

ASTROBIOLOGÍA

Extraterrestres (IX)

Miguel Guerrero

rupestreguerrero@gmail.com

La gran pregunta por la cual ha surgido esta serie de artículos es la de si existe vida extraterrestre. Pero esta es una pregunta incompleta, porque se expresa en tiempo presente. Sería como preguntarse si existen los dinosaurios. Teniendo en cuenta la inmensidad del Universo, tanto en espacio como en tiempo, y las evidencias que hemos visto, la existencia de vida en sus estados más primarios debería ser algo muy común en el Universo.

Si la vida simple extraterrestre es común, entonces también debería existir vida compleja tipo los animales que conocemos, pero por lógica, en mucha menor proporción. Y si existe vida compleja también podrían existir civilizaciones que alcancen a comprender la física y las matemáticas, pero también en mucha menos proporción. Y si existen civilizaciones capaces de entender física y matemáticas, es posible que alguna de ellas haya alcanzado un nivel tecnológico que les haya permitido viajar entre las estrellas.

EN CAPÍTULOS ANTERIORES...

... hablábamos de que, de existir vida en el Universo, es evidente que la tecnológica debe de ser muy esporádica en comparación con la vida simple. Por lo menos eso es lo que parece, porque nuestra civilización ha tardado mucho en surgir desde que apareció la vida en la Tierra. Nuestro planeta se formó hace aproximadamente 4.600 millones de años y ha tenido condiciones de habitabilidad durante 4.400 a 3.900 millones de años, y seguirá siendo habitable al menos unos mil millones de años más. La vida simple surgió bastante pronto en la Tierra, tardó aproximadamente entre 200 y 800 millones de años después de que se dieran las condiciones adecuadas para ser habitable. Sin embargo la civilización tecnológica capaz de viajar en el espacio ha tardado cerca de 4.000 millones de años en surgir.

En cuanto a lo que se refiere a vida simple y compleja no tecnológica, aunque no la hayamos encontrado en nuestro sistema solar no quiere decir que en nuestro vecindario estelar no exista. Y aunque no existiera en nuestro vecindario estelar, no quiere decir que en el resto de nuestra galaxia no exista. Y aunque no existiera más que la nuestra en nuestra propia galaxia, no quiere decir que no exista en alguna de las otras doscientas mil millones de galaxias. Y ahora hay que sumarle el factor tiempo: que no exista ahora, cuando intentamos detectarla, no quiere decir que no haya existido antes o pueda llegar a existir en un futuro en cualquiera de esos lugares donde apuntamos con nuestros aparatos.

En lo referente a vida tecnológica capaz de enviar señales o viajar entre las estrellas, hay que decir que en esta serie de artículos hemos visto que existen muchos impedimentos para que haya sido posible una visita de extraterrestres a nuestro planeta, especialmente si la visita proviene de otras galaxias. Por eso los que creen ciegamente que los extraterrestres nos han visitado parece que no tienen una noción clara de cuál es realmente la inmensidad del Cosmos. Un avión tardaría unos 17 años en llegar al Sol y un coche unos 150 años. Sin embargo la luz solo tarda poco más de 8 minutos, mientras que a la galaxia más cercana tarda 2,5 millones de años. Algunos piensan que una supertecnología extraterrestre podría ser capaz de detectar cualquier planeta con vida por muy alejado que estuviera, o incluso viajar a la velocidad de la luz o superior a ella, cosa que permitiría que civilizaciones extraterrestres nos pudieran visitar. Pero eso, aunque no imposible, es extremadamente complicado que pueda suceder, y generalmente tiene mucho más de ficción o de creencia que de ciencia.

Porque resulta que no se pueden conseguir ciertas cosas sin desafiar las leyes de la física y de las matemáticas. En el universo que conocemos dos y dos nunca serán cinco, ni aquí ni en la galaxia más lejana. Por muy avanzada que pudiera ser una civilización extraterrestre ésta nunca podrá desafiar la física y las matemáticas. Si es complicado forzar una situación para que 2 y 2 sumen 5, también es muy complicado que una civilización realice viajes programados por el tejido espaciotemporal como sucede con los agujeros de gusano. Hay cosas que aunque matemáticamente sean posibles, físicamente

no lo son. Y es complicado porque ya hemos visto algunas cosas como que la simultaneidad es relativa o que viajar en el espacio implica viajar en el tiempo. La simultaneidad es algo relativo en un universo donde todo se está moviendo a distintas velocidades, y por tanto, estamos desconectados tanto en el espacio como en el tiempo con todos los demás objetos del Cosmos, a menos que éstos estén muy próximos a nosotros (viajando sobre un mismo marco de referencia) como para que no nos afecten en gran medida los desfases temporales.

Aunque una civilización muy superior tuviera una tecnología que le permitiera la comunicación instantánea, al ser relativa la simultaneidad, no se podría garantizar que la comunicación es efectivamente simultánea. Pongamos otro ejemplo de "trampantojo cósmico" (como el del movimiento lateral de un láser que vimos en otro anterior), al que no le afectaría la relatividad de la simultaneidad, y que matemáticamente es posible pero fisicamente no puede ser: Imaginemos un pequeño tubo relleno de punta a punta de pequeñas esferas del mismo tamaño que el diámetro del tubo (pongamos pelotas de ping-pong o canicas). Si introdujéramos una pelota o canica más por un extremo del tubo podríamos observar que, por muy largo que éste sea (aunque alcanzara estrellas o galaxias), la pelota o canica que se encuentre en el otro extremo va a salir de forma instantánea. De manera que con algún sistema tipo morse nos pudiéramos comunicar de forma instantánea con otra civilización de otra galaxia (una pelota=punto, dos pelotas=raya) De esta misma forma se comportan los electrones dentro de un cable, uno sólo no recorre todo el cable, si no que al aparecer uno nuevo todos los demás se desplazan liberando el último, por lo que la velocidad de la corriente en su conjunto es similar a la velocidad de la luz. Evidentemente el problema está en cómo construir un "tubo" así y que además no se vea afectado por los diferentes cuerpos, movimientos (rotación y traslación de los puntos de emisión y recepción) y campos gravitatorios que nos encontramos en el Universo, sin contar con la energía necesaria para mover todas las pelotas y algunos problemas más.

Lo que sucede es que a veces, incluso en muchas publicaciones medianamente serias, se va más allá de la ciencia con el pretexto de que alguna "supercivilización" haya podido conseguir tecnologías o ciencias muy avanzadas que desconocemos. Claro, si aceptamos que puedan

haber tecnologías extraterrestres que permitan que los objetos materiales, y por tanto los seres vivos, puedan viajar a la velocidad de la luz o más, o atravesar agujeros de gusano, entonces se pueden hacer posibles muchas cosas que vemos en las películas. Pero cuando decimos: "si pudiéramos viajar a la velocidad de la luz...", lo decimos porque así nos ayuda a comprender algunos conceptos de la física y las matemáticas, pero no quiere decir que esos conceptos puedan llegar a ser posibles. Sería como si dijéramos (para entender un determinado concepto) "si pudiéramos meter 40 elefantes (sin matarlos) en una caja de zapatos, pasaría tal o cual cosa...". Pero ya no estaríamos hablando de que 2 y 2 son 4 o de que a un efecto le precede una causa, estaríamos hablando de otras cosas que no concuerdan con la realidad que nosotros percibimos, y ahí sí que podemos divagar. Entonces, si hablamos de fantasías, ficción o creencias, y aceptamos que existen divinidades, ¿entonces, por qué no vamos a aceptar que existen extraterrestres que puedan desafiar las leyes de las matemáticas y de la física? Sin embargo la ficción, las fantasías y las creencias no son el objetivo principal que persiguen las publicaciones de nuestro boletín.

PARALELISMO DE CIVILIZACIONES ANTIGUAS EN NUESTRO PLANETA CON POSIBLES CIVILIZACIONES EN EL UNIVERSO

Durante toda su existencia, el ser humano ha sido consciente de que tenía un origen, de que había nacido en algún momento del pasado: todos los pueblos, primitivos o no, tienen tradiciones sobre su propia creación. Pero no se sabía nada de los hombres primitivos, nuestro conocimiento precientífico se basaba en creencias, y en nuestra cultura occidental creíamos que el mundo comenzó con Adán y Eva porque no sabíamos "leer" los registros arqueológicos. Habían señales de la existencia de los seres humanos antiguos, mucha información en los estratos, pero no sabíamos interpretarlos. Al igual que sucedía con el nulo conocimiento que teníamos sobre otras civilizaciones históricas y prehistóricas de nuestra propia existencia, es posible que hayan señales de otras civilizaciones viajando por el Universo que están ahí pero que todavía no sabemos interpretar, o simplemente no nos han llegado ahora, justo cuando buscamos (llegaron antes o llegarán después).

La dimensión temporal es tan importante en este asunto como las dimensiones espaciales, por eso, un paralelismo que nos ayudaría a comprender que no

todo es posible y que hay cosas que no pueden ser, se podría hacer con las pinturas o grabados rupestres. Hace un par de siglos nadie sabía que nuestros antepasados y algunas civilizaciones pasadas dejaron en petroglifos de cuevas y abrigos una serie de señales y mensajes con la intención de que permanecieran en el tiempo. Al principio solo se conocían 4 o 5 pinturas rupestres en toda la Península Ibérica, creyendo que era algo muy poco usual. Sin embargo hoy en día, con el desarrollo de las ciencias y de la tecnología, ya se han documentado miles de pinturas rupestres solo en nuestro país. Lo mismo ha ocurrido con los exoplanetas, lo mismo podría ocurrir con la vida y tal vez podrían haber muchas señales o mensajes de civilizaciones ET circulando por el Universo esperando que "alguien" las encuentre. Parece que pintar en las cuevas y abrigos era algo mucho más habitual de lo que creíamos, y por qué no, también podría ser que la vida exterior pueda ser más habitual de lo que pensamos.

Si nos centramos solo en el factor "tiempo" y obviamos el factor "espacio" (hay miles de cuevas y abrigos donde buscar), veremos lo complicado que es comunicarnos con quien ha dejado un mensaje en la pared de una cueva. Porque no es lo mismo encontrar un grafiti o un mensaje en una pared de una cueva, de alguien pidiendo ayuda con fecha de hace una semana o incluso 2 años, que un mensaje de pinturas rupestres de la edad del bronce o del paleolítico superior. En el primer caso tendríamos un paralelismo que se correspondería con mensajes procedentes de estrellas cercanas y en el segundo con estrellas y galaxias lejanas. En el primer caso podríamos llegar a contactar o encontrar a la persona que dejó el mensaje porque de alguna manera somos contemporáneos, sin embargo en el segundo caso nunca podríamos contactar con las gentes que escribieron esos mensajes. Lo mismo ocurre cuando tratamos de contactar con civilizaciones de estrellas cercanas o con galaxias lejanas. En el primer caso podríamos contactar porque "somos contemporáneos". Un radio de 20 o 50 años-luz permite contactar mediante ondas electromagnéticas en un tiempo compatible con una vida humana o incluso unas pocas generaciones; sin embargo, contactar con la galaxia más cercana necesita más tiempo que el que ha pasado durante toda la evolución de la humanidad. Además, las pinturas rupestres dejadas en el exterior se deterioran con facilidad (las pinturas se borran con las inclemencias y el paso del tiempo) al igual que las ondas electromagnéticas con el cuadrado de la distancia. La suerte es que las cuevas han conservado en relativa buenas condiciones las pinturas rupestres, pero porque hablamos de miles de años, no de millones.

Si es imposible poder comunicarnos con las gentes que vivieron en el paleolítico, ¿por qué iba a ser más fácil comunicarnos con civilizaciones de otras galaxias, si, precisamente por su lejanía, sus mensajes son mucho más antiguos que los mensajes de estas gentes del paleolítico? Las pinturas y grabados paleolíticos han sobrevivido a duras penas 20.000 años, pero ¿sobrevivirían 5.000 mil millones de años? La respuesta es no, entre otras cosas porque para entonces la Tierra ya se habrá desintegrado. Pues pretender captar "justo ahora" (tiempo que dominamos el electromagnetismo) unas señales extraterrestres provenientes de galaxias a miles de millones de años-luz o más allá del horizonte de Hubble es igual o más complicado.

¿Entonces, si queremos encontrar vida ET, dónde buscamos?

Es de suponer que cualquier civilización querrá encontrar otra vida o contactar con otras civilizaciones, pero no solo estaría bien que nos encontraran, nosotros también queremos hallar vida y señales de otras civilizaciones. Como resulta que hace millones de años no podíamos buscar y dentro de otros dos seguramente tampoco, tenemos que conformarnos con buscar en nuestro presente a pesar de que lo que pudiéramos estar detectando no esté en nuestro presente. ¿Pero dónde buscamos? Se sabe que hay más estrellas en el Universo que granos de arena en todas las playas de la Tierra. Si escondiéramos uno de estos granos de arena (que representa la Tierra) a un metro de profundidad en una playa cualquiera, ¿qué probabilidades tendría alguien de encontrar ese grano de arena? Por otra parte, no es lo mismo buscar vida simple que vida inteligente. Para buscar vida inteligente no hace falta apuntar de forma focalizada (aunque esto ayuda mucho más), con encontrar una señal que llegue a nuestros receptores y después averiguar de dónde proviene, nos bastaría. Sin embargo, para buscar vida simple es preciso hacerlo de forma focalizada, hay que buscar planetas de uno en uno. Pero hay muchos planetas y potenciales objetos habitables.

Cuando alzamos nuestra vista hacia un cielo muy oscuro, en un lugar privilegiado como puede ser el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de la Palma, a 2.400 metros de altitud,

donde existe una Ley de Protección del Cielo y la contaminación lumínica es mínima, con tiempo despejado y sin Luna, es posible que podamos ver alrededor de 2.500 estrellas. Nos parece una cantidad de estrellas enorme, sin embargo sabemos que nuestra galaxia contiene entre doscientos v cuatrocientos mil millones de estrellas (figura 1). Si con el objetivo de encontrar vida en otros mundos pudiéramos visitar (viajando instantáneamente) una estrella por segundo, necesitaríamos 83 años, es decir, toda una vida para visitar solamente 2.600 millones de estrellas. Eso representa solo el 1% de todas las estrellas que hay en nuestra galaxia. Pero, por si fuera poco, nuestra galaxia solo es una entre doscientos mil millones que pueblan el Universo. Volvemos a repetir, pero con galaxias: si pudiéramos visitar una galaxia por segundo necesitaríamos 83 años o toda una vida para visitar solamente 2.600 millones de galaxias. De nuevo eso solo representa el 1% de todas las galaxias. Pero hay más, cada estrella tiene muchos planetas orbitando, y se estima que hasta 100.000 planetas y planetoides errantes. Y cada planeta tiene varias lunas, y sabemos que en muchas de estas lunas y planetas errantes también se pueden generar condiciones para la vida. A sí que, la principal pregunta es, ¿dónde buscamos? En primer lugar deberíamos buscar en nuestras proximidades o vecindario estelar. Pero si finalmente no encontráramos nada en él y queremos buscar más lejos, ¿dónde apuntamos nuestros aparatos? Por suerte, y gracias a la ciencia, podemos seleccionar lugares de preferencia.

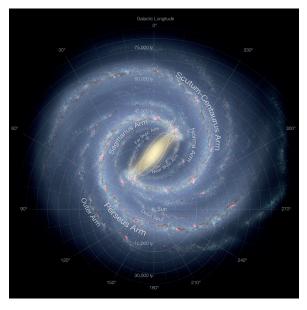


FIGURA 1 – Nuestra galaxia, la Vía Láctea, como si pudiéramos verla desde el exterior. Contiene entre doscientas y cuatrocientas mil millones de estrellas.

Se estima que solo un 20% de las galaxias son habitables debido a la radiación y luminosidad de su población estelar. De manera que la cantidad se reduce a cuarenta mil millones de galaxias potencialmente habitables. ¿Y en esas galaxias, cuales elegimos y dónde buscamos? Veamos dónde buscaríamos en la nuestra.

Evidentemente hay que centrarse en buscar cerca de nosotros, cosa que ya estamos haciendo. Pero, como hemos comentado anteriormente, tenemos que tener en cuenta que recibir señales de civilizaciones extraterrestres es mucho más fácil en nuestro vecindario estelar que encontrar señales de vida simple. Porque encontrar señales de vida simple requiere viajar a los planetas y sus satélites para comprobarlo, (como estamos haciendo actualmente en Marte y otros satélites de planetas gigantes) o captar indios de vida mediante espectroscopía en exoplanetas, cosa muy complicada pero no imposible. Sin embargo, recibir señales electromagnéticas solo requiere captar ondas de radio. Es evidente que en nuestro Sistema Solar no existe ninguna otra civilización que pueda enviar este tipo de señales, porque si no, ya las habríamos detectado. Tampoco hemos recibido esas señales en un radio de 116 años-luz, que coincide con el tiempo que hace que podemos recibir señales electromagnéticas. Esto es así porque la relativa cercanía de los distintos planetas y satélites del Sistema Solar y de las estrellas cercanas nos permite enviar y recibir señales en un tiempo prudencial y sin que éstas se degraden en extremo debido la ley de la inversa del cuadrado.

Pero si no hemos recibido señales de nuestras estrellas vecinas, sí que podemos buscar signos de vida simple estudiando las atmósferas de los exoplanetas que orbitan en la "zona habitable" (figura 2, ver página siguiente) de sus estrellas. En astrobiología, la zona "Ricitos de Oro" se refiere a la zona habitable alrededor de una estrella. Stephen Hawking dijo que "el desarrollo de vida requiere que las temperaturas planetarias sean las adecuadas, como ocurre en el cuento Ricitos de Oro". La Hipótesis de "La Tierra Rara" usa este principio con el argumento de que un planeta no debe estar ni demasiado lejos ni demasiado cerca de una estrella y centro galáctico para sustentar la vida, mientras que cualquier extremo resultaría en un planeta incapaz de sustentar la vida. Tal planeta se llama coloquialmente "Planeta Ricitos de Oro". Paul Davies defendió que "los observadores surgen solo en aquellos lugares donde, como la papilla de Ricitos de Oro, las cosas son por accidente, justas".

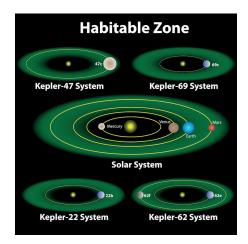


FIGURA 2 – Zona de habitabilidad de algunos exoplanetas.

En la zona de habitabilidad el flujo de radiación incidente permitiría la presencia de agua en estado líquido sobre la superficie de cualquier planeta (o satélite) rocoso que se encontrase en ella. También debería contar con una masa comprendida entre 0,5 y 10 masas terrestres y una presión atmosférica superior a 6,1 mbar. Si es muy pequeña no tendrá suficiente oxígeno y si es muy grande la gravedad haría difícil que la vida surgiera o evolucionara.

Pero la zona de habitabilidad no es garantía de que en todos los sistemas planetarios existan planetas habitables, ni que todos éstos contengan vida. Hay que sumar algunos factores que favorecen la existencia de condiciones para la vida. Algunos de esos factores que no tuvo en cuenta Drake en su fórmula son por ejemplo:

1- <u>La Luna</u>: Si la Luna no existiera, la Tierra giraría muy rápido y la vida no se hubiera formado tal y como la conocemos. Cuando se creó la Tierra y acabó su acreción, su giro era estrepitoso, completaba una órbita en 3 o 4 horas. Supuestamente, un golpe azaroso de un planeta similar a Marte, conocido como Theia, impactó con la Tierra en un ángulo muy raso o inclinado y dio lugar a la formación de la Luna.

2- <u>Júpiter y Saturno:</u> Tienen un campo gravitacional muy grande que atrae a comentas y asteroides que harían complicado el surgimiento e incluso la evolución de la vida si impactaran continuamente con la Tierra. Un impacto, que no pudieron interceptar los planetas gigantes, fue el que exterminó a los dinosaurios. Esto ocurrió hace 65 millones de años, pero sin los planetas gaseosos a la distancia adecuada, los impactos de asteroides o cometas

capaces de extinguir especies, no sucederían cada 50 o 10 millones de años sino que ocurrirían a un promedio de cada 10.000 años, haciendo imposible el mantenimiento de la vida en la Tierra. La presencia de un gigante gaseoso en una órbita cercan a la estrella es importante para el surgimiento de vida en un planeta.

3- La inclinación del planeta respecto a su estrella: La inclinación del eje de la Tierra es de 23°, lo que hace que existan estaciones no tan extremas contra la vida. Con esta inclinación, los inviernos pueden ser fríos y los veranos muy calurosos, pero la vida llega a adaptarse a ellos. Si el eje estuviera más inclinado el surgimiento de la vida hubiera sido más complicado. Posiblemente se hubiera dado algún tipo de vida muy simple, pero no tan compleja como para que permitiera el surgimiento de una civilización.

4- Presencia de un campo magnético: Venus está en el límite interior de la zona de habitabilidad o zona "Ricitos de Oro", mientras que Marte está en el límite exterior. Ninguno de ellos tiene campo magnético. En el interior de la Tierra, el remolino de hierro líquido genera el campo magnético protector de nuestro planeta. Este campo magnético es invisible pero es vital para la vida en la superficie de la Tierra porque protege al planeta del viento solar y los rayos cósmicos. Este tipo de radiaciones son dañinas para la vida.

Sin tener en cuenta estos factores y algunos más que no hemos mencionado, es difícil darle una resolución satisfactoria a la ecuación de Drake.

Buscando en nuestro sistema solar

Marte es el principal planeta donde podríamos esperar encontrar vida. Es un planeta cercano, rocoso, y está demostrado que en la misma época que en la Tierra comenzaba a surgir la vida, en Marte también había cuencas acuáticas, lagos, ríos, glaciares y tal vez océanos. La falta de un campo magnético es la principal teoría que se baraja por la cual no existe vida en el planeta. El viento solar acabó con su atmósfera y por tanto con toda el agua que había en su superficie. Está demostrado que Marte tiene agua congelada y agua subterránea. Por todo ello Marte es uno de los planetas en nuestro sistema solar en los que podríamos encontrar algún tipo de vida.

Europa (figura 3, ver página siguiente) también es un serio candidato para albergar algún tipo de vida simple a pesar de que este satélite de Júpiter está fuera de la zona "Ricitos de Oro". La sonda Voyager envió las primeras imágenes de Europa a finales de los años 70, donde se pudo apreciar claramente que su corteza estaba compuesta principalmente de hielo. Gracias a las mediciones de la Voyager y especialmente de la sonda Galileo, se ha podido comprobar que bajo de ese hielo existe un océano de agua líquida. El mecanismo que hace que esa agua se mantenga líquida son las fuerzas de marea que ejerce Júpiter sobre esta luna. Se estima que este océano tiene 100 km de profundidad y que tiene más agua que todos los océanos de la Tierra juntos.

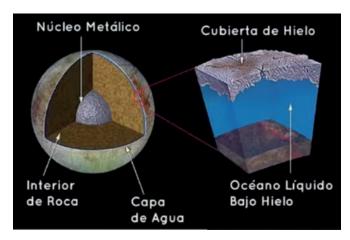


Figura 3 – Océano líquido bajo el hielo de Europa.

Hay otro satélite en Saturno, Encelado, que también es un serio candidato para albergar algún tipo de vida simple, como por ejemplo algún tipo de agente autónomo que complete un ciclo de trabajo termodinámico y que se reproduzca. Las mediciones realizadas por la Sonda Voyager y la Casini, demostraron que hay géiseres en su polo sur. Y se estima que bajo de una corteza de unos 30 o 40 kilómetros de espesor hay un océano de agua salada. Estos géiseres están emitiendo esta agua salada hacia el espacio.

Titán es tal vez el principal candidato para encontrar vida simple. Es otro satélite de Saturno que fue explorado por la sonda Casini y el módulo de aterrizaje Huygens. Estas sondas realizaron importantes descubrimientos sobre este satélite. Titán tiene también atmósfera, aunque no se parece nada a la nuestra, y es una fuente prácticamente inagotable de hidrocarburos que tiene unos ciclos similares a los nuestros del agua. Hay lluvias de metano, tormentas de nieve de metano, ríos, lagos y mares de metano. Se especula con que bajo de la corteza y de toda

esa estructura de hidrocarburos hay también un océano de agua líquida. Aunque no está del todo demostrado que las fuerzas de marea de Saturno sean las responsables de esa agua líquida.

Ganímedes (figura 4) también posee bajo su corteza un océano de entre 100 y 200 Km de espesor con más de 100 veces más agua de la que hay en la Tierra. También se especula conque Ganímedes pudiera tener varias capas de agua y hielo alternativas, a modo de capas de cebolla, es decir, sucesivas capas de hielo que separarían un océano de otro. El agua está líquida a causa de las fuerzas de marea, pero también a causa de un núcleo de hielo fundido que genera un campo magnético y calor por desintegración radiactiva.

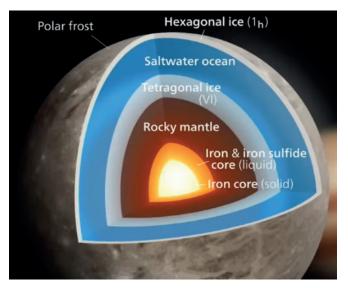


FIGURA 4 – Posible interior de Ganímedes, el satélite más grande de Júpiter y del Sistema Solar. Es el único que tiene campo magnético.

Calixto es la luna más alejada de los cuatro satélites galileanos. En este caso no hay fuerzas de marea ni núcleo de hierro fundido, pero sí que se sospecha que contenga en su interior un océano de agua líquida. En Calixto está más complicado encontrar signos de vida debido a que no hay calor que explique por qué el agua está líquida. Lo que se cree es que existe algún tipo de anticongelante a base de amoniaco que evita que el agua se congele. Lo que se convertiría en una especie de mar de sosa cáustica, lo que complicaría la existencia del cualquier tipo de vida.

Buscando en nuestro vecindario estelar

Casi ningún sistema planetario descubierto cumple con el orden que nosotros consideramos que es el natural, es decir, un anillo de planetas interiores rocosos, otro anillo exterior compuesto de planetas gigantes gaseosos o de hielo y finalmente otro anillo compuesto de cometas. Se han descubierto planetas gigantes bautizados como "Júpiter caliente", del tamaño de Júpiter e incluso más grandes, orbitando su estrella a una distancia mucho mas cercana que la de Mercurio a nuestro Sol. Evidentemente, un planeta de ese tamaño y además tan cerca de su estrella, no permitiría la existencia de vida. Así pues, la disposición que tenemos en nuestro sistema solar no es la regla sino la excepción. Esto podría parecer que nos hace especiales para albergar la vida, pero hay que recordar que los sistemas estelares hallados son un porcentaje prácticamente despreciable en comparación con nuestra galaxia.

La Kepler detecta cuerpos exoplanetarios mediante el método de tránsito (atenuación que desde nuestra perspectiva provoca un planeta a su paso frente a su estrella). Ha encontrado mundos que pudieran ser similares al nuestro. Hasta el momento se han encontrado más de 4.900 exoplanetas, casi todos del tamaño de Júpiter y orbitando muy cerca de su estrella. También se han detectado muchos sistemas planetarios y unos 50 planetas potencialmente habitables (figura 5). Existe un índice que se llama "Indice de similaridad con la Tierra" (IST), que es una medida que indica la similitud de la Tierra con exoplanetas y que tiene un tramo que está comprendido entre el 0 y el 1. Cuanto más cercano al 1 más parecidas son las condiciones al valor de referencia de la Tierra. Existen unos 40 exoplanetas con un índice de similitud cercano a 1. Por ejemplo, en cuanto a nuestro sistema solar Venus sería el planeta más parecido a la Tierra, ya que son muy parecidos en cuanto a masa y distancia a su estrella, aunque sus características físicas no son nada parecidas, por lo menos en cuanto a su superficie. Por tanto, este índice de similitud, aunque nos puede dar una idea aproximada de planetas parecidos a la Tierra, es una herramienta imperfecta a la hora de buscar vida extraterrestre.

Entre todos estos planetas, uno de los más probables para encontrar algún rastro o signo de vida es "Teegarden b". Es el planeta más interno de una enana roja que se encuentra a 12'5 años luz de

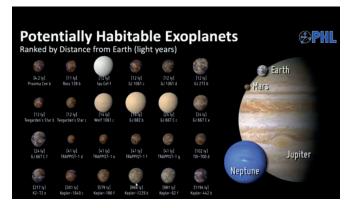


FIGURA 5 – Exoplanetas potencialmente habitables y su tamaño en comparación con la Tierra.

nosotros. Tiene un período orbital de 4'91 días y un índice de similitud de 0,93. Tiene una masa y un diámetro similar a la Tierra, lo que sugiere un núcleo y corteza similares a la Tierra. Posiblemente contenga un océano de agua en su superficie. Su estrella, aunque es una enana roja, no es fulgurante, por lo que es una firme candidata para encontrar vida en ese planeta.

El más cercano de estos exoplanetas se encuentra en Próxima Centauri, la estrella más cerca al Sol. Con un IST de 0,87, Próxima B (Salvador, 2017) es un buen candidato para albergar algún tipo de vida. Pero nos llevaría más de 100.000 años enviar una sonda espacial con nuestra tecnología actual para confirmar esa existencia de vida. Hace 100.000 años habitaba en Europa el Hombre de Neandertal. ¿Podría ser que allí hubiera actualmente alguna especie de vida desarrollada al nivel de nuestros neandertales, y que dentro de 100.000 años, cuando llegara nuestra nave, ya hubieran desarrollado una civilización capaz de entender que esa nave es de origen extra-estelar? ¿O podría ser que ellos se hubieran desarrollado tecnológicamente antes que nosotros y hubieran enviado señales electromagnéticas y una sonda hace 90.000 años? Si fue así, las primeras llegaron hace 89.996 años, es decir, 4 años después de ser enviadas, pero en el caso de la sonda aún le quedan 10.000 años para que llegue a nuestro planeta. Sea de una manera o de otra (si se hubiera dado este caso) no han podido contactar con la civilización tecnológica que ha surgido en la Tierra. Y algo parecido ha podido ocurrir entre otras civilizaciones de otras estrellas y galaxias, lo que refuerza nuestra hipótesis de que es muy complicado coincidir en el tiempo.

Buscando en el resto de la Vía Láctea

Se estima que nuestra galaxia contiene entre doscientos mil y cuatrocientos mil millones de estrellas. Habiendo tantas, podría parecer que el campo es muy amplio para encontrar vida en alguna de ellas. Sin embargo existe también una zona de habitabilidad galáctica que va desde los 23.000 a los 29.000 años-luz del centro galáctico. Y qué casualidad, nuestro sistema solar se encuentra a unos 27.000 años-luz del centro galáctico.

Las estrellas más cercanas al núcleo galáctico tienen demasiada cantidad de metales, sus estrellas interactúan mucho más, con lo cual las órbitas de los planetas que podrían contener no se podrían mantener; y hay mucha más cantidad de gases y demasiada radiación como para permitir la existencia de vida. Mientras que las estrellas más alejadas del centro galáctico son más jóvenes, hay menos gas y no tienen suficientes metales pesados como para que se pueda producir el surgimiento de la vida. Casualmente, otra vez, como ocurre en el cuento de Ricitos de Oro, nuestro Sol se encuentra en una zona intermedia, ni muy lejos ni muy cerca del núcleo galáctico. Se estima que solo el 10% de las estrellas se encuentran en la zona de habitabilidad galáctica, lo que reduce considerablemente el número de estrellas que pueden albergar vida en su sistema planetario.

Por supuesto, cualquier estrella no puede albergar un sistema planetario, así que, de ese 10% hay que quitar muchas estrellas. En el diagrama de Hertzsprung-Russell se puede apreciar que solo las estrellas de tipo F, las de tipo G (el Sol) y las de tipo K serían las candidatas principales para buscar planetas que puedan albergar algún tipo de vida. Las estrellas de tipo M o enanas rojas también podrían albergar planetas con vida, aunque no todas, porque hay que recordar que aunque son estrellas que tienden a vivir mucho tiempo, también son propensas a explosiones fulgurantes que bañarían de radiación cualquier planeta que esté cercano a ellas. Las supergigantes no son buenas candidatas porque estas estrellas en su fase final se han expandido tanto que cualquier planeta que estuviera en sus proximidades habría sido engullido, evaporado o desplazado de su órbita. Las gigantes blancas o azules tampoco son buenas candidatas porque son demasiado calientes, y cualquier planeta que intentara orbitarlas se evaporaría. Cuando vemos películas o novelas de ciencia-ficción donde aparecen planetas con vida o civilizaciones que se encuentran orbitando estas

estrellas, hay que saber que esto no es posible con la ciencia que conocemos, es pura fantasía o ficción. Así que, el rango de estrellas candidatas a albergar vida se reduce notablemente, de forma que cualquier ser vivo que encontremos debería proceder de una estrella de tipo F, G o tal vez K.

Se calcula que solo el 25% de las estrellas de la zona habitable de nuestra galaxia podrían tener condiciones de habitabilidad. Pero la mayoría de las estrellas son sistemas binarios o múltiples, lo cual tampoco haría muy probable que hubieran orbitas muy estables de los planetas. Estrellas solitarias son más difíciles de encontrar. Entonces tenemos que el 70% de las estrellas que hay en la zona de habitabilidad galáctica están formadas por sistemas múltiples, y solo el 30% únicamente por una estrella, lo que nos da un 0'75% de todas las estrellas de la Vía Láctea. Si reducimos más la posibilidad, tenemos que solo 1 de cada 5 estrellas tiene planetas parecidos a la Tierra. Con lo que el porcentaje se reduce al 0'15%, unos trescientos millones de estrellas. Puede parecer poco, pero trescientos millones son realmente muchas estrellas, visitando una por segundo tardaríamos unos 10 años en visitarlas todas.

También son posibles candidatas a contener vida los planetas errantes o planetas que no tienen una estrella a la que orbitar. En décadas anteriores se estimaba que debían haber unos dos planetas errantes por estrella. Pero en 2013, unos astrofísicos de Pekín y Harvard estimaron, en base a modelos matemáticos, que debían haber unos 100.000 planetas errantes por cada estrella. Algunos de estos planetas podrían ser gigantes como Júpiter y Saturno, que podrían tener satélites orbitando como Europa o Encelado, y por fuerzas de marea podrían contener océanos bajo sus superficies, que podrían albergar algún tipo de vida.

Buscando en otras galaxias

Según la teoría de Olduvai (figura 6, página siguiente), planteada por Richard C. Duncan, en la Vía Láctea habría existido una civilización tecnológica cada 1.240 millones de años, y en todo el universo observable habría 282 civilizaciones emitiendo señales de radio en este mismo momento, lo que nos da que cada civilización está separada una de la otra una media unos dos mil millones de años-luz. Esta teoría establece que la duración máxima de esplendor de una civilización tendría una duración máxima de cien años, lo que supone para nuestra civilización actual un final hacia el 2030, ya que aunque nuestra

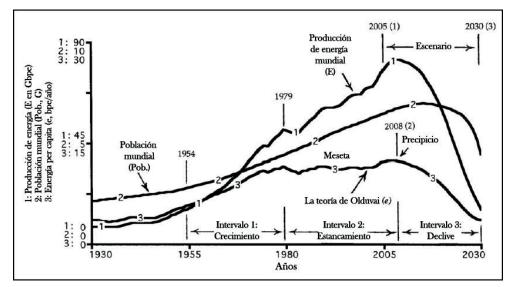


FIGURA 6 –

La Teoría de Olduvai

pronostica que nuestra

civilización comenzará un

período de decaimiento a partir

del año 2030.

industrialización cuenta desde finales del siglo XIX, el auge de nuestra economía e industrialización, para esta teoría cuenta a partir de 1930. De tal manera que en el 2030 la humanidad llegaría a su máximo apogeo y a partir de ahí entraría en decadencia, regresando poco a poco a niveles de civilización anteriores hasta llegar, al cabo de unos mil años, a una cultura basada en la caza y la recolección, tal y como existía en la Tierra hace tres millones de años, cuando se desarrolló la industria olduvayense. Así que, si esta teoría fuera cierta, solo nos quedan menos de 10 años para que comience este período de decadencia. Vistos los problemas, en cuanto a la escasez de combustibles fósiles y de eficiencia energética que tenemos actualmente, parece que no va muy mal desencaminada la teoría. Veremos.

Cien años es muy poco tiempo a niveles cósmicos. Aunque hayan existido o lleguen a existir muchas civilizaciones, parece ser que las que coinciden en el tiempo con nosotros son muy pocas, menos de 300 para todo el universo visible según esta teoría, lo que supone una civilización por cada dos mil millones de años-luz de distancia media entre ellas. Ya vimos en el artículo anterior que dos mil millones de años-luz es una distancia insalvable para que coincidan nuestras comunicaciones e incluso para un encuentro casual con nuestra civilización actual. A efectos prácticos es como si estuviéramos solos en el Universo, porque aunque no estuviéramos solos las enormes distancias nos mantienen aislados sin posible comunicación y mucho menos con visitas.

Por otra parte, aunque ellos pudieran llegar a contactar con nosotros, tal vez no les importemos. Entre la hormigas y nosotros existe una distancia más corta que la que existe entre nosotros y una civilización de tipo 3 en la escala de Kardasov. Nosotros miramos a las hormigas y no nos preocupamos de cómo están ni queremos hacer contacto con ellas, ni queremos entender su lenguaje, y si alguna vez lo hiciéramos, no conseguiríamos comunicarnos adecuadamente con ellas. A niveles cósmicos posiblemente no somos tan importantes como nosotros creemos. Aunque tampoco somos tan pequeños, porque hemos llegado a tener conciencia del propio Universo. Pero suficientemente intrascendentes como para que una civilización de escala 3 se preocupe en comunicarse con nosotros.

La conclusión es que no debería importarnos demasiado la posibilidad de existencia de vida extraterrestre inteligente en otras galaxias, ya que lo más probable es que jamás consigamos establecer contacto con esos seres.

Buscando en la cuarta dimensión

Cuando en los apartados anteriores nos preguntábamos "¿dónde buscamos?", estábamos teniendo en cuenta únicamente las tres dimensiones espaciales y hemos hecho caso omiso de la cuarta dimensión, el tiempo. Generalmente solemos utilizar la palabra Cosmos como sinónimo de Universo, sin embargo la palabra Cosmos, que es un sistema o conjunto ordenado que se rige por la ley natural, se debe utilizar para referirse al espacio exterior al planeta Tierra. El Universo es mucho más amplio, abarca todo, tanto el espacio como el tiempo y todos los elementos que lo conforman, lo microscópico y lo macroscópico. Así pues, tenemos que recordar que en el Universo no podemos desligar la dimensión temporal de las espaciales. Si no tenemos en cuenta esto es posible

que estemos buscando donde ya no existe nada.

Sabemos, por la teoría de la relatividad, que el tiempo transcurre más o menos lento dependiendo de la velocidad en que se mueve un objeto material animado o inanimado. En velocidades cercanas al reposo, que son en las que nos movemos los seres vivos, no hay percepción por parte de nuestros sentidos de que se dilata el tiempo. Por eso en las distancias que manejamos en nuestro planeta no nos hace falta echar mano de la cuarta dimensión (el tiempo), como no nos hace falta echar mano de la tercera dimensión (altura) para encontrar un punto en el plano de una ciudad. Pero cuando tratamos de encontrar o situar algo en el Universo no podemos deshacernos de esa cuarta dimensión.

Entonces, la pregunta no es si existe vida extraterrestre, la pregunta correcta es si ha existido, existe o podrá existir vida extraterrestre en el Universo. Es decir, si el Universo, en toda su extensión y en todo su tiempo, es capaz de albergar más vida que la nuestra. Universo significa desde el Big Bang hasta su final, si es que tiene final. De lo cual se deduce que si la expansión del Universo llegase a ser infinita, la posibilidad de que se creara otro tipo de vida, a parte de la nuestra, también sería infinita.

Por eso no es lo mismo buscar señales de vida inteligente que se han emitido hace cuatro años (Alfa Centauro) que hace seis mil millones de años (galaxia lejana). Porque en el primer supuesto podríamos intentar comunicarnos, ya que de alguna manera somos "contemporáneos". Sin embargo en el segundo supuesto es imposible establecer una comunicación. Porque alejados en la distancia significa también alejados en el tiempo, y por lo tanto la prioridad debería ser la de enfocar nuestros aparatos de recepción hacia lugares relativamente cercanos.

Ya vimos que en el Universo, a causa de los campos gravitatorios que producen los diferentes cuerpos masivos, todo se mueve, y además a diferentes velocidades, nada está inmóvil. Aunque no lo parezca esto es algo muy importante a tener en cuenta, ya que dependiendo de la velocidad a que se viaja se tiene una percepción diferente del tiempo. Pero resulta que, mientras no se demuestre lo contrario (nuestros amigos Paco y Marcel de la AAS están en ello), no hay un centro cósmico de referencia desde donde se puedan medir las distintas velocidades. Por eso el movimiento de cualquier objeto masivo en el

Universo es relativo, depende del marco de referencia en el que se tomen las mediciones. Sin embargo, sucede algo muy extraño para nosotros, mientras la velocidad de los cuerpos es relativa, la velocidad de la luz es absoluta, no cambia aunque cambie el marco de referencia donde se realicen las mediciones. No importa a qué velocidad te muevas respecto a ella, su velocidad siempre es la misma.

Por ejemplo, ¿a qué velocidad se mueve un mosquito en el interior de un coche que circula a 100 km/h? Pues depende del marco de referencia. Si medimos su velocidad desde el marco de referencia del interior del coche obtendremos que vuela a una velocidad de, por ejemplo, 4 km/h; si medimos su velocidad desde el exterior del coche, desde un lugar en el que "estamos parados", obtendremos una velocidad diferente, de forma que si el mosquito vuela en el interior del coche en la misma dirección que se mueve el coche obtendremos una velocidad de 104 km/h; si medimos desde el marco de referencia de la Tierra habrá que sumar o restar la velocidad a que se mueve la Tierra, dependiendo de si esta lo hace en la misma dirección o en otra diferente; y podemos seguir sumando marcos de referencias: Sol, Galaxia, grupo de galaxias, etc. Por tanto en el Universo no se puede medir una velocidad absoluta para un objeto, y para medir una velocidad 0 hay que medir un objeto que se mueve respecto a otro a la misma velocidad y en la misma dirección y desde un mismo marco de referencia determinado. Pero seguirán siendo velocidades relativas, porque si se cambia de marco de referencia cambiarán sus velocidades.

Nuestros conceptos usuales de espacio y de tiempo nos parecen correctos en nuestro marco de referencia terrestre pero no son correctos en el Universo. Lo que solemos entender como espacio y tiempo no son conceptos absolutos, como nos parece aquí en nuestro planeta, donde nos movemos a velocidades parecidas unos de otros y cercanas al reposo, sino que son relativos. El tiempo no fluye al mismo ritmo para todos. Si nos movemos unos respecto a otros a distintas velocidades, las personas que se mueven respecto a mí, para ellos el tiempo fluye distinto, fluye más lento, y para ellos mi tiempo es el que fluye más rápido. Y lo que solemos entender por espacio, en el Universo también es relativo. Poincaré señaló el hecho de que nuestros sentidos no pueden percibir directamente la geometría del espacio y por eso nos parece absoluto. Sin embargo las distancias son relativas porque si yo mido un objeto que mide 1m y lo acelero al 90% de la velocidad de la luz,

cuando pasa y lo vuelvo a medir, resulta que ya no mide 1m sino 40cm. Y lo mismo ocurre si mido el objeto en la Tierra y después en la Luna, en la Luna tendría menor tamaño al encontrarse en un campo gravitatorio menor que el de la Tierra. Esto es un hecho comprobado y repetido, no es una ilusión óptica. Lo curioso es que cuando medimos tiempo estamos en realidad midiendo espacio (distancia entre las cosas), porque el tiempo es una abstracción a la que llegamos a través de los cambios en las cosas. Utilizamos el ángulo cubierto por la manecilla del reloj para inferir el tiempo transcurrido; el tiempo solar es la distancia recorrida por el sol en el cielo; el tiempo sideral, lo que se han desplazado las estrellas; el TU expresa lo que es la rotación de la Tierra respecto al Sol; el tiempo atómico, las oscilaciones de un átomo de cesio, etc. Si no hubieran cosas (materia) y éstas no se movieran, no podríamos medir el tiempo.

Con tanta complejidad de movimientos y tiempos diferentes que hay en el Universo tenemos el problema de la simultaneidad. Esta quiere decir que dos cosas suceden exactamente al mismo tiempo en dos lugares diferentes. Pero eso es lo que percibimos aquí con nuestros sentidos poco adaptados al Universo, porque vivimos en un planeta donde nos movemos a bajas velocidades y no podemos apreciar que la simultaneidad es relativa. Sin embargo, a nivel cósmico y debido a que todo se mueve a distintas velocidades (algunas de ellas muy grandes) y en distintas direcciones, se puede comprobar que la simultaneidad es relativa. Recordemos que la luz del rayo y el sonido del trueno viajan en nuestra atmósfera a distintas velocidades, y por lo tanto no hay acuerdo en si son dos acontecimientos distintos o sucedieron al mismo tiempo. Aunque no es un símil adecuado nos puede ayudar a comprender el concepto, porque algo parecido es lo que sucede cuando viajamos hacia la luz o en dirección contraria a ella. Alguien que se mueva respecto a mí a gran velocidad no estará de acuerdo en cuando ocurrió un evento simultáneo, y me dirá que no es cierto, que no ocurrieron al mismo tiempo, sino que primero ocurrió uno y luego el otro; y alguien que se mueve a gran velocidad en dirección contraria los ve al revés. ¿Quién tiene razón? Todos tienen razón, la simultaneidad es relativa, es el precio a pagar por tener una velocidad de las luz absoluta.

Si la simultaneidad es relativa, entonces tenemos un problema muy serio con la causalidad. Porque si no nos podemos poner de acuerdo cuando dos eventos ocurrieron al mismo tiempo, tampoco nos podemos poner de acuerdo en cual ocurrió antes y cuál después. Sabemos que las causas tienen que estar antes que sus efectos, sin embargo la relatividad de la simultaneidad aparentemente destruye la causalidad. ¿Entonces cuál es la solución? La causalidad solo puede salvarse si asumimos que la única velocidad absoluta "c" es también la velocidad máxima del Universo. Si permitimos que algo viaje más rápido que la luz, entonces violamos la causalidad y por tanto permitimos que los efectos sucedan antes que las causas.

Pero cuidado con lo que nos cuentan en las películas de ciencia-ficción en torno a los viajes en el tiempo. Viajar a grandes velocidades implica viajar al futuro, pero no significa que tú puedas viajar a tu propio futuro, en todo caso significa viajar al futuro de otros, pero no al tuyo, uno no puede viajar a su propio futuro. Vimos en el artículo anterior que desde el punto de vista físico el tiempo es como una película donde "todo ya está escrito". Mientras tú eres un actor de esa película vives tu propio presente en cada fotograma, y sabes lo que ya ha pasado, pero no sabes lo que pasará más adelante. Para que los actores puedan saber lo que ocurrirá en el futuro de la película o para retroceder a sus actuaciones anteriores en la misma, tienen que salir de la película. ¿Y cómo salir de la película? Pues viajando a la velocidad de la luz o a velocidades cercanas a ella. Si tú consiguieras viajar a la velocidad de la luz el tiempo se detendría para ti, y entonces podrías "salir de la película", y desde fuera de ella podrías ver lo que pasaría más adelante a todos y a todo lo de más, pero no lo que te pasaría a ti, porque tú ya no estás en la película. Desde el punto de vista de la física todo esto no es ficción, es verdaderamente real, y se ha confirmado. Se ha podido comprobar que el paso del tiempo en dos relojes atómicos ha transcurrido de diferente manera cuando uno de ellos estaba en reposo y el otro viajando a una gran velocidad. Es verdad que las velocidades conseguidas son muy bajas en comparación a la velocidad de la luz, y por tanto han sido porciones mínimas de tiempo inapreciables para nuestros sentidos, pero el desfase ha existido y se ha podido medir. Si uno de estos relojes viajara al 1% de la velocidad de la luz (casi 30.000 km/s) el tiempo le transcurriría un 1% más lento; si pudiera viajar a la mitad de la velocidad de la luz el reloj marcharía la mitad de lento, y si pudiera viajar a la velocidad de la luz se detendría.

Un ejemplo muy conocido es que si viajáramos a la

velocidad de la luz hacia Alfa Centauro, tardaríamos 4'3 años-luz en llegar desde el punto de vista de los que se quedan en Tierra, sin embargo nosotros percibiríamos que llegaríamos de forma instantánea. Al volver a la Tierra habrían trascurrido otros 4'3 años-luz para nuestros amigos y familiares. Nosotros hubiéramos tardado lo que tarda en acelerar y frenar nuestra nave, tanto en viaje de ida como de vuelta, más el tiempo de estancia en un planeta de Alfa Centauro, pongamos unos dos meses para todo ello. Al llegar a la Tierra encontraríamos que en ella han transcurrido 8'6 años más dos meses. Sin embargo para nosotros solo ha transcurrido dos meses. Hemos viajado al futuro, pero no a nuestro futuro. Hemos detenido "nuestro tiempo", hemos salido de la "película de la historia" para adelantarnos a lo que pasará en esa película. Pero al ser actores que hemos salido de la película y al no participar de ella ya no podemos viajar a nuestro propio futuro en la película, pero sí al de todo lo demás que transcurre en ella.

Pero no solo se viaja en el tiempo dependiendo de la velocidad, también el tiempo transcurre a diferentes ritmos en regiones de diferente potencial gravitatorio (figura 7). Cuanto mayor es la distorsión local del espacio-tiempo debido a la gravedad, más lentamente transcurre el tiempo. En términos más simples, los relojes que se encuentran lejos de cuerpos masivos van más rápido, y los que están cerca de los cuerpos masivos van más despacio, respecto a un observador situado lejos de la fuente del campo gravitatorio. Esto se comprueba al comparar cómo marca los segundos un reloj muy preciso situado a ras de tierra con lo que marca otro situado a gran altura (por ejemplo, en la azotea de un rascacielos o en un satélite en órbita a la Tierra). El reloj del suelo va más despacio que el reloj a gran altura (ya que la fuerza de la gravedad es mayor en el suelo y disminuye con el cuadrado de la distancia al centro de la Tierra). Einstein nos demostró que la gravedad no es otra cosa que una deformación del espacio-tiempo. O sea, el tiempo también se curva en presencia de una masa, y esto es otra prueba más de la realidad del espacio-tiempo y de que las dimensiones temporales y la espacial tienen la misma naturaleza.

Queda claro pues que un cuerpo con masa afecta al tiempo, de forma que cuanto más masa "más denso es el tiempo". Entonces, ¿cómo se explica que la masa produzca el mismo efecto que la velocidad? En realidad es lo mismo, el tirón gravitacional es causado por la masa de un cuerpo, a mayor masa, mayor gravedad, a mayor gravedad, mayor

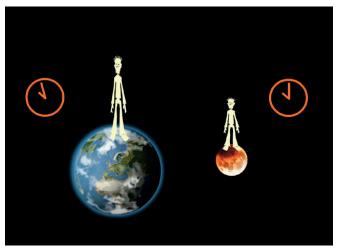


FIGURA 7 —
La presencia del campo gravitatorio de una masa afecta al tiempo y al espacio. La gravedad hace que los relojes atrasen. Un reloj en la superficie de la Tierra atrasa con respecto a un reloj en la Luna ya que el campo gravitatorio en la superficie terrestre es mayor que el de la lunar. La diferencia es pequeña, pero puede medirse. La gravedad también actúa sobre el espacio, alargando el tamaño de los objetos (estirándolos): un poste clavado en la superficie de la Tierra sería más largo que uno clavado sobre la superficie de la Luna. Los astronautas son un poco más altos en la Tierra que en la Luna. (Cosmoeduca)

distorsión del tiempo. Es decir, para causar una mayor distorsión del tiempo es necesario obtener gravedad, y la única forma de obtenerla es por medio de una masa mayor. ¿Y cómo se aumenta la masa?, acelerando. A mayor velocidad, mayor masa, ya que la fuerza necesaria para acelerar y aumentar la velocidad es transformada en masa.

La conclusión es que la distorsión espaciotemporal producida por los diferentes cuerpos masivos (nubes de polvo y gas, planetas, estrellas, galaxias, grupos de galaxias, etc.) que van a encontrar las ondas electromagnéticas (posibles mensajes extraterrestres) en sus viajes por el Universo, afectan al tiempo y el lugar de emisión o recepción de las mismas. De tal manera que es muy complicado determinar tanto el lugar y momento exactos de procedencia como el lugar y momento exactos de recepción.

Al respecto de estos últimos párrafos hay que decir que recientemente nuestros compañeros de la AAS Francisco Pavía y Marcelino Álvarez han publicado un trabajo revisado por pares que podría dar mucho que hablar en el ámbito científico. Una versión más divulgativa se ha publicado en el n.º 146 de este mismo boletín Huygens. Entre otras cosas, demuestran que se debería sustituir en todas las

fórmulas la velocidad de la luz "c" por la velocidad de los campos gravitatorios "@", ya que aunque ambas tienen la misma velocidad absoluta, la primera es consecuencia de la segunda. Nosotros, en nuestra serie de artículos, siempre hemos hablado de "c" cuando nos hemos referido a la máxima velocidad absoluta, porque de momento es la aceptada en el ámbito científico. Así que, si su trabajo acaba siendo aceptado en consenso por la comunidad científica, no solo tendremos que cambiar "c" por "@" sino también algunos conceptos de todo lo que hemos publicado en esta serie de artículos.

¿Y SI NO EXISTE MÁS VIDA QUE LA NUESTRA EN EL UNIVERSO?

Nunca podremos responder esta pregunta, porque para ello deberíamos descartar uno por uno todos los mundos del Universo, tarea prácticamente imposible, entre otras cosas porque hay que referirse al Universo, no al Cosmos. Y por tanto hay planetas que ya no existen pero en alguno de ellos ha podido existir la vida, mientras que otros todavía no existen pero cuando se formen podría desarrollarse la vida en alguno de ellos. Por eso esta es una pregunta más filosófica que científica que podría ser clasificada como de tipo existencial y totalmente sujeta a la fe. Por tanto no tiene sentido científico, ni es verificable, ni es falsable.

Pero a pesar de todo, ¿por qué queremos encontrar vida e ir a las estrellas?, ¿por qué la ciencia quiere ir siempre más allá y no nos quedamos contentos en nuestro Planeta? Tal vez porque el ser humano es curioso por naturaleza. Y si hay vida más allá de nuestro sistema solar queremos llegar a ella para entenderla y estudiarla. ¿Pero y si realmente estamos solos en el Universo? ¿Sería ético sembrar la vida en él antes de que la Tierra se desintegre? ¿Estaríamos contaminado el Universo, o por el contrario es nuestra responsabilidad que algún día existan "galaxias verdes"? ¿Y si alguna civilización muy remota en el tiempo se nos adelantó, pensó en "sembrar la vida", lo llevó a cabo y nosotros somos consecuencia de ello?

Bibliografía:

Ferrer, Á. (2000). Planetas extrasolares. Huygens, 24

Serquera, D. (2001) Vida en otros planetas. Huygens, 30

Salvador, J. (2017). *Próxima B, la "otra" Tierra mas cercana*. Huygens, 46

Arias, J.E. (2006), Transformación de Lorentz: el "eureka" de la Relatividad Especial y el arranque de imaginarias máquinas del tiempo. Huygens, 59

"Planeta Ricitos de Oro" Wikipedia, La enciclopedia libre. 10 dic 2020. 20 dic 2021.

https://es.wikipedia.org/wiki/Planeta_Ricitos_de_ Oro

"Zona de habitabilidad" Wikipedia, La enciclopedia libre. 21 ene 2021. 20 dic 2021.

https://es.wikipedia.org/wiki/Zona_de_habitabilidad

"Exoplaneta" Wikipedia, La enciclopedia libre. 17 dic 2021. 26 dic 2021.

https://pt.wikipedia.org/wiki/Exoplaneta

"Espacio-tiempo" Wikipedia, La enciclopedia libre. 19 ene 2022. 22 ene 2022.

https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio-tiempo