



Extraterrestres (VII): Viajar a velocidades superlumínicas

Miguel Guerrero

rupestreguerrero@gmail.com

En el artículo anterior de esta serie vimos cómo la velocidad de la luz "c" es la que conecta el espacio con el tiempo. También intentamos demostrar cómo es casi imposible establecer una comunicación entre civilizaciones extraterrestres intergalácticas con sistemas de comunicación que van a esa velocidad, es decir, utilizando el electromagnetismo. ¿Pero sabemos si alguna civilización ha conseguido dominar alguna tecnología que le permita viajar o enviar señales a velocidades superiores a la luz o incluso a velocidad infinita? ¿Tal vez las han enviado pero no las sabemos decodificar?

Sabemos que no existe la velocidad cero, ya que en el Universo todo se mueve con respecto a algo, porque no hay nada inmóvil, no hay ningún punto de referencia universal que tenga velocidad cero. La única forma de obtener una medición de 0 km/h es comparando dos cosas que se mueven exactamente a la misma velocidad y en la misma dirección. Pero también sabemos, gracias a la relatividad, que en el Universo hay un límite de velocidad que es "c". Da igual respecto a qué te muevas, nunca se podrá rebasar esa velocidad.

Está demostrado que la materia no puede viajar a la velocidad de la luz ni a velocidades cercanas a ella, y mucho menos a velocidades superiores, porque esa es la velocidad del tejido mismo del espacio-tiempo. Ninguna civilización ET, por muy avanzada que sea, puede violar esta ley. La teoría especial de la relatividad implica que solo las partículas

con masa en reposo cero pueden hacerlo. Es decir, la materia no puede viajar a esa velocidad pero sí que se pueden enviar mensajes a esa velocidad. Así pues, en lo que respecta a nuestra civilización, solo nos queda la comunicación. No parece que ningún método de propulsión futura, para impulsar naves espaciales que nos permita llegar a otras partes del universo, pueda llegar a alcanzar esas velocidades. Eso nos limita la posibilidad de alcanzar estrellas y mundos situados en otras galaxias. Sin embargo, veamos qué velocidades podríamos llegar a alcanzar con algunos métodos de propulsión futura para ver si nos permitirían llegar a mundos de nuestro vecindario en un tiempo razonable y compatible con la existencia de nuestra especie humana.

Métodos de propulsión del futuro

Una de las naves más rápidas que ha conseguido impulsar el ser humano ha sido la nave Juno. Lo hizo hace pocos años con motivo de la inserción orbital alrededor de Júpiter, y alcanzó una velocidad de 265.540 km/h (73,7 km/s), o lo que es lo mismo, el 0,02% de la velocidad de la luz. Sin embargo, esta velocidad medida en la sonda espacial Juno se refiere a la velocidad geocéntrica. Como ya hemos visto anteriormente, el cálculo de las velocidades en el espacio es complejo debido a que no hay un punto de referencia universal. Obtener una medida de velocidad absoluta es complicado debido a las leyes de la mecánica orbital, por eso siempre se obtienen velocidades relativas al sistema de referencia utilizado. El cálculo de las velocidades de las naves espaciales es bastante complejo debido a dos motivos principales: los sistemas de referencia y las propiedades de las órbitas. Galileo se dio cuenta de que las velocidades dependen del sistema de referencia elegido. Hay tres sistemas de referencia para obtener la velocidad de las sondas espaciales: El primero es el heliocéntrico, que es el que mide los vectores con respecto al Sol. El segundo es el planetocéntrico, o sea, el que mide las velocidades con respecto al planeta de destino, en este caso Júpiter. Por último tenemos el sistema geocéntrico o el ptolemaico (el que sitúa a la Tierra en el centro del Universo), que aparentemente es el más inútil de los tres para una sonda interplanetaria y el que se debe tener en cuenta para las comunicaciones. Dependiendo del sistema de referencia, otras sondas espaciales

como la sonda soviética VeGa 1, su hermana VeGa 2 y otras, han obtenido velocidades sensiblemente superiores a Juno.

Pero una cosa es moverse por el Sistema Solar, donde la variación de la velocidad que se obtiene dependiendo del sistema de referencia utilizado es mínima, y otra es moverse por nuestro vecindario estelar o por nuestra galaxia, donde, a demás, se añaden nuevos sistemas de referencia. Evidentemente no es lo mismo un viaje por el interior del Sistema Solar que un viaje interestelar o intergaláctico. La tecnología que actualmente dispone nuestra civilización para realizar viajes a través del Sistema Solar es el combustible líquido o químico, pero éste no es viable para realizar viajes interestelares. Se necesitaría un tanque de combustible tan grande que tendría que alojar el equivalente a varias veces la masa del Sol. Pero para poder mover ese tanque de combustible tan pesado se necesitaría mucho más combustible para poder moverlo, con lo que el consumo de combustible crecería de forma exponencial cuanto más largo se hace el viaje. Así pues, para viajar a las estrellas más cercanas se necesitarán otros tipos de medios de propulsión. Veamos en las siguientes líneas algunos de los que podríamos disponer en un futuro.

Propulsión Iónica: Es un tipo de propulsión espacial que utiliza un haz de iones (moléculas o átomos con carga eléctrica) para la propulsión. Este tipo de motores se han probado y funcionan, pero la velocidad que puede llegar a alcanzar es insuficiente para llegar a las estrellas más próximas en un intervalo de tiempo aceptable.

Cohetes de fusión: Esta es una tecnología que el día que la llegemos a controlar nos permitirá obtener energía muy barata. Es la fuente de energía que alimenta el Sol y las estrellas. Tal vez algún día podría impulsar cohetes que permitan a los humanos viajar a las estrellas más cercanas.

Propulsión por explosión nuclear: Esta tecnología se puede dar por descartada porque tiene el problema de que necesita una gran cantidad de combustible, por lo que parte del combustible se utiliza para impulsar el propio combustible, haciendo que esto sea totalmente ineficiente. Serían naves impulsadas por “minibombas” nucleares y alcanzarían grandes velocidades. Hablamos de una nave de 400.000 toneladas, de las cuales 300.000 serían de combustible. Ya fue diseñada y probada hace varias décadas, por Stanislaw Ulam y Freeman Dyson, el de “las esferas”. Fue la nave llamada “Orión”.

Reactor de fusión: Una especie de pala recoge el hidrógeno que se encuentra en el medio interestelar y lo fusiona generando un impulso. El diseño es muy simple, ya que no carga combustible porque el hidrógeno se encuentra por todas partes. Pero aún nos queda mucho para conseguir esta tecnología.

Velas solares: Se trata de naves con velas gigantescas impulsadas por la presión fotónica de un láser. Una lente transmisora de unos 1.000 km de diámetro recogería este haz láser y lo enfocaría en dirección a la vela

de la nave. Esta vela tendría unos 100 km de diámetro. La gran ventaja, además de no requerir de combustible, es que toda esta tecnología ya la tenemos a nuestra disposición. Sin embargo tiene un problema de eficiencia energética. (Figura 1)

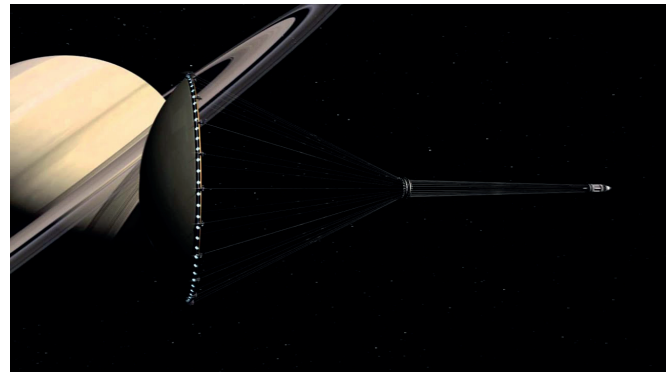


FIGURA 1 – *Recreación de una vela solar a su paso por el planeta Saturno.*

Las primeras naves que seamos capaces de enviar a las estrellas seguramente serán pequeñas sondas, no más grandes que una simple moneda, que no estarán tripuladas. Su medio de propulsión tal vez sea el de una potente fuente de rayos láser. Según dijo Hawking, “una inversión de 10.000 millones de dólares bastaría para que, en solo una generación, se pudiesen enviar estas pequeñas sondas hasta Alfa Centauri. Según sus cálculos, una potencia de 100.000 millones de vatios bastaría para acelerar una de estas velas a un quinto de la velocidad de la luz, y cubrir esta distancia en 20 años”.

Pero aunque en un futuro consiguiéramos dominar estas tecnologías, todos ellos son sistemas que consiguen velocidades entre un 10% y un 20% de la velocidad de la luz, viables para alcanzar estrellas cercanas en

varias décadas pero inviables para alcanzar estrellas lejanas o galaxias. Como individuos, los humanos seguramente no podremos realizar nunca viajes intergalácticos, aunque tal vez como especie sí que podamos alcanzar estrellas lejanas de nuestra propia galaxia. Los primeros individuos humanos que salieron del centro de África no consiguieron llegar muy lejos, pero con el paso de cientos de miles de años la especie acabó colonizando todos los rincones del Planeta. A nosotros nos quedan entre cien mil y un millón de años para alcanzar el nivel III de la escala de Kardashov, que nos permitiría colonizar nuestra galaxia. Por otra parte, si alguna especie extraterrestre muy avanzada ha conseguido perpetuarse en el tiempo y está intentando colonizar el Universo sin violar las leyes de la relatividad, lo tiene muy complicado; pero si a pesar de todo lo ha conseguido mediante otras leyes físicas, desconocidas para nosotros, de momento todavía no ha dado con este rincón de nuestra galaxia. Es decir, ¿no han dado con nosotros porque no existe o no ha existido ninguna civilización en el Universo capaz de alcanzar niveles superiores al estado III de la escala de Kardashov, o sí que la han alcanzado, pero a pesar de ello no pueden violar ciertas leyes de la geometría del espacio-tiempo?

¿Viajar en naves espaciales a la velocidad de la luz?

Las naves espaciales que los humanos o cualquier civilización extraterrestre pudieran llegar a construir, por muy avanzadas

que fueran sus tecnologías, nunca podrían viajar a la velocidad de la luz, de momento solo se puede conseguir en la ciencia-ficción. Las ondas electromagnéticas sí que pueden viajar a esa velocidad porque sus partículas no tienen masa, pero la teoría de la relatividad explica que es imposible que la materia pueda viajar a la velocidad de la luz. Esto es así porque toda aceleración necesita energía, pero cuanto más energía le imprimas a un objeto más masivo se vuelve, y cuanto más masivo más pesado, y cuanto más pesado más energía se necesita para moverlo. Es la pescadilla que se muerde la cola. De forma que cuando llegas a alcanzar la velocidad de la luz la masa y la energía que necesitas para impulsar la nave se hacen infinitas. Es decir, que cuanto más rápido vamos más energía necesitamos para movernos. Pero eso no es todo, también se verifican extraños efectos, como la contracción de las longitudes (Fig. 2) y la dilatación del tiempo. Así que olvidémonos de que cualquier objeto material, es decir, nave tripulada, ser humano, ser extraterrestre, etc., pueda viajar a velocidades cercanas ni parecidas a la de la luz. La física tiene sus límites, y ninguna de estas cosas son posibles en el universo que conocemos, por mucho que evolucionen las tecnologías de las civilizaciones.

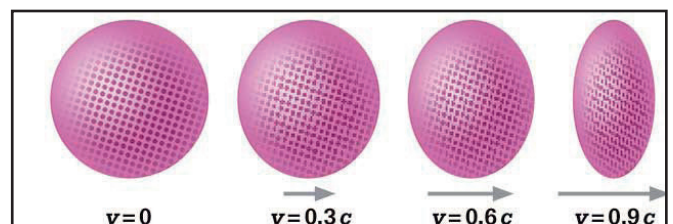


FIGURA 2 – A medida que la velocidad (v) de un objeto se acerca a la de la luz (c), se aplasta cada vez más en la dirección de la marcha visto por un observador estacionario. No es una mera ilusión óptica. En el marco de referencia del observador, la forma del objeto cambia realmente.

A parte de que la teoría de la relatividad demuestra que es imposible viajar a la velocidad de la luz, seguramente hay muchos más factores que impiden que podamos alcanzar esa velocidad. Por ejemplo, aunque cualquier civilización extraterrestre o nosotros mismos consiguiéramos alguna tecnología que nos permitiera viajar a esas velocidades sin morir instantáneamente, moriríamos en cuestión de segundos por otras razones.

Por ejemplo, cuando las naves espaciales regresan a la Tierra, la fricción con el aire y las partículas de nuestra atmósfera provoca un calentamiento en la nave a cusa de la gran velocidad de entrada. Esto es un problema que solucionamos con escudos protectores, pero a la velocidad de la luz no hay escudo protector que valga. Es verdad que la densidad de partículas en el vacío interestelar es muy baja, pero a la velocidad de la luz o a velocidades cercanas, los pocos átomos que encontraríamos incidirían contra la proa de la nave con una aceleración similar a la que se alcanza en el Gran Colisionador de Hadrones (LHC). Esto produciría una energía en forma de radiación ionizante de 10.000 “sieverts” por segundo. Un ser humano no es capaz de aguantar una dosis de unos 6 sieverts en ese lapso de tiempo, de forma que 10.000 sieverts no solo destruiría cualquier rastro de vida en el interior de la nave sino que le produciría daños irreparables.

Como solución, habríamos de conformarnos con alcanzar velocidades de, como mucho, un 10 por ciento de la velocidad de la luz, que difícilmente nos permitirían viajar a la estrella más cercana, Próxima Centauri, en el plazo de una vida humana, ya que los

4,22 años luz de distancia se tornarían en 40 años de viaje.

Pero incluso a “bajas velocidades” (10% de la luz) tendríamos que enfrentarnos a grandes problemas. Por ejemplo, en los centros galácticos suele haber agujeros negros que impedirían el paso de naves espaciales; el espacio está lleno de polvo, gas y piedras de todos los tamaños; las naves pasarían cerca de algunas estrellas que provocarían, por gravedad, el desvío de la nave una y otra vez. Al atravesar un centro galáctico a esas velocidades es prácticamente imposible que no te tropieces con alguna “piedrecita”. Esto, que parece insignificante, podría destruir una nave perfectamente. Las balas más rápidas alcanzan una velocidad de 1.230 m/s o 4.433 km/h. La nave espacial Juno alcanzó los 265.540 km/h o 72,7 km/s (70 veces más rápido que una bala), imaginaos a 30.000 km/s, que es el 10% de la velocidad de la luz... una nave acabaría como un colador antes de llegar a su destino (Fig. 3).

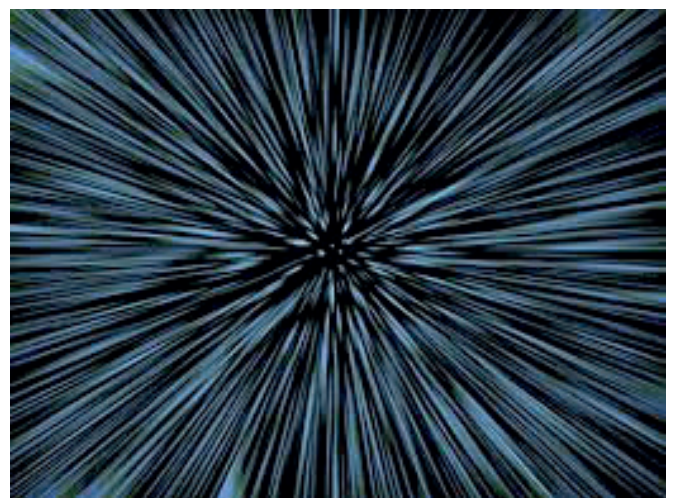


FIGURA 3 – A la velocidad de la luz los impactos de pequeñas fragmentos del tamaño de la arena incidiendo sobre una nave serían letales.

Se tiende a pensar que el espacio está casi vacío, pero a diario la Tierra recibe 100 toneladas de materia extraterrestre, la suerte es que la atmósfera ralentiza y minimiza los impactos. En las zonas galácticas con mayor concentración de materia sería complicado esquivar tanto objeto. El espacio intergaláctico parece que esté más vacío pero en realidad no sabemos lo que hay, puede que haya mucha materia oscura que no se ve porque no refleja la luz al no haber estrellas cercanas, y podríamos tropezar con ella a esas velocidades.

Así pues, ya sea por una razón o por otra, queda descartada la posibilidad real de que

cualquier objeto material, animado o inanimado, pueda viajar a la velocidad de la luz o a velocidades cercanas a ella. En el caso de que fuéramos la única civilización de nuestra galaxia, solo nos queda la posibilidad de recibir “mensajes dentro de la botella” como hacemos nosotros cuando enviamos nuestras naves Voyager o las Pioneer hacia el espacio exterior. Y esa posibilidad es tan remota que se acerca a lo imposible. Después de todo lo visto parece claro que resulta complicada la posibilidad de que nos visiten o nos hayan visitado naves tripuladas extraterrestres. Hacemos bien en centrarnos únicamente en los posibles mensajes.

Viajar a velocidades superiores a la luz

La velocidad de la luz es la barrera que impide que una partícula pase de tener menor velocidad que la luz a tenerla mayor.

Aunque puede que existan partículas que consigan saltarse esa barrera y puedan viajar a una velocidad superior a “c”, pero no las conocemos, no se conoce nada que pueda superar esta barrera. Sí que es verdad que “existen” unas partículas que sí que lo hacen, pero de momento son unas partículas imaginarias, hipotéticas.

Se puede viajar a velocidades superiores a la luz siempre que ésta lo haga en un medio diferente al vacío, ya que en cualquier otro medio la luz viaja a menor velocidad que en el vacío. Incluso el vacío interestelar o el vacío intergaláctico no son vacíos absolutos, ya que en ellos hay cierta cantidad de partículas. Cualquier otro medio que no sea el vacío absoluto frenará en mayor o menor medida la velocidad de la luz. Cuando se supera la velocidad de la luz en estos medios se produce el llamado “Efecto Cherenkov” (fig. 4), una radiación de tipo electromagnético producida por el paso de partículas cargadas eléctricamente en un determinado medio a velocidades superiores a la velocidad de fase de la luz en ese medio. Es el mismo fenómeno que sucede cuando se rebasa la barrera del sonido, pero en lugar de ser audible, es visible. Es una onda de choque, igual que el trueno que un avión produce al “chocar” contra la barrera del sonido, que se manifiesta como un halo azul.

Pero el vacío, aunque no absoluto, es lo que nos vamos a encontrar en el Universo, y ya hemos visto, y de momento aceptamos, que la materia no puede viajar a la velocidad de la luz ni a velocidades próximas a ella. Las ondas electromagnéticas parece que

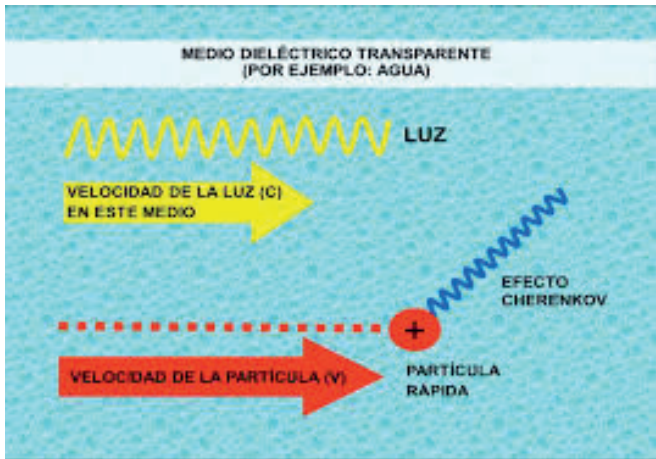


FIGURA 4 – Esquema del efecto Cherenkov.

tampoco pueden superar esa velocidad, sin embargo hay estudios que trabajan sobre la posibilidad de que algunas partículas puedan conseguir velocidades superlumínicas o incluso viajar de forma instantánea.

Unas de esas partículas son los taquiones. Un taquión es una partícula hipotética que se mueve a velocidades superlumínicas. A los taquiones se les atribuyen muchas propiedades extrañas (sobre todo por parte de los autores de ciencia ficción) como que nunca pueden ir a velocidades inferiores a la de la luz, o que mientras su energía disminuye, su velocidad aumenta.

Si existieran los taquiones y pudieran interactuar con la materia ordinaria podría violarse el principio de causalidad. Porque hay que tener en cuenta una cosa que ya hemos visto, y es que, según la relatividad, la comunicación más rápida que la luz es equivalente a viajar en el tiempo. Si pudiéramos enviar un rayo láser a 900.000 km/s, y que rebotara en un espejo en la Luna, ¿llegaría 1 segundo antes de haber salido? Parece que no se puede

violarse la relación causa efecto. Sin embargo, existe un método más simple para “mover algo más rápido que la luz”, que si lo descubren los “terraplanistas” o “magufos varios” que pululan por las redes, traería cola.

Se trata de coger un puntero láser y moverlo rápidamente de un lado al otro en el cielo nocturno. De esta forma estará viajando más rápido que la luz, porque en un instante recorre todo el cielo que podemos ver, es decir, un espacio que la luz tardaría millones de años en recorrer. Y si lo dirigimos hacia la Luna y lo movemos rápidamente de un lado a otro, por ejemplo de izquierda a derecha 2 cm en 1/10 de segundo, entonces el rayo láser recorre la superficie de la Luna a una velocidad de 2,5 veces la velocidad de la Luz (Fig. 5).

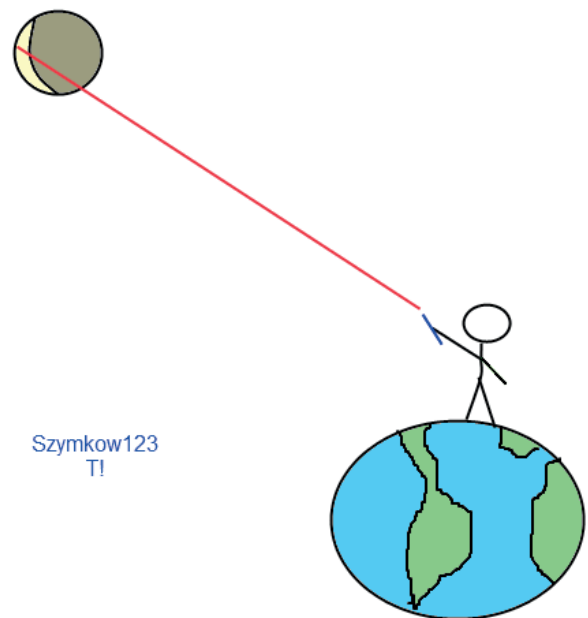


FIGURA 5 – Rayo láser apuntando a la Luna. Si moviéramos el puntero láser de una parte a otra de nuestro satélite en un movimiento muy rápido de nuestra mano, nos parecería que los lugares donde chocan en la Luna aparentemente se mueven a una velocidad mayor que la luz.

Pero esta es una percepción falsa que nos provocan nuestros sentidos, en concreto nuestra visión, no es tan fácil desmontar la teoría de la relatividad. Desde nuestro puntero láser sale un fotón detrás de otro, y todos ellos a la velocidad de la luz. Sólo los lugares donde chocan en la Luna aparentemente se mueven a una velocidad mayor que la luz. Pero no se trata de un movimiento real, los fotones no están viajando lateralmente, es algo que tiene que ver con el “Efecto Túnel” de la mecánica cuántica. En realidad, el láser se movería como cuando movemos una manguera de un lado a otro y vemos que el chorro realiza un movimiento en abanico, pero además visto con una luz intermitente muy rápida, de forma que podemos ver las gotas individuales (fotones). Aunque en el vacío tampoco lo veríamos así, porque el rayo láser es invisible en él. Cuando es posible ver el haz a lo largo de su trayectoria es cuando hay presencia de polvo o vapor de agua que desvía parte del haz en todas direcciones permitiendo que algunos fotones del mismo lleguen a nuestra retina.

Otro ejemplo, si apuntamos con un láser al Sol (obviando que el haz de luz no se vería a causa del brillo del Sol), desde que lo encendemos en A hasta que llega el primer fotón han de transcurrir 8 minutos. Sin embargo si movemos el láser lateralmente de A a B tendríamos que esperar otros 8 minutos más para que el fotón que acaba de salir en B llegue de nuevo al Sol. Es decir, en distancias cercanas nos parece que el láser se puede mover a mayor velocidad que la luz, pero ya hemos dicho que no se trata de un movimiento real, sino aparente, es nuestra percepción la que nos engaña. Y eso se debe a

que los fotones, y de hecho cualquier tipo de radiación electromagnética, está cuantizada, se trate de las ondas electromagnéticas, de radio AM de amplitud modulada o de cualquier otra fuente de luz. Cualquier destello de luz, por pequeño que sea, está formado por una cantidad extraordinariamente grande de fotones. Es decir, el láser no se comporta como “una barra de hierro” sino como una cantidad continua de fotones que van saliendo desde el puntero. La sensación de que el láser es como una barra rígida, y que al mover nuestra mano con él también movemos los fotones que han llegado a la Luna, es una sensación falsa, nos parece rígida porque los fotones no tardan nada en alcanzar varios km o incluso solo tardan poco más de un segundo en llegar a la Luna, pero si lo intentáramos con el Sol o con una estrella veríamos la diferencia. Es como hablar por teléfono con Nueva York o con Júpiter, en la primera nos parecerá una comunicación instantánea pero con la segunda necesitaremos horas.

Intentemos de nuevo engañar a Einstein. Supongamos que nuestro láser fuera, en vez de un haz de luz, una barra de hierro muy fina y ligera pero muy rígida, y que fuera tan larga que llegara hasta la Luna. Si intentáramos moverla lateralmente, como hicimos con el láser, en 1/10 de segundo, no podríamos, porque la parte final de esa barra iría a 2'5 veces la velocidad de la luz, y entonces necesitaríamos una energía infinita para poder moverla.

Después de ver lo que pasa realmente en estos burdos ejemplos, que parecen engañar a nuestra percepción, tenemos que asumir

que en el universo que conocemos no hay nada que se pueda mover a mayor velocidad que la luz.

Velocidad infinita

Ya hemos visto que dependiendo del observador, si éste está en reposo o viajando a diferentes velocidades, la percepción del tiempo se ralentiza hasta detenerse a la velocidad de la luz. Para un observador viajando a la velocidad de la luz, le parecería que viaja a una velocidad infinita, ya que llegaría instantáneamente a cualquier parte del Universo. En este caso, dependiendo del observador, la velocidad de la luz puede parecer una u otra. Sin embargo la teoría de la relatividad dice que “c” tiene una velocidad absoluta, independientemente de las circunstancias o velocidad a la que se mueve el observador. Así que, la velocidad de la luz puede parecer infinita dependiendo del contexto. Para un fotón, su existencia consiste en aparecer, cruzar cualquier distancia instantáneamente, chocar y provocar la emisión de un nuevo fotón. Es solo para los observadores de afuera, que el fotón viaja a una velocidad fija. Y esto no solo se aplica para la luz, también para la gravedad.

Pero se cree en la posible existencia de unas partículas que viajan a velocidad infinita. Ya hemos hablado de ellas, son los taquiones. Son partículas “imaginarias” que poseen una velocidad mayor que la de la luz. Cuanta más energía adquieren más lentas se mueven, y cuando llegan a una energía infinita reducen su velocidad hasta igualar la velocidad de

la luz. Y al contrario, al perder energía, van cada vez más deprisa, yendo a velocidad infinita cuando la energía es nula. La idea de una partícula que se mueve a velocidad infinita tiene sus paradojas. Iría de A a B en un tiempo nulo, lo cual significa que estaría en A y B al mismo tiempo, y también en todos los lugares intermedios. Y seguiría hasta los puntos C, D, E, etc., a través de una distancia infinita, todo ello en un tiempo nulo. Una partícula que se moviera a velocidad infinita tendría por tanto las propiedades de una barra sólida de longitud infinita. Viene a ser lo mismo, como hemos visto anteriormente, que lo que percibe un observador que viaja a la velocidad de la luz.

Tal vez una civilización extraterrestre disponga de una tecnología que pueda enviar señales a velocidades superlumínicas o infinitas, pero otra cosa es que la materia o los seres vivos puedan viajar a esas velocidades. Aquí nos adentramos en un terreno donde la física y las matemáticas van más allá de lo que nuestros sentidos pueden llegar a comprender. Pero incluso viajando a la velocidad de la luz, a velocidades superiores o a velocidad infinita, la posibilidad de comunicación con civilizaciones extragalácticas se acerca a lo imposible debido a una serie de factores que complican el asunto, sobre todo al factor que supone “la barrera espaciotemporal”. ¿Pero podrían existir civilizaciones que dominaran otras maneras de trasladarse en el espacio y en el tiempo, como la teleportación o la deformación del espacio-tiempo?

Viajes en el tiempo, universos paralelos, agujeros de gusano, antimateria, antigravedad, partículas entrelazadas, teleportación

cuántica, horizonte de Cauchy, desplazamiento por curvatura... todos ellos son conceptos abstractos que nos hacen pensar que una civilización extraterrestre con una tecnología muy avanzada podría controlar para establecer comunicación con otras civilizaciones en otras galaxias. Pero aunque alguna de estas supuestas civilizaciones dispusiera de una tecnología que controlara algunos de estos conceptos, y que les permitiera viajar a velocidades superiores a la luz o incluso instantáneamente, no cantemos victoria, aún así el asunto sería más complicado de lo que pueda parecer, como veremos en el próximo capítulo. ■

Referencias y enlaces:

Albert Zotkin (07 noviembre 2019). Velocidad superlumínica. Tardigrados.

<https://tardigrados.wordpress.com/tag/velocidad-superlumunica/>

Límite de velocidad en la transmisión de información. IAC.es. Cosmoeduca

<https://www.iac.es/cosmoeduca/gravedad/temas/g1einstein.htm>

10 formas de superar la velocidad de la luz. Cybermitanios. <https://www.cibermitanios.com.ar>

Chris Baraniuk (23 mayo 2016). La verdadera razón por la que nada puede ser más rápido que la luz. BBC NEWS.

https://www.bbc.com/mundo/especial/vert_fut/2016/05/160519_vert_por_que_nada_es_mas_rapido_que_la_luz_yv

Los taquiones de energía cero se mueven con velocidad Infinita. ¿Es de verdad posible una velocidad infinita? Fisicanet. <https://bit.ly/3m6ncef>

Nikps2.(14 may. 2011).Teorías de la luz muy interesantes [10 analisis] Taringa.

https://www.taringa.net/+coninteligencia/teorias-de-la-luz-muy-interesantes-10-analisis_rb6e3

Wikipedia

C/escultor Damia Forment, 3
C.P.: 46701 Gandia
(Valencia)

TIPS@

TARIFAS PERSONALIZADAS

TRANSPORTE INTEGRAL PAQUETERIA

96 295 42 78

SERVICIOS MENSAJERÍA

- **URGENTE**
- **LOCAL**
- **PROVINCIAL**
- **REGIONAL**
- **NACIONAL**
- **INTERNACIONAL**

Tipsa le ofrece la agilidad de mañana, hoy