

Enseñanza

ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LAS CIENCIAS

HABLANDO CON ET

Desde finales de los años 60 del pasado siglo, el proyecto SETI de búsqueda de inteligencia extraterrestre está escuchando cualquier señal proveniente de nuestro vecindario cósmico que nos pueda responder a la pregunta de si somos los hijos únicos del Universo, o si por el contrario existen ahí fuera otras mentes que, como nosotros, se asombran de las maravillas que nos rodean.

Si alguna vez este proyecto da frutos y detectamos una señal que sea inequívocamente artificial, y que contenga alguna clase de información, nos enfrentaremos con un serio problema. No hay duda de que la conmoción mundial que produciría una noticia así sería mayúscula y sus repercusiones posiblemente problemáticas. Pero no me refiero a ello sino a ¿seremos capaces de comprender algo de la señal captada? Incluso aunque esa señal estuviera diseñada por nuestros vecinos galácticos para ser fácilmente descifrable ¿podríamos aún así entender algo? En definitiva, la pregunta que quiero intentar responder en el presente artículo es la siguiente: ¿es posible un lenguaje común de comunicación entre inteligencias alienígenas?

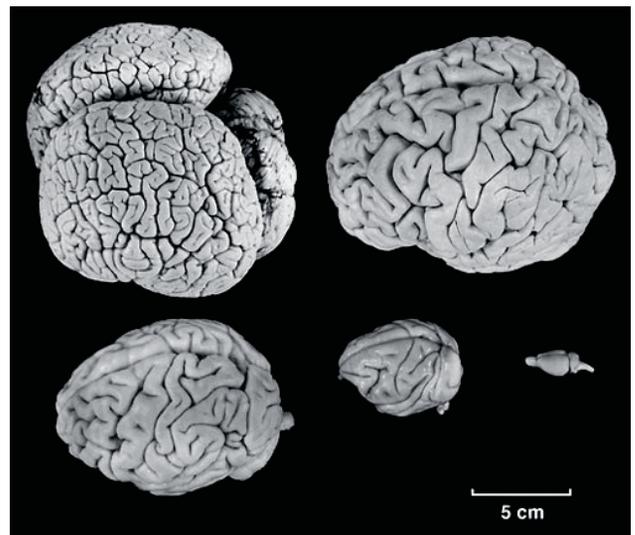
PARTE 1: LOS UNIVERSALES DE LA COMUNICACIÓN

Nuestra guía para buscar la respuesta a esta pregunta va a ser la “Convergencia Evolutiva”, ese fenómeno biológico bien conocido por el que distintos organismos, bajo idénticas presiones ambientales, tienden a desarrollar en su evolución características equivalentes: es decir, ante problemas similares, la selección natural llega a soluciones similares.

Por explicarlo con un ejemplo, consideremos el aspecto físico de tres animales muy distintos, el delfín, el tiburón y el ictosaurio (un mamífero, un pez y un reptil extinto, respectivamente). Su apariencia externa es, sin embargo, muy similar. ¿Por qué? porque viven en un medio acuático y necesitan moverse a muy alta velocidad. La evolución ha encontrado para ellos la misma solución

morfológica. Ese cuerpo en forma de huso es *la* solución correcta al problema de moverse deprisa en un fluido. Esa misma forma ahusada la encontramos también en invertebrados como los calamares, e incluso entre los vegetales, como las semillas de mangle (que necesitan zambullirse a gran velocidad en el agua para clavarse en el fondo y germinar). A partir de esta observación podremos concluir que si en un planeta hay un océano y en ese océano viven seres que se mueven muy de prisa, necesariamente van a tener una forma corporal ahusada muy similar, por ser la solución para moverse rápidamente en un fluido (otro ejemplo bien conocido de evolución convergente es el ojo, que se estima ha aparecido de forma independiente unas 50 veces a lo largo de la historia de la vida en la Tierra en distintos linajes evolutivos).

Este mismo procedimiento lo podremos aplicar al lenguaje, es decir, analizar diferentes métodos de comunicación compleja en el mundo animal y buscar lo que tienen en común, para distinguir qué características del lenguaje humano son exclusivas nuestras y cuáles van a ser generalidades que se deberán aplicar a *cualquier* comunicación inteligente, pues muy probablemente esas características universales sean la solución para el problema de la comunicación inteligente y nos den una pista de lo que deberemos esperar de un eventual mensaje extraterrestre.



Comparación del tamaño de cerebros de: un delfín, un ser humano, un chimpancé, un macaco y una rata.

En nuestra búsqueda de una posible convergencia evolutiva en los sistemas de comunicación, nos centraremos en los animales que tenemos por más inteligentes. Repasaremos brevemente primero el lenguaje humano. En él, la unidad básica, el átomo de información por así decirlo, es la palabra. Una palabra corresponde a un significado. Por supuesto hay excepciones, hay palabras que son sinónimos (diferentes palabras con un mismo significado), y hay palabras homófonas (que suenan igual pero con distinto significado), aunque en general se cumple esta identidad. Las palabras las articulamos en el discurso hablado siguiendo unas reglas gramaticales, que determinan el funcionamiento del lenguaje. Se cumple además que el lenguaje humano es un lenguaje simbólico: hay palabras que son símbolo de un símbolo, esto es, que no hacen referencia a un objeto concreto, sino a un concepto abstracto. Y esto lo dota de una gran potencia. Veámoslo con un ejemplo:

Sin duda muchos estarán a favor de la idea de que “una imagen vale más que mil palabras”. Si comparamos la palabra ballena y la imagen de una ballena, la segunda es mucho más rica en detalles (nos puede dar idea de cómo se mueve una ballena, su forma, etc.) y parece que efectivamente la imagen gana a la palabra. Si con una imagen quiero representar “dos ballenas” ¿qué hago? Fácil, muestro una imagen con dos ballenas. Parece de nuevo que la imagen sale ganando. Pero ¿y si lo que quiero representar es “todas las ballenas”? No hay ninguna imagen que pueda mostrar todas las ballenas. Una imagen que mostrara muchas ballenas, como muchos podría indicar “un colectivo de ballenas”, “muchas ballenas”, “12534 ballenas”, pero nunca el concepto abstracto “todas las ballenas”.



Ballena saltando.

En resumen, las características principales del lenguaje humano serían: consta de ciertos “átomos” de información (palabras), algunos de los cuales hacen referencia a conceptos abstractos, y estos átomos se combinan con unas reglas (gramática). ¿Algo de esto se da en el mundo animal?

El mono tota, una especie de cercopiteco africano de cara negra, es un sorprendente animal que usa palabras. Emite unas vocalizaciones concretas cuando aparece un leopardo, otras distintas cuando hay una serpiente, y otras más para referirse a un águila, palabras que son perfectamente comprensibles por los demás monos: cuando el mono vigía emite la “palabra” equivalente para “leopardo”, los demás se suben a un árbol; si dice la correspondiente a “águila”, se meten entre las raíces de los árboles; y si dice la de “serpiente”, se ponen a dar saltos para ver en qué lugar de la hierba se esconde la serpiente. Un comportamiento similar se ha observado también entre los perrillos de las praderas norteamericanas, que usan vocalizaciones distintas para “coyote” o “halcón”.



Mono tota.

¿Qué ocurre con nuestros primos más cercanos, chimpancés y gorilas? Estos animales tienen una evidente inteligencia y pasan el test del espejo, un test consistente en poner a un animal delante de un espejo y ver si se reconoce en él. Ser capaces de reconocerse en la imagen reflejada se toma como un indicativo de que son conscientes de sí mismos y que por ende son inteligentes. Se han hecho diversos estudios de las capacidades lingüísticas de chimpancés y gorilas, a través de la enseñanza de lenguajes de signos para sordomudos (ya que no tienen capacidad para generar sonidos vocales como los nuestros; no poseen una laringe como la humana ni nuestro control de

la respiración), y se ha visto que son capaces de entender conceptos tan abstractos como la noción de “futuro”. La chimpancé Washoe era incluso capaz de inventar palabras nuevas (definió “pato” como “ave agua”, uniendo el símbolo de agua al símbolo de ave). Todas estas experiencias muestran que tienen en su cerebro los inicios de una estructura semántica, aunque al parecer sin sintaxis.



Un chimpancé haciendo el test del espejo.

Otros animales sumamente inteligentes son los delfines, con un cerebro mucho más complejo que el nuestro. Sabemos que las orcas coordinan sus cacerías mediante el intercambio de mensajes sonoros, y eso lleva a pensar que quizás sean capaces de intercambiar información abstracta (es decir, instrucciones). Por ello se han hecho diversos experimentos en este sentido. Destacaré aquí uno, considerado un clásico: el de Jarvis Bastian de 1964. El experimento partía con los delfines Buzz y Doris, metidos en un estanque con dos palancas en un extremo y una luz en el lado opuesto. Dependiendo de si la luz estaba encendida con luz fija o parpadeante debían tocar una u otra palanca. Si lo hacían correctamente, recibían comida de un dispensador automático de pescado. Una vez pasado el periodo de aprendizaje comenzó el verdadero experimento: se interpuso una pared que permitía que pasase sonido pero no imagen, y a un lado se puso Buzz de forma que sólo él fuera capaz de ver la luz, y al otro Doris de forma que sólo ella fuera capaz de pulsar las palancas. Si los delfines eran capaces de intercambiar información compleja, un delfín le podría decir al otro o bien “la luz está parpadeando” o “está fija”, o alternativamente “usa la palanca derecha” o “la izquierda”. Si estos delfines no eran capaces de transmitir información, esperaríamos un 50% de aciertos y un 50% de fallos, lo que se esperaría por puro azar. Sorprendentemente, el número de aciertos fue del 96%.



Delfín.

Esto podría indicar que de alguna manera hubo transmisión de información compleja de un delfín al otro, pero también que Doris estuviera viendo reflejada la luz en algún sitio, por ejemplo, en alguna parte del techo que no hubiera sido identificada por los investigadores. Así que lo que se hizo fue poner una pared que no permitía pasar ni imagen ni sonido. Si efectivamente Doris estaba viendo una luz reflejada en alguna otra parte, ahora la seguiría viendo, y seguiríamos teniendo un 96% de aciertos. Pero si lo que ocurría era que Buzz le estaba transmitiendo algún tipo de información a Doris, ahora al haber de por medio una pared que no transmitía sonido, el número de aciertos debería bajar al 50%. ¿Que ocurrió? Pues que, efectivamente, el número de aciertos disminuyó a un 50%. Es decir, parece que efectivamente hubo transmisión de información compleja.

Se han analizado con herramientas de Teoría de la Información las comunicaciones de los delfines y se han encontrado cosas muy curiosas. Para empezar, su comunicación presenta bloques estables separados por pausas. Y estos bloques estables se repiten combinados según unas reglas (¿gramática?) a lo largo del discurso de una forma coherente. Es decir, estos bloques estables tienen el mismo comportamiento que las palabras en el lenguaje humano (las palabras son bloques fijos de sonidos, separados por pausas, que nosotros combinamos en estructuras mayores, las oraciones). Además, estas estruc-

turas aumentan su complejidad conforme crece el delfín, exactamente igual que en los seres humanos donde las comunicaciones de los niños son mucho más simples que las de los adultos. Y sabemos que el caso de los delfines es el único caso que conocemos en el que un ser vivo usa ¡nombres propios!, además del de los seres humanos. En resumen, parece que los delfines han llegado a una convergencia evolutiva con nosotros en lo referente al lenguaje.



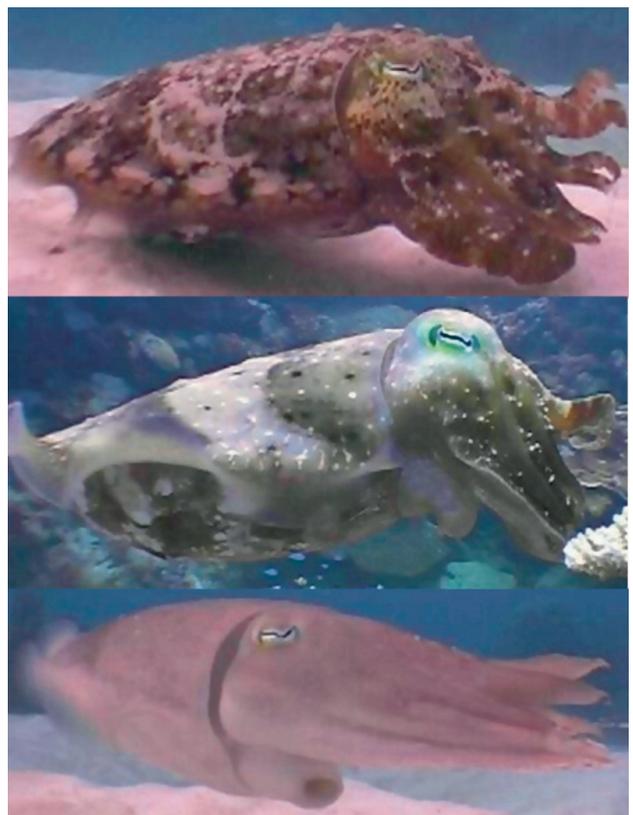
Un pulpo abriendo la tapa de un frasco.

Para terminar este apartado examinaré otro grupo de animales muy inteligentes, aunque son poco conocidos por esa faceta (y lo son más por la gastronómica): los cefalópodos. Pulpos, sepias, calamares, etc.; son animales con una gran capacidad manipuladora, tienen una memoria extraordinaria y una enorme capacidad de aprendizaje; les basta con ver hacer una cosa solamente una vez para ser capaces de reproducirla. Son bien conocidos los casos de pulpos que han aprendido a desenroscar la tapa de un frasco sólo viendo a sus cuidadores manipularla. Lamentablemente viven poco, unos dos años; se reproducen y mueren (esto podría ser un serio impedimento para el eventual desarrollo de una civilización, pues dificulta la transmisión de información entre generaciones).

Su complejidad cerebral se traduce en un sistema de comunicación muy sofisticado. Es bien conocida la faceta de los cefalópodos de que pueden cambiar el tono y color de su piel (y en algunas especies incluso la textura) para mimetizarse con su entorno. Esta característica, sin duda de enorme ayuda para su supervivencia, es también el fundamento de su sistema de comunicación, basado en códigos de colores, combinados con posturas corporales: una determinada postura, un cierto patrón de manchas y colores, o la combinación de ambos, tienen un significado concreto. Así, por

ejemplo, para las sepias aquello de ponerse negro de ira es literalmente cierto. Algunos investigadores piensan que la postura puede servir para matizar el mensaje básico que transmite el patrón de manchas. El número de elementos comunicativos distintivos es grande, quizás ronda el centenar (dependiendo de la especie), y sin ninguna duda es mucho mayor que el de los grandes simios, por lo que deben tener mucho más que éstos que decirse.

Se ha visto en ocasiones que algunas especies de pulpo son también capaces de manejar herramientas para manipular el entorno, como piedras. No es sorprendente que un animal pueda usar herramientas; muchos las usan de forma instintiva, aunque en tales casos siempre lo hacen de la misma forma, y por parte de todos los miembros de su especie, al tratarse de un comportamiento rígido preprogramado en sus genes.



Tres aspectos de una misma sepia.

Pero a finales de 2009 se hizo un sorprendente descubrimiento en las costas de Indonesia, que fue publicado con considerable repercusión en la revista *Current Biology* (vol. 19): un pulpo que usaba de una forma sorprendente las dos mitades abandonadas de una cáscara de

coco partida, de una forma que nada tenía de instintiva, sino que más bien parecía implicar un pensamiento razonado. El cefalópodo en cuestión cogía las dos mitades de cáscara de coco y se las llevaba a cuevas consigo para poder usarlas cuando le fuera necesario, bien para esconderse dentro de ellas, cuando los buzos que lo filmaban se acercaban demasiado, o bien para usarlas para descender por una ladera. En este último caso, el pulpo se metía dentro sujetando ambas mitades para crear una superficie esférica, y se dejaba caer por la ladera rodando, seguro dentro de su corteza. ¡Había inventado la rueda!

En resumen, por lo que hemos visto en los seres vivos más inteligentes de nuestro mundo, las “palabras” (los átomos de información, unidades claramente separadas y diferenciables de otras) parece ser comunes a todos los sistemas de comunicación compleja, y en ocasiones encontramos que esas “palabras” están moduladas por unas reglas, una “gramática”.

PARTE 2: NUESTROS INTENTOS DE COMUNICACIÓN

Hasta el momento, todo intento de comunicación interestelar ha sido llevado a cabo por nosotros (que sepamos). Sin embargo estos intentos han pecado de inocentes y no han tenido en cuenta ciertas trampas que nos tiende nuestra

forma de percibir el mundo, dando por sentado en nuestros presuntos interlocutores toda una serie de características perceptivas que pueden ser muy bien exclusivamente humanas.

Por ejemplo, cuando vemos una fotografía somos perfectamente capaces de reconocer qué objetos están en primer plano, cuáles en segundo plano, percibimos volúmenes pese a ser una imagen bidimensional y, en general, no tenemos problemas en identificar nada aunque esté en tonos de gris. Pero una imagen no es en realidad el objeto que representa, sólo nos lo parece a nosotros, los seres humanos, debido a nuestra particular forma de percibir el mundo. Por ejemplo, una imagen de ordenador es en realidad un montón de píxeles iluminados, pequeños cuadrados puestos uno al lado del otro, lo cual nada tiene que ver con la realidad. El tamaño del objeto representado tampoco coincide con el de la representación. Y para colmo, es una representación bidimensional, plana, de algo que en realidad tiene tres dimensiones. La percepción de una imagen la proporciona la suma de una serie de caracteres distintos que el cerebro compone: la separación entre objetos, los colores, las líneas, las sombras, la profundidad... todo eso lo vemos porque nuestro cerebro está “programado” para ello. Pero un cerebro que no tenga unas capacidades visuales como las del ser humano no tiene por qué ser capaz de reconocerla (por ejemplo, en el caso de un ser que vea su entorno por ecolocación, como los murciélagos).



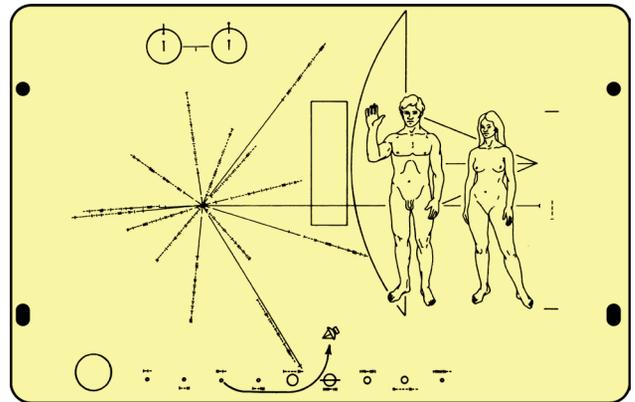
Ejemplos de imágenes de “caras” aceptadas como tales por nuestro cerebro: retículo endoplasmático, grano de cebolla y una cara de Marte.

El cerebro ve también los colores de una forma muy concreta. Si miramos un arco iris, vemos el rojo, el amarillo, y en medio de ambos, está el naranja; y efectivamente cuando mezcla amarillo con rojo da naranja. Entre el amarillo y el azul está el verde, y en efecto azul y amarillo da verde. Pero el morado (que es la mezcla de azul y rojo) está sin embargo en un extremo del arco iris, no entre esos dos colores. Y es que los colores no existen en el mundo real, el color es una simple interpretación del cerebro. Y tal interpretación también dependen de los receptores de color que tenemos en la retina. Por lo tanto, si mando a un ser alienígena una fotografía en color, aunque yo la vea con colores similares a los del objeto real, él podría perfectamente verla con otros colores que no se asemejen ni remotamente a los originales (tampoco hace falta buscar un extraterrestre; hay reptiles con 5 fotorreceptores distintos en sus ojos; ven el mundo con colores que nosotros no podemos ni imaginar).

Incluso vemos caras donde no las hay. Basta con que yo vea dos puntos y una línea para que mi cerebro las identifique como una cara. Nuestro cerebro está entrenado para ver caras, y eso es así porque es bueno para nosotros. Si somos capaces de detectar rápidamente caras, veremos fácilmente a un tigre que acecha entre la maleza, y eso ayudará a nuestra supervivencia. Ya que en este planeta todos los depredadores que nos pueden atacar tienen caras, la selección natural favorece reconocerlas fácilmente. Y las reconocemos fácilmente en un montón de sitios, incluso donde no las hay, como en los cráteres de Marte, en la mancha de humedad de una ermita que nos parece una Virgen, en las caras de Bélmez, etc... Se trata de un efecto colateral de la estructura del cerebro.

Como decía, los esfuerzos que hemos hecho hoy en día por comunicarnos con inteligencias extraterrestres pecan de asumir que los alienígenas poseen capacidades visuales muy similares a las nuestras. Por ejemplo, a bordo de las Pioneer 10 y 11, unas sondas lanzadas en los 70 y destinadas a dejar el Sistema Solar para nunca más volver, se puso una placa con un dibujo, una imagen pictórica, que un ser que no tenga una capacidad visual similar a la humana difícilmente podrá entender. E incluso si la tuviera, la información grabada en la placa es enrevesada; la placa de las Pioneer se mandó a investigadores de instituciones científicas de todo el mundo para ver si eran capaces de deducir todo el mensaje que se pretendía transmitir. Lamentablemente la gran mayoría no pudo. La imagen contiene cosas tan complejas como una transición fundamental del átomo de hidrógeno, una imagen esquemática del Sistema Solar, la antena de la sonda, periodos de diversos púlsares... Con todo, el revuelo que cau-

só esa imagen fue debido a que incluía la imagen de una pareja desnuda. Lo que, como dijeron los periódicos estadounidenses, era mandar pornografía al espacio exterior.



Información grabada en la placa enviada en las naves Pioneer.

Años después, a bordo de las naves Voyager I y II, otras sondas destinadas a abandonar el Sistema Solar, se mandó algo más ambicioso: un disco fonográfico. En el disco van codificados sonidos, música, saludos y también imágenes en color y blanco y negro, que pretendían dar una idea de cómo suena y qué aspecto tiene nuestro planeta, de cómo es la vida animal, los paisajes, los seres humanos y nuestra tecnología. De nuevo información destinada a seres con una percepción del mundo muy similar a la nuestra.

Y en ese mismo espíritu se emitió el que probablemente es el mensaje interestelar más conocido por todos, el radiomensaje de Arecibo, un conjunto de 1679 ceros y unos (en realidad dos "pitidos" de radio diferentes, en torno a la frecuencia de 2380 MHz, la frecuencia natural de emisión del hidrógeno neutro) enviados en 1974 desde Arecibo, Puerto Rico, hacia el cúmulo globular de Hércules, M13, a 25.000 años-luz. Estos unos y ceros se emitieron sólo durante tres minutos, con lo cual dentro de 25.000 años deberán estar muy atentos en M13 durante tres minutos, porque si no el mensaje pasará de largo.



Disco fonográfico enviado en las naves Voyager.



Radiomensaje interestelar enviado desde Arrecibo, Puerto Rico, hacia M13 en el cúmulo globular de Hércules (a 25.000 años-luz).

El mensaje, una vez recibido hay que reordenarlo, de forma que ocupe 23 columnas \times 73 filas, y una vez reordenado sale una imagen, de nuevo un mensaje pictórico. En la parte superior aparecen los números del 1 al 10 en binario, seguido por números representando los elementos químicos que componen nuestro cuerpo, luego el número de nucleótidos que componen nuestro ADN, un dibujo esquemático de un ser humano con un número binario que representa su altura, otro que representa la población, un dibujo superesquemático del Sistema Solar y otro de la antena del telescopio. Un complejo mensaje pictórico con mucha información (tal vez incluso demasiada) condensada en muy poco espacio.

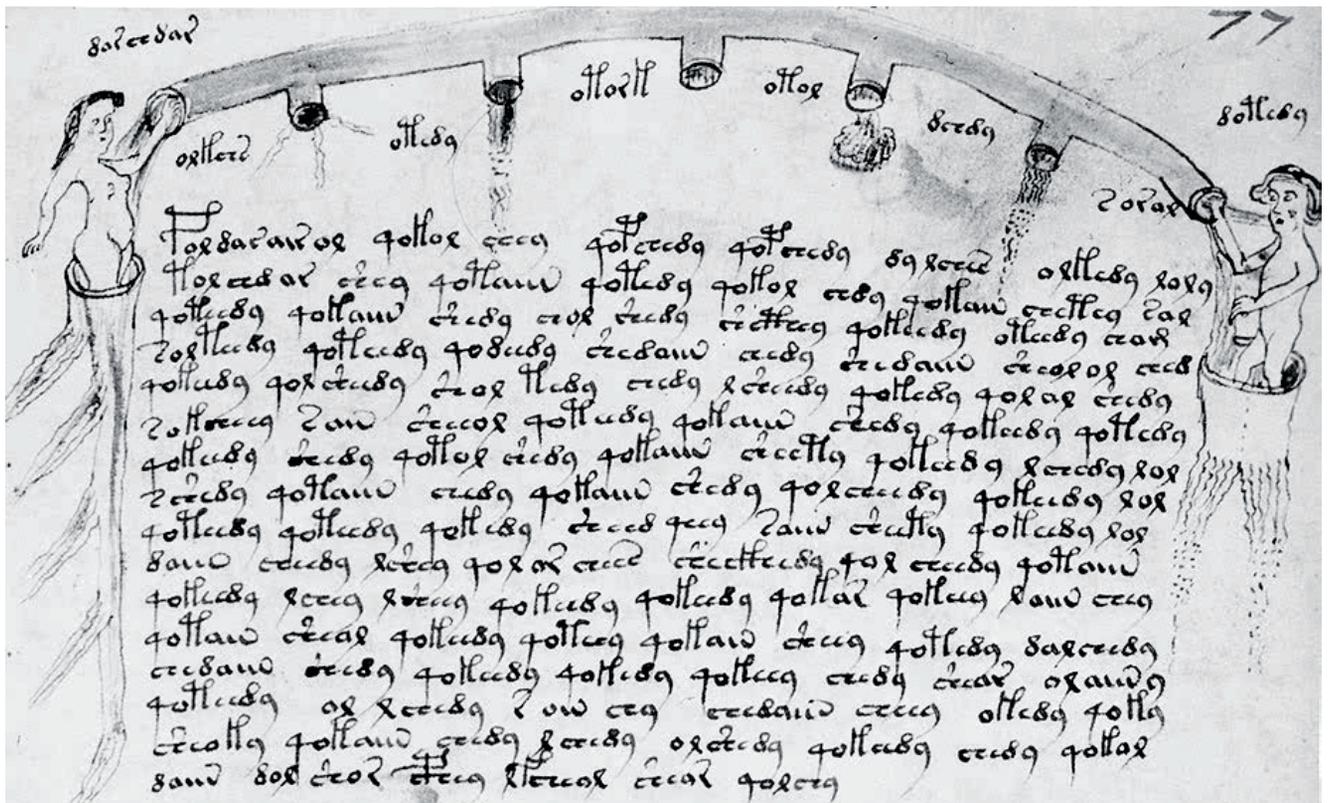
¿Por qué se eligieron este tipo de formatos para los mensajes de las naves Pioneer y Voyager y la emisión de Arrecibo? La respuesta es porque en realidad no se cree que estos mensajes sean nunca interceptados. El verdadero destinatario de estos mensajes es la propia Humanidad. Su función real es estimular el espíritu humano de exploración, hacernos concebir la esperanza de que

es posible el contacto con otras civilizaciones de nuestra Galaxia. Hay algo profundamente humano en el intento, en el mero hecho de intentar esta comunicación, en dejar esa huella nuestra imperecedera para la posteridad. Hasta cierto punto colman nuestras ansias de perdurar, de escribir con letra pequeña en el gran lavabo de la Galaxia “La Humanidad estuvo aquí”.

PARTE 3: ¡CONTACTO!

Imaginemos que un día nos llega una señal ininteligible. ¿Será artificial o natural? La situación es similar a cuando uno se enfrenta a un sonido que no comprende, pero que puede ser, por ejemplo, alguien hablando en chino cantonés, el canto de un pájaro, o una interferencia de radio de la ionosfera. En los tres casos se trata de un sonido incomprensible, pero sólo uno proviene de un ser inteligente. ¿Habría alguna forma de distinguir si la señal incomprensible contiene o no información? La respuesta es que sí; hay una serie de herramientas matemáticas que permiten analizar una señal y averiguar si contiene información, a pesar de que no seamos capaces de averiguar esa información.

Pongamos el caso del manuscrito Voynich, un banco de pruebas clásico para la gente que trabaja en criptografía. Se trata de un libro de en torno al año 1550 que compró el emperador Rodolfo II de Bohemia (que era un gran coleccionista de libros raros) por unos 600 ducados de oro, una fortuna en su época. Sabemos por los vestuarios de la gente que aparece en los dibujos y por la manufactura del libro, que está hecho en la Edad Media. Tiene unas 230 páginas llenas de caracteres completamente ininteligible que no se ha vuelto a ver en ningún otro libro. Las diversas hipótesis para explicar el misterio del manuscrito se centran en dos grupos: que sea una especie de codificación debida a un alquimista para codificar sus secretos, o que sea una falsificación para estafarle a Rodolfo II de bohemia los 600 ducados de oro. Se apunta incluso a una persona concreta, Edward Keller, como posible falsificador del libro. Cuando el libro fue descubierto a principios del siglo XX por un anticuario llamado Voynich, éste retó a la comunidad científica a que lo descifrara. Sin embargo, en todo este tiempo nadie sido capaz de traducir ni una sola palabra de todo manuscrito. La pregunta de millón es ¿hay o no información real en esas 230 páginas incomprensibles?



Manuscrito de Voynich.

Una de las herramientas matemáticas que se puede usar para responder esta pregunta es la ley de Zipf, una ley que se da en todos los lenguajes naturales. Lo que nos dice esta ley es que las palabras cortas se usan más frecuentemente que las largas y, además, siguiendo una relación matemática concreta: una ley de potencias. Su origen es la economía energética. Las palabras que son muy frecuentes no pueden ser muy largas, porque acabaríamos reventados de hablar. La prueba de que efectivamente la economía energética está detrás de esta ley es que cuando la buscamos en lenguajes sintéticos, por ejemplo, el de klingon de Star Trek, o en las lenguas élficas de Tolkien, la ley falla, porque no ha sido pulida por siglos de uso. Hay que tener en cuenta que esta ley existe también porque tenemos cosas interesantes, complejas, que decirnos. Si sólo nos dijéramos cosas básicas como “vete”, “hambre”, “comer”, “sexo”, o cosas similares, nos bastaría con usar palabras muy breves, tenderíamos sólo a usar palabras cortas porque nos ahorran esfuerzo y, de hecho, la gran mayoría de animales se comportan de esta manera, usan vocalizaciones muy breves. Pero si tengo *muchos conceptos* que transmitir, con palabras breves al final, se me termina-

rá el repertorio y me veré forzado a usar también palabras algo más largas para los conceptos menos frecuentes. Y cuanto más infrecuente es un concepto, la palabra será más larga. Las palabras técnicas suelen ser muy largas. Es decir, tras la existencia de esta ley está el hecho de que *necesitamos* transmitir información compleja.

Este fenómeno aparece en todos los lenguajes humanos y, como decíamos, no aparece en general en las vocalizaciones de la gran mayoría de animales. Pero ¡oh! sorpresa, ¡sí aparece en las vocalizaciones los delfines! La comunicación de los delfines cumple la ley de Zipf, tienen vocalizaciones largas que son muy infrecuentes y eso nos está indicando que realmente tienen cosas complejas que comunicarse unos a otros. ¡Y también la cumple el manuscrito Voynich! Con lo cual sabemos que detrás de ese texto hay algo, no es texto aleatorio, no es una falsificación, sino que realmente hay información, aunque no sepamos qué información es. La ley de Zipf es, por lo tanto, una herramienta a utilizar cuando detectemos una señal que pensemos que es de origen extraterrestre.

En primer lugar, deberemos considerar todo aquello que podamos tener en común ¿y qué tenemos en común? Para empezar las leyes de la naturaleza, que son las mismas en todo el Universo. Incluirlas de alguna manera en el lenguaje facilitaría su comprensión. Y la otra son las matemáticas y la lógica, por esa especie de cualidad platónica que tienen de ser un conocimiento universal: los números primos son los mismos independientemente de qué cultura, ideas políticas, o creencias religiosas se tenga. Y el cociente entre el perímetro y el diámetro va a ser siempre “Pi”. Con lo cual hacer uso de las matemáticas en nuestra lengua cósmica parece muy buena idea.

Pero... ¿tendrán matemáticas nuestros vecinos cósmicos? De nuevo, nuestra guía será la convergencia evolutiva: si encontramos en la Tierra otros seres que también hayan desarrollado conocimientos matemáticos, indicaría que tal vez el proceso evolutivo favorezca su aparición de algún modo y, por lo tanto, sería bastante probable que lo mismo haya ocurrido con esos seres extraterrestres.

Muchos animales poseen la habilidad aritmética más elemental: contar. Las gallinas saben cuántos huevos tiene su puesta, y se puede entrenar a las ratas para contar estímulos externos (como destellos de luz) y que toquen un pulsador sólo tras cierto número de éstos. Estos animales son capaces de distinguir entre cantidades pequeñas, pero fallan si se trata de cantidades grandes similares, aunque las distinguen si son lo suficientemente distintas: las palomas entrenadas para picotear cierto número de veces a cambio de un premio, diferencian 4 picotazos de 5 picotazos, pero confunden 49 y 50; aunque distinguen sin problemas 40 de 50. Los perros también saben contar, y como otros muchos animales, tienen además el concepto de mayor y menor: saben perfectamente si en un montón hay más comida que en otro. No hay que reírse de esto. Mayor y menor es un concepto matemático válido sumamente útil, así como muchos otros conceptos relacionados con la noción de espacio (distancia, giros, etc.) indispensables para moverse eficazmente.

Otros animales pueden hacer incluso operaciones elementales con números enteros. La chimpancé Sheba fue entrenada para identificar cantidades enteras: ¡con los caracteres numerales correspondientes! Es decir, entendía que el símbolo escrito “4” representaba la cantidad de cuatro objetos cualesquiera. En una prueba se la dejó en un cuarto con naranjas guardadas en dos sitios distintos. Sheba debía ir a ambos sitios, ver las naranjas que había allí e indicar el numeral igual a la suma de ambas cantidades. Cosa que hizo bien en todas las oca-

siones, demostrando que además de contar, puede sumar. Pero Sheba va más allá. Sabe sumar caracteres numerales: al mostrarle dos caracteres escritos (por ejemplo “3” y “2”) señala correctamente el numeral correspondiente a la suma (en el ejemplo, “5”).



Sheba señalando el número “5” de manzanas sobre la mesa, suma de un grupo de 2 y otro de 3.

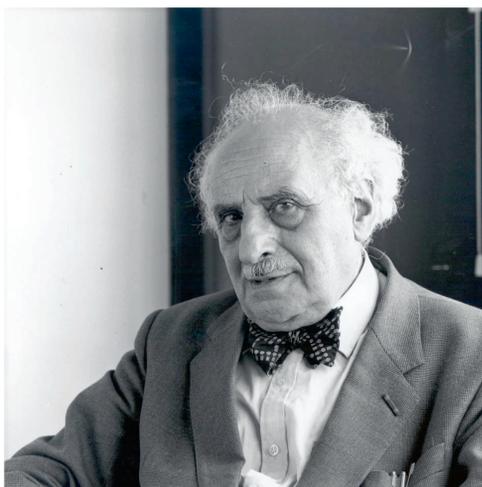
Pero los chimpancés son los parientes más cercanos a los humanos, y tan llamativos resultados se lograron tras un intenso entrenamiento. ¿Qué encontramos en parientes más lejanos no entrenados? Para estudiar la capacidad matemática de los animales al natural echamos mano de su perplejidad ante operaciones matemáticas erróneas. En un interesante experimento, a un grupo de macacos salvajes se les mostraba dos frutas que luego se ponían detrás de una pantalla. Tras retirarla, en unos casos estaban las dos frutas, en otros sólo una (la otra se había escamoteado cuando estaba oculta por la pantalla) o tres (se puso a escondidas otra). Las veces en que había un número erróneo de frutas los monos mostraban extrañeza, y el tiempo en que se quedaban mirando perplejos era mucho mayor que cuando el número de frutas era el correcto: se daban cuenta de que $1 + 1$ debe ser 2.

El estudio se repitió con la resta: tras mostrarles dos frutas y ponerlas tras la pantalla, se extraía luego de manera ostentosa una de ellas. En las ocasiones en que al retirar la pantalla habían dos frutas, el tiempo de observación era de nuevo mucho mayor que en el caso en que había el número correcto de frutas (o sea, una). Es decir, estos macacos salvajes se daban cuenta de que la operación $2 - 1$ debe dar 1. Una prueba de que las habilidades aritméticas más básicas no son patrimonio exclusivo de los humanos.

Y es que las matemáticas ofrecen una ventaja selectiva a la especie que las posee. Por ejemplo, imaginemos un *homo erectus* que ve cómo entran cinco tigres de sable en su cueva. Si el *homo erectus* sabe contar, esperará a que salgan exactamente cinco tigres de su cueva antes de entrar. Pero si no sabe contar, puede pasar algo parecido a esto: “bueno, ya ha salido un tigre, ya falta menos; ya ha salido otro, esto va bien; ya ha salido otro más, ya falta poco para poder entrar; hale, ya sale otro, pues yo creo que ya han salido ya todos. Voy a entrar”, con las trágicas consecuencias que todos podemos imaginar. Contar proporciona una ventaja evolutiva, con lo que no es de extrañar que se favorezca tener esa habilidad.

Por lo tanto, podemos esperar que la aritmética básica y otros conceptos básicos a partir de los cuales hemos elaborado las matemáticas, sí que sean compartidos por nuestros hipotéticos extraterrestres inteligentes. Usar este tipo de matemáticas sencillas en la elaboración de un lenguaje de comunicación parece por lo tanto una buena idea.

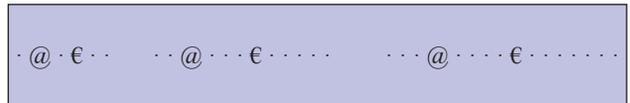
Se han desarrollado diversos lenguajes basados en estas premisas, como la “astraglossa” del matemático británico Lancelot Hogben, o la inventada por Carl Devito y Richard Oehrle (sin bautizar), entre otras. Me centraré en la que considero el ejemplo paradigmático de todas ellas, LINCOS (acrónimo de Lingua Cómica), elaborada por el matemático Hans Freudenthal en 1960. Se trata de un lenguaje matemático que tiene la virtud de enseñarse a sí mismo usando las matemáticas y la lógica.



Hans Freudenthal.

Hans Freudenthal proponía que se enviarían diferentes tipos de señales de radio (que en este contexto po-

drían recibir el nombre de radioglifos), cada uno de los cuales representaría un concepto, y la relación entre esas señales de radio, entre esos conceptos, serviría para explicar su significado. Se enviarían en paquetes que vendría a ser algo así como lecciones de un curso y el receptor iría deduciendo poco a poco su significado a partir de la lógica y las matemáticas. Por ejemplo, los siguientes radioglifos (que representaré aquí con símbolos, pero que en realidad serían señales de radio distintas), nos enseñan dos conceptos básicos:



El radioglifo representado por una @ es en realidad el concepto sumar, +, y el radioglifo representado por € representa el concepto igual, =.

Conforme avanza el discurso, se van aprendiendo más conceptos, como verdadero, incorrecto, mayor que, etc., hasta acabar con un lenguaje bastante complejo que sirve para comunicar, no sólo conceptos matemáticos sino cualquier tipo de información. De hecho, en el libro de Freudenthal que está completamente descatalogado (aunque se puede encontrar en las bibliotecas de algunas Facultades de Filología) y que es un libro bastante extenso, al final incluso llega a definir conceptos como bueno, malo, hermano, hijo, etc.

Quedémonos con la idea básica que es que, en principio, sí somos capaces de elaborar un lenguaje capaz de comunicar información compleja basado en matemáticas y lógica. Si suponemos que nuestros vecinos galácticos tienen matemáticas y lógica (y si son inteligentes, forzosamente deberían ser lógicos), entonces tendrán que ser capaces de entender un lenguaje así. Por lo tanto, creo que una lengua cósmica es posible.

En todo caso, aunque exista una incompreensión fundamental insuperable entre nuestra inteligencia y las inteligencias alienígenas, la mera detección de cualquier señal proveniente de una civilización extraterrestre, por indescifrable que fuera, sería suficiente revulsivo para trastocar completamente nuestra sociedad y nuestra escala de valores, pues demostraría que no somos los únicos, que no somos la única posibilidad que tiene el Universo de conocerse a sí mismo, que hay alguien más.

Fernando J. Ballesteros

Observatori Astronòmic de la Universitat de València