago Ramón y Cajal

Mariajo

Tan complejo Auxi, que el cúmulo sistemático de conocimiento ha llevado a establecer una interconexión multidimensional entre el SNC y la periferia (aparato digestivo y microbiota) que han dibujado un nuevo paradigma, entre la interacción del cerebro y la periferia del organismo, en la patogénesis y evolución de los procesos indicados que muestran claramente la singularidad de la vida (Caballero-Villarraso, Galván, & Túnez, 2017; Padilla-del-Campo & Túnez, 2017). La estimulación del SNC puede ser inducida por medio de mecanismos neuronales, endocrinos, metabólicos o inmunológicos. Los diferentes estudios ponen de manifiesto cómo existe una interacción directa y crucial entre la flora intestinal y el sistema neuronal entérico, así como la necesidad de un correcto ambiente microbiano intestinal para un desarrollo saludable del eje hipotálamo-hipófiso-adrenal.

Adicionalmente, existen evidencias epidemiológicas de la relación entre la microbiota y los procesos del SNC (Grochowska, Wojnar, & Radkowski, 2018; Spielman, Gibson, & Klegeris, 2018).

Auxi

Entonces, Mariajo, la alteración de esta homeostasis se incardina en trastornos cerebrales, digestivos y metabólicos, pudiendo ser su causa o efecto potenciador, enfocando nuevamente que la singularidad característica del ser humano puede ser determinada y determinar su ecosistema, la dinámica de su naturaleza con Gaia, así como la necesidad de la presencia del ser humano en el universo (principio antrópico).

8. SINGULARIDAD DE LA VIDA, GAIA Y EL EJE MICROBIOTA-INTestino-SISTEMA INMUNE-SISTEMA NERVIOSO

Mariajo

Interesante tu apreciación Auxi. Como trataremos de plantear, su complejidad es cierto que afecta y se ve afectada por Gaia. El concepto emergente de teoría de Gaia se sustenta en la biosfera, el sistema que apoya la vida. Gracias a esta situación puede desarrollarse la producción energética dentro de los organismos vivos, inicio de la diversidad de fenómenos desarrollados en las especies microbianas (Stolz, Botkin, & Dastoor, 1989; McMahon & Parnell, 2014). Algunos microorganismos son quimiolitotrofos facilitando la incorporación a su ecosistema de carbono y energía (Oremland, Stolz, & Hollibaugh, 2004), fenómeno importante para la evolución de la vida.

Auxi

Queda claro, Mariajo, que es importante para la evolución de la vida y para la comprensión de la teoría de Gaia. Los datos recientes permiten ver cómo es la conversación en el eje AD-SNC en el entorno Gaia. Este hecho tiene sus claves para analizar la singularidad de la vida en este mismo ecosistema.

Es más, por medio de la transcriptómica el grupo de Spribille (Spribille, y otros, 2016) ha encontrado cómo el líquen, claro ejemplo de la simbiosis entre hongo y alga, presenta pequeños restos de levaduras. Este hecho implicaría que debe revisarse la definición de líquen según Aschenbrenner y cols. (Aschenbrenner, Cernava, Berg, & Grube, 2016) y con ellos la aplicación de un concepto de Gaia más amplio. Todas estas interacciones ponen de manifiesto la singularidad de la vida y su papel en la interpretación de la teoría de Gaia.

Mariajo

En esta línea, querida Auxi, Stolz en su artículo "Gaia and her microbiome" indica como los avances en microbiología posibilitan conocer la teoría de

Gaia (Stolz, 2017). La simbiosis y relación establecida entre los microorganismos, la biosfera terrestre, la atmósfera, la hidrosfera y la litosfera en una forma similar a un sistema cibernético que pone de manifiesto las características singulares de nuestro planeta, su viabilidad y habitabilidad a largo plazo.

En este escenario, debe ser entendida la presencia del ser humano, su interacción y relación con el entorno. Tal que la microbiota en general, y la intestinal en particular, interactúa con la del medio ambiente y puede generar, posiblemente, un proceso simbiótico con la biosfera e integrarse en ella, e integrando con ello al ser humano dentro del contexto de la teoría de Gaia, que no sólo quedaría reducido a la biosfera y los microorganismos que en ella se encuentran, sino también al resto de seres vivos. Tenemos presente que obedecemos a los grandes principios de la termodinámica, que son sistemas abiertos que comparten materia y energía con el entorno. Mediante procesos bioquímicos y celulares la vida se mantiene originando seres neuentrópicos, es decir, tratamos de negar el segundo principio de la termodinámica, la entropía. Todo ello al responder a las leyes de la termodinámica a través de poder derivar al entorno la mayor parte de la energía entrópica generada.

Auxi

Pero esto implicaría que lo mismo que sucede con el principio antrópico, la presencia del ser humano en la biosfera determina la forma en la que esta se integra y nos integra, así como es interpretada. El ser humano y la vida en general muestran aquí su singularidad a través de sus interacciones. Si la microbiota del ser humano puede interactuar e interactuará con la microbiota de los sistemas que constituyen Gaia, esta última también tendrá un efecto sobre nuestro desarrollo a través del eje microbiota-intestino-sistema inmune-SNC.

9. SINGULARIDAD DE LA VIDA, EL PRINCIPIO ANTRÓPICO Y EL EJE MICROBIOTA-INTestino-SISTEMA INMUNE-SISTEMA NERVIOSO

Mariajo

Que interesante es nuestro organismo, nuestro mundo y nuestro universo, ¿no te parece Auxi? Sus interacciones e imbricaciones van mucho más allá de la propia complejidad de la esencia y existir del ser humano. Aunque aún nos falta todavía debatir o reflexionar sobre otra idea de nuestra disertación, la relación entre eje microbiota-intestino-SNC y el principio antrópico.

Esta relación puede ser analizada para comprender el impacto de la singularidad de la vida sobre el principio antrópico, que en sí mismo guarda una relación positiva con la teoría de Gaia. Este hecho es apreciado si se tiene presente que el primero se enuncia como "El mundo/universo es ne-

cesariamente como es porque hay seres que se preguntan por qué es así” o, como recoge el título de un artículo del profesor Montilla “El principio antrópico. Una exigencia de la presencia de seres inteligentes en el cosmos” (Montilla-López, 1996). El segundo establece que el planeta Tierra establece una relación de autocontrol que permite la vida sobre él, y veremos inmediatamente como ambas ideas están conectadas y deben responder a los principios de la termodinámica, especialmente al segundo.

Auxi

Entonces, como recoge Petrunia, “el principio antrópico permitirá el establecimiento de una línea limitante en el valor de las investigaciones para el estudio del ser humano y los estudios realizados en otros animales. Esta línea es particularmente importante en el área de las neurociencias, así los resultados de investigaciones en neurociencias en animales a menudo llevan a extrapolaciones incorrectas en la esfera de lo humano. La aplicación del principio antrópico como una aproximación a la investigación biomédica requiere una ontología relevante y consistente con su particular investigación científica” (Petrunia, 2017).

Mariajo

Claro que sí es interesante lo que dice Petrunia y los demás autores referenciados o no aquí. Todo esto nos lleva a nuevos escenarios donde las leyes de la física, y la termodinámica en particular, generan una situación de características óptimas que permite la vida (hecho singular), y más específicamente la vida inteligente (hecho aún más singular). Que estas leyes y características son las que permiten un entorno dinámico que mantiene las propiedades que hacen de la Tierra, y concretamente de la biosfera, un área óptima para que en su proceso de autorregulación (a modo de organismo vivo) permita el hecho singular de la vida. Como puede apreciarse, se establece una conexión cierta y seria entre lo que sería el principio antrópico y la teoría de Gaia.

Si tenemos presente que en el contexto actual de las neurociencias:

- i. Las relaciones establecidas entre la microbiota intestinal y el desarrollo y evolución del SNC (cerebro incluido) son relevantes para el desarrollo y mantenimiento de las capacidades y cualidades del ser humano.
- ii. Estas capacidades y cualidades, a su vez, determinan o influyen directamente sobre la conceptualización y conformación del universo y del dinamismo y mantenimiento en su homeostasis de la biosfera.

Se muestra la estrecha relación entre microbiota–SNC y los dos conceptos tratados en esta disertación, que abre una nueva conceptualización filosófica y metafísica de la singularidad de la vida con importantes repercusiones que manifiesta una vez más la interrelación entre las partes que constituyen el todo.

10. REFLEXIONES FINALES

Mariajo

Pienso que después de este interesante debate y al tener presente que muchos más conocimientos científicos y reflexiones son necesarias, deberíamos indicar las principales reflexiones como síntesis conjunta de nuestro diálogo.

Auxi

Aunque me quedo con las ganas de seguir ahondando, me parece lo más acertado.

Esto nos debe llevar a concluir que:

- Somos seres en medio de un cosmos con unas posibilidades de desarrollo enormes.
- Necesitamos reconocernos en medio de ese cosmos, al que pertenecemos, a través de un conocimiento finito y con limitaciones.
- Debemos ser capaces de generar nuevos conocimientos para una mejor comprensión de nuestro cosmos: macro (universo), meso (mundo), micro (microorganismos) y sus interrelaciones.
- Las interconexiones que se dan entre todas y cada una de las estructuras de nuestro ser, reproducen hasta cierto punto las generadas entre los microorganismos y Gaia en su homeostasis vital, y entre ésta y el universo y la necesidad de seres inteligentes.
- Expresiones como Gaia y principio antrópico ayudan a responder cuestiones esenciales de la vida y para el ser humano que no hacen sino poner de manifiesto la complejidad de ésta y su precisión milimétrica, donde todo tiene su sentido y porqué.
- Cualquier interacción tiene reflejo en toda nuestra economía orgánica, afectando nuestra estructura, y donde el organismo vivo interactúa con todo lo presente en su medio ambiente y ecosistema.
- La comprensión de conceptos como la teoría de Gaia y el principio antrópico ayudan a entender que todo existe en un delicado equilibrio, donde la totalidad no puede ser comprendida sin el entendimiento de las partes y viceversa.

Parte del presente trabajo (resumen) en una primera versión fue presentada al "Symposium Internacional Sentido de la Vida" (<https://www.symposiumsentidovida2.com/>), Septiembre 2018, Córdoba, España; así como en el posterior libro derivado del congreso.

REFERENCIAS

- Arneith, B. M. (2018), "Gut-brain axis biochemical signalling from the gastrointestinal tract to the central nervous system: gut dysbiosis and altered brain function". *Postgrad Med. J.* 94(114): 446-452.
- Arthur, R., & Nicholson, A. (2017), "An entropic model of Gaia". *Journal of Theoretical Biology* 430: 177-184.
- Aschenbrenner, I. A., Cernava, T., Berg, G., & Grube, M. (2016), "Understanding microbial multispecies symbiosi". *Frontiers in Microbiology* 7: 180.
- Barrow, J. D., & Tipler, F. J. (1986), *The Anthropic Cosmological Principle*. Oxford University Press.
- Bastiaanssen, T. S., Cowan, C. M., Claesson, M. J., Dinan, T. G., & Cryan, J. F. (2018), "Making sense of... the microbiome in psychiatry". *Int J Neuropsychopharmacol*.
- Bostrom, N. (2002), *Anthropic Bias*. New York: Routledge.
- Caballero-Villarraso, J., Galvan, A., & Tunez, I. (2017), "Interrelationships among gut microbiota and host: Paradigms, role in neurodegenerative diseases and future prospects". *CNS Neurol Disord Drug Targets* 16(8): 945-964.
- De-Paula, J. R., Forlenza, A. S., & Forlenza, O. V. (2018), "Pharmacol Res". *Relevance of Gut Microbiota in Cognition, Behaviour and Alzheimer's Disease* 136: 29-34.
- Dicke, R. H. (1961), "Dirac's Cosmology and Mach's Principle". *Nature* 192(4801): 440-441.
- Doolittle, W. F. (2017), "Darwinizing Gaia". *Journal of Theoretical Biology* 434: 11-19.
- Gatti, R. C. (2017), "Adaptation, evolution and reproduction of Gaia by the means of our species". *Theoretical Biology Forum* 110(1-2): 17-37.
- Grochowska, M., Wojnar, M., & Radkowski, M. (2018), "The gut microbiota in neuropsychiatric disorders". *Acta Neurobiol. Exp. (Wars)* 78(2): 69-81.
- Harvey, I. (2018), "Robustness and contingent history: From Prisoner's Dilemma to Gaia theory". *Artificial Life* 24(1): 29-48.
- Hawking, S. (1988), *A Brief History of Time*. New York: Bantam Books.
- Junges, V. M., Closs, V. E., Noqueira, G. M., & Gottlieb, M. V. (2018), "Crosstalk between gut microbiota and the central nervous system: A focus for Alzheimer's

- disease". *Curr. Alzheimer Res.* doi:10.2174/1567205015666180904155908
- Kho, Z. Y., & Lal, S. K. (2018), "The human microbiome—A potential controller of wellness and disease". *Front. Microbiol.* (19): 1835.
- Lenton, T. M., Daines, S. J., Dyke, J. G., Nicholson, A. E., Wilkinson, D. M., & Williams, H. T. (2018), "Selection for Gaia across multiple scales". *Trends in Ecology & Evolution* 33(8): 633-645.
- Lovelock, J. E. (1979), *Gaia, a New Look at Life on Earth*. Oxford: Oxford University Press.
- Man, S. M. (2018), "Inflmmasomes in the gastrointestinal tract: infection, cancer and gut microbiota homeostasis". *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol.* doi: 10.1038/s41575-0180054-1
- McMahon, S., & Parnell, J. (2014), "Weighing the deep continental biosphere". *FEMS Microbiol. Ecol.* 87: 113-120.
- Montilla-López, P. (1996), "El principio antrópico. Una exigencia de la presencia de seres inteligentes en el cosmos". *Almirez* 1: 41-54.
- Oremland, R. S., Stolz, J. F., & Hollibaugh, J. T. (2004), "The microbial arsenic cycle in Mono Lake, California". *FEMS Microbiol. Ecol.* 48: 15-27.
- Padilla-del-Campo, C., & Túnez, I. (2017), "Crosstalk between gut microbiota and the Central Nervous System in multiple sclerosis: Strengths, weaknesses, opportunities and threats analysis of the use of an experimental model". *CNS Neurol Disord Drug Targets* 16(9): 971-973.
- Petrunia, O. E. (2017), "Biomedicine and the anthropic approach (principle)". *Biomedicine RAdioengineering* 3: 77-84.
- Popper, K. (1967), *La Lógica de la investigación científica*. (V. S. Zavala, Trad.) Madrid: Tecnos.
- Slijepcevic, P. (2017), "Evolutionary epistemology: Reviewing and reviving with new data the research programme for distributed biological intelligence". *Biosystems* 163: 23-35.
- Spielman, L. J., Gibson, D. L., & Klegeris, A. (2018), "Unhealthy gut, unhealthy brain: The role of the intestinal microbiota in neurodegenerative diseases". *Neurochemistry* 120: 149-163.
- Spribille, T., Tuovinen, V., Resl, P., Vanderpool, D., Wolinski, H., Aime, M. C. McCutcheon, J. P. (2016), "Basidiomycete yeast in the cortex of ascomycete macrolichens". *Science*, DOI: 10.1126/science.aaf8287 .
- Stolz, J. F. (2017), "Gaia and her microbiome", *Microbiology Ecology* 93: 1-13.
- Stolz, J. F., Botkin, D. B., & Dastoor, M. N. (1989), "The biosphere: a system of integrated parts". In M. Rambler, L. Marguliz, & R. Fester, *Global Ecology: Towards a Science of the Biosphere*. Boston: Academic Press.
- Zalar, B., Haslberger, A., & Peterlin, B. (2018), "The role of microbiota in depression—a brief review". *Psychiatr. Danub.* 30(2): 136-141.
- Zheng, Z.-W., Lin, I.-I., Wang, B., Huang, H.-C., & Chen, C.-H. (2015), "A long neglected damper in the El Niño - typhoon relationship: a 'Gaia-like' process". *Scientific Report* 5: 11103-17.