

# Avance y Perspectiva

Revista de divulgación del CINVESTAV

## Medidas universales de distancia y tiempo

Karina Galache · Wednesday, December 4th, 2019

Categorías: [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

En 1972, en un intento de entrar en contacto con vida extraterrestre, la nave espacial Pioneer 10 fue lanzada al espacio. Contiene una placa de oro con un mensaje muy peculiar, que se muestra en la Fig. 1. Este vehículo fue diseñado en principio para explorar el entorno de Júpiter junto con asteroides, viento solar y rayos cósmicos. Sin embargo, después de esta misión la nave alcanzaría la velocidad suficiente para escapar del sistema solar, dándose la posibilidad de que fuera interceptada por una civilización extraterrestre, y así brindarnos la oportunidad que un instrumento humano entrara en contacto con vida de otro mundo.

La difícil tarea de diseñar un mensaje coherente para una civilización extraterrestre recayó en los hombros de Carl Sagan, su entonces esposa, la artista Linda Salzman Sagan y Frank Drake, profesor de la Universidad de Cornell. Las grandes preguntas que debían resolver para crear el mensaje eran: ¿qué diríamos?, ¿cuáles aspectos son los más importantes en nuestra historia registrada de aproximadamente cinco mil años para describir quiénes somos?, y ¿cómo lo diríamos? (Carl Sagan, 1972).

Los seres humanos hablamos casi siete mil idiomas, algunos con dialectos múltiples. Las innumerables especies en la Tierra se comunican de modos que, en su mayoría, no hemos podido entender. Los lenguajes humanos son productos de las mentes humanas y, por lo tanto, pueden ser entendidos por mentes similares y sus sentidos humanos: vista, sonido, tacto, etc. ¿Cómo podríamos comenzar a imaginar un lenguaje extraterrestre si no podemos imaginar con qué sentidos se comunican estos seres? Es posible que no tengan las cuerdas vocales con las que producen sonidos u oídos para capturarlos. Por lo anterior, es presumible que un idioma terrestre sea incompresible para una civilización extraterrestre.



Fig.1

Por lo tanto, se debe confiar en conceptos universalmente entendidos e idear un método de comunicación que no sea específico de la ubicación ni de las especies. Quizá, la única solución es la similitud entre nuestra especie y estos seres, pues vivimos en un mismo universo. Por lo tanto, el lenguaje que más probablemente compartiremos es el estudio del universo mismo: la ciencia. Esta conclusión motivó el diseño de la placa.

La placa Pioneer es un mensaje físico y simbólico adherido al exterior de la nave espacial Pioneer 10. En la parte superior izquierda de este mensaje (ver en más detalle en la Fig. 2) se encuentra un concepto fundamental que establece un estándar de distancia y tiempo con el cual puede ser interpretado el resto de la placa.

El equipo de diseño postuló al hidrógeno como instrumento base para la traducción del mensaje, dado que éste es el elemento más abundante en el cosmos, así que debe ser por sí mismo uno de los primeros estudiados por cualquier civilización. Con esto en mente, inscribieron dos átomos de hidrógeno, cada uno en un estado de energía diferente.

### ¿Por qué usaron este sistema y qué representa?

En el espacio interestelar, el gas de hidrógeno es extremadamente frío. Por lo tanto, los átomos están a temperaturas tan bajas (alrededor de 3 Kelvin) que sus estados energéticos se ubican en el nivel más bajo. Un átomo de hidrógeno consiste de dos cuerpos: un protón y un electrón (considerados como partículas aquí); el primero tiene las cualidades de ser muy pesado y esencialmente inmóvil, además de poseer carga eléctrica positiva; el segundo es mil veces más ligero y con carga eléctrica negativa pero de la misma magnitud que el protón. El electrón se mueve alrededor del protón debido a una energía de interacción coulombiana debido al campo eléctrico (Hansch, 1979).

Pero hay más por hablar de un sistema cuántico. El protón y el electrón poseen una propiedad llamada espín, que hace que se comporten como pequeños imanes (dipolos magnéticos), cuya energía de interacción depende de la orientación relativa en la que se encuentran los polos sur y norte estos imanes. Para una orientación de espines paralela, o de polo sur o norte del imán del protón y electrón en la misma dirección se tiene un estado energético; en términos técnicos es lo que se conoce como estado triplete; la orientación de espines antiparalelos, o de polo sur del imán del protón con polo norte del imán del electrón en la misma dirección producen otro estado energético llamado singlete (Griffiths, 1982).



Fig. 2

Con esta idea en mente, en el gráfico de la parte superior izquierda de la placa (Fig. 2) representa dos átomos de hidrógeno, cada uno en un estado de energía diferente. El primero en estado singlete y el segundo en estado triplete. Cuando los átomos de hidrógeno cambian de un estado de energía a otro, en un proceso llamado transición hiperfina, se libera radiación electromagnética. Es esta onda el estándar de medida utilizado en todas las ilustraciones de la placa. La longitud de onda (aproximadamente de 21 centímetros) sirve como una medida de distancia, y el período (aproximadamente una milmillonésima parte de un segundo) sirve como una medida del tiempo. El último detalle de este esquema es una pequeña línea entre los átomos de hidrógeno, asignando estos valores de distancia y tiempo al número binario 1 (King, s.f.).

Con esto, ahora es más fácil interpretar las dimensiones de las figuras más prominentes en la placa que son las de dos humanos adultos: un hombre y una mujer; al lado de las ilustraciones de los humanos está el número 8 binario, inscrito entre dos marcas, que indica la altura de la mujer. La civilización podría entonces concluir que la mujer tiene 8 unidades de altura, siendo la unidad la longitud de onda (21 centímetros) descrita por la clave de transición hiperfina.

En el corazón de la placa hay una serie de líneas y guiones, las cuales son una dirección interestelar, donde en su centro está nuestra estrella; los radios indican las distancias y direcciones relativas a pulsares, estrellas de neutrones que giran rápidamente y emiten radiación electromagnética a intervalos regulares. Acompañando cada línea está el período del pulsar respectivo, una vez más, en binario. Este mapa no sólo comunica la posición, sino también el tiempo, una época en la vida del universo durante el cual se envió el mensaje.

Se asume que una civilización que ha desarrollado la radioastronomía tendrá la capacidad de comprender la naturaleza de los pulsares y poder así realizar una triangulación en el espacio y tiempo y encontrar nuestra posición. Como información adicional de nuestra ubicación, se encuentra en la margen inferior los planetas de nuestro sistema solar (nueve en ese momento).

Es, entonces, la transición hiperfina del átomo de hidrógeno un fenómeno físico lo suficientemente fundamental que nos permite realizar un símil con una regla y un reloj, instrumentos básicos con los cuales podemos brindar y obtener información del universo.

## Referencias

- (s.f.). Obtenido de <http://science.sciencemag.org/content/sci/175/4024/881.full.pdf>
- Carl Sagan, L. S. ( 1972). A Message from Earth. American Association for the Advancement of Science, 881-884.
- Griffiths, D. J. (1982). Hyperfine splitting in the ground state of hydrogen. American Journal of Physics 50.
- Haensch, T. W. (1979). The spectrum of atomic hydrogen. Scientific American.
- King, D. (s.f.). Obtenido de <https://www.kickstarter.com/projects/duaneking/pioneer-plaque-a-message-from-earth?lang=es>

---

*Juan David Rincón* / Departamento de Física, Cinvestav

This entry was posted on Wednesday, December 4th, 2019 at 10:32 am and is filed under [Ciencias Exactas](#), [Zona Abierta](#)

You can follow any responses to this entry through the [Comments \(RSS\)](#) feed. Both comments and pings are currently closed.

