



BÚSQUEDA DE VIDA INTELIGENTE EN EL UNIVERSO

Introducción
Taller número 1.3

NOTAS PARA EL PROFESOR

Objetivo: Analizar la fórmula de Drake y estimar la existencia de vida inteligente en el Universo. Conocer las misiones que han enviado mensajes al exterior y posibles señales detectadas en la Tierra desde el exterior.

Edad recomendada: de 12 a 18 años

Resumen de las actividades:

1. Se empieza con un video introductorio sobre la fórmula de Drake. Se pregunta a los alumnos sobre sus propias ideas acerca de la existencia de vida en el Universo. Los alumnos trabajan en grupos de 2-4 y comparan sus resultados con los demás grupos. Se organiza un debate a nivel de clase sobre el posible peligro de contactar con civilizaciones extraterrestres
2. Se analizan los parámetros de la fórmula de Drake
3. Se explica cómo se buscan señales extraterrestres
4. Los alumnos investigan sobre los mensajes enviados

Temporización: 2 horas

Contenidos clave curriculares:

1. Modelo de la evolución
2. Historia del Universo, de la Tierra y la Vida
3. Fases de una investigación. Diseño de un procedimiento experimental
4. Teorías y hechos experimentales. Controversias científicas. Ciencia y pseudociencia

Competencias científico-tecnológicas:

- ✓ Competencia 1:
Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales
- ✓ Competencia 2:
Identificar y caracterizar los sistemas biológicos y geológicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales
- ✓ Competencia 3:
Interpretar la historia del Universo, la Tierra y de la vida utilizando los registros del



pasado

Competencias digitales:

✓ Competencia 8:

Realizar actividades en grupo utilizando herramientas y entornos virtuales de trabajo colaborativo

Metodología didáctica:

- trabajo en grupo,
- debate,
- co-evaluación,
- uso de las tecnologías de la información y comunicación

Recursos:

- Ordenador del profesor con acceso a internet y proyector
- Ordenadores de los alumnos con acceso a internet.
- [Página web](#), taller 1.3. Introducción. Fórmula de Drake
- Audio en la página web: [Audio en MP3](#)

Lecturas recomendadas:

Para alumnos:

- Cosmos: A Space-Time Odyssey: [Los inmortales](#); 2014
- Canal de YouTube [Date un voltio](#)
- <https://www.seti.org/>
- <http://setg.mit.edu/>
- <https://es.gizmodo.com/astronomos-del-seti-advierten-que-enviar-mensajes-al-es-1779573462>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Se%C3%B1al_Wow!
- <http://weti-institute.org/>

Para profesores:

- Programa SETI <https://es.wikipedia.org/wiki/SETI>,
- El programa SETI tiene una sección dedicada a la educación <https://www.seti.org/>
- Formación estelar https://es.wikipedia.org/wiki/Formaci%C3%B3n_estelar
- https://en.wikipedia.org/wiki/Drake_equation
- https://es.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tesis_de_la_Tierra_especial
- <https://es.wikipedia.org/wiki/SETI@home#Software>

- https://es.wikipedia.org/wiki/Mensaje_de_Arecibo
- https://es.wikipedia.org/wiki/Disco_de_oro_de_las_Voyager
- https://es.wikipedia.org/wiki/Placa_de_la_Pioneer
- Heller, R., Pudritz, R.; Astrobiology. The Search for Extraterrestrial Intelligence in Earth's Solar Transit Zone; Mary Ann Liebert; 2016;
<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1603/1603.00776.pdf>
- <https://www.timetoast.com/timelines/dipity-online-timeline>

- **Datos de entrada para la propuesta gamificada:** Valores para los parámetros de la fórmula de Drake.
- **Insignias:** Masa de la estrella, período orbital del exoplaneta.



MASA DE LA ESTRELLA



PERIODO ORBITAL DEL EXOPLANETA

TALLER

INTRODUCCIÓN:

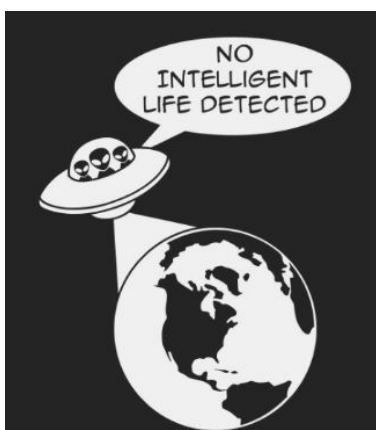
Tiempo: 30 minutos.

Contenido: Entender que el cálculo de la aparición de la vida depende de la probabilidad.

La actividad empieza mostrando un video sobre la probabilidad de la existencia de la vida en la Tierra: <https://www.youtube.com/watch?v=9NxJEELpXKY> (4 minutos en castellano)

Se pueden pedir sobre el video las siguientes preguntas:

1. No hay indicios de vida inteligente en el resto del Universo
 - a) Cierto
 - b) Falso
2. No sabemos definir qué es la vida
 - a) Cierto
 - b) Falso
3. ¿Dónde no podemos encontrar vida?
 - a) Cerca de una estrella de neutrones
 - b) Sistema de estrellas dobles
4. La fórmula de Drake sirve para:
 - a) Estimar el número de civilizaciones inteligentes en el Universo
 - b) Estimar el número de civilizaciones inteligentes en nuestra Galaxia
5. La franja de habitabilidad es la:
 - a) Región cerca de una estrella donde se puede encontrar vida
 - b) Región cerca de una estrella donde el agua se encuentra en forma líquida
6. Para buscar vida inteligente:
 - a) Buscamos seres capaces de comunicarse con señales de radio
 - b) Buscamos seres parecidos a nosotros



Se sigue con una breve discusión sobre la cantidad de planetas con vida inteligente que los alumnos creen que existen, comentando cada elemento de la fórmula de Drake por separado:

- estrellas con planetas
- planetas en la zona habitable

- planetas con vida
- planetas con vida inteligente
- planetas con vida inteligente capaces de comunicarse

Se deja a los alumnos contrastar sus proyecciones en grupos de 3 y cambiarlas, si así lo creen necesario. Las proyecciones realizadas por los alumnos se guardarán para compararlas con los resultados al aplicar la fórmula con los datos científicos.

Se orienta el debate acerca de la idoneidad de contactar con civilizaciones extraterrestres. Se realiza una lectura individual del siguiente [artículo](#) e incluso se puede organizar un juego de rol en que la mitad de la clase esté a favor de enviar mensajes y la otra en contra.

Si se tiene acceso a Internet se puede explorar la página de WETI



[¿Qué es WETI?](#)

DESARROLLO

Tiempo: 60 minutos.

Contenido: Fórmula de Drake


Los alumnos trabajarán en equipos de 2 y estudiarán la imagen de la fórmula de Drake. Deberán escribir en un muro colaborativo como <https://es.padlet.com> sus cálculos a priori.




Se analiza cada factor de la fórmula:

R_* TASA DE FORMACIÓN DE ESTRELLAS EN LA GALAXIA


- La tasa de formación de estrellas es el número de estrellas que se forman anualmente

 <p>El diagrama muestra el símbolo R_* en la parte superior, seguido del texto "Tasa de formación de estrellas en la galaxia". Debajo hay una ilustración circular que muestra una estrella con planetas, con una flecha amarilla que apunta hacia arriba.</p>	<ul style="list-style-type: none"> La tasa de formación estelar varía entre 1,5-3 por año. Se estima que hay 100 billones de estrellas en nuestra galaxia, la Vía Láctea.
--	--

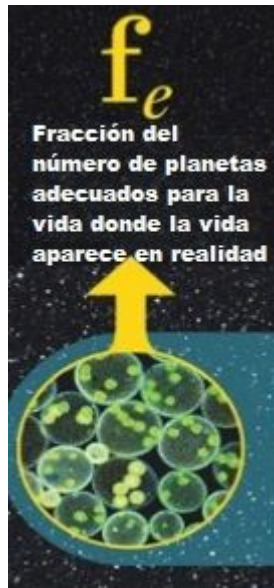
f_p FRACCIÓN DE ESTRELLAS CON SISTEMAS PLANETARIOS

	<ul style="list-style-type: none"> Dados los sistemas planetarios descubiertos hasta ahora, se calcula que el 100% de las estrellas tienen planetas. Algunos científicos son menos optimistas y apuntan al 50%.
---	---

n_e PLANETAS CON UN ENTORNO ADECUADO PARA LA VIDA

	<ul style="list-style-type: none"> Este factor depende del tipo de estrella, de la energía que el planeta reciba de la estrella o de otra fuente, de la posibilidad que el planeta tenga atmósfera, etc. Los datos del telescopio Kepler sugieren que el 22% de los planetas descubiertos son rocosos y con agua líquida. Este tipo de planetas son llamados planetas “ricitos de oro” (<i>Goldilock planet</i>) porque, como en el cuento, la vida se encuentra en un planeta ni muy frío, ni muy caliente, ni muy grande, ni muy pequeño. Basándonos en nuestro Sistema Solar, un planeta puede albergar vida. Datos más optimistas apuntan a un valor de n_e de 5.
---	---

f_e PLANETAS DONDE APARECE LA VIDA



- Se define la vida tal y como se conoce en la Tierra.
- Según la experiencia en nuestro Sistema Solar, estamos seguros que la vida ha aparecido en una fracción de $1/2$.
- Algunos científicos estiman que f_e podría llegar a 1 , si se encuentra vida en Marte, Europa, Encélado, o Titán. Se ha comprobado que allí donde se desarrolla, la vida es fuerte, pero aún no se ha descubierto si apareció sola ([abiogénesis](#)) o vino del exterior ([panspermia](#)).



➤ **Abiogénesis:** Hipótesis según la cual la vida surgió de la Tierra a partir de materia no viva, como compuestos orgánicos.


➤ **Panspermia:** Esta hipótesis defiende que la vida se originó fuera de la Tierra y llegó a ella, quizás a través de cometas o meteoritos.

f_i PLANETAS CON VIDA INTELIGENTE




- No sabemos si la inteligencia es la evolución natural de la vida, lo que lleva a $f_i = 100\%$, aunque sería del 50% si se llega a demostrar que la vida apareció en Marte pero se extinguió.
- Drake mismo consideró que este parámetro era del 1% .
- La localización de nuestro Sistema Solar en la galaxia, ocasiona un nivel bajo de radiación de las supernovas, que se encuentran en el centro de la galaxia. Se estima que sólo un 10^{-2} de sistemas tienen niveles de radiación semejantes.

f_c CIVILIZACIONES CAPACES DE EMITIR SEÑALES

 <p>f_c Fracción del núm. de civilizaciones que desarrollan una tecnología que emite señales en el espacio</p>	<ul style="list-style-type: none"> En la Tierra, no todos los seres con algo de inteligencia desarrollan tecnología capaz de emitir señales en el espacio: el mismo Drake estimó para este parámetro un valor entre de 0,01 y 0,1 También hay que tener en cuenta la distancia a la que se pueden encontrar estas civilizaciones: cuánto tiempo pueden tardar sus señales en llegar a la Tierra, así como la capacidad de nuestros telescopios de detectar señales muy lejanas.
---	---

L TIEMPO QUE LAS CIVILIZACIONES TARDAN EN EMITIR SEÑALES

 <p>L Tiempo que estas civilizaciones tardan en emitir señales detectables en el espacio</p>	<ul style="list-style-type: none"> Basándonos en nuestra historia, la humanidad construyó su primer radiotelescopio en 1938. Si somos muy pesimistas y creemos que nuestra civilización morirá mañana, L será la resta entre el año actual y 1938. Otros estudios apuntan que, una vez una civilización se ha desarrollado tecnológicamente, el riesgo de desaparición es muy alto. Historiadores de civilizaciones antiguas argumentan que una civilización tiene una vida de 304 años, mientras que otros proponen que una civilización desarrollada puede llegar a ser inmortal y tener casi la edad del Universo. Hay que tener en cuenta que: "Sólo hay
---	--

PARA SABER MÁS

- @ [Paradoja de Fermi](#)
- @ [Principio de mediocridad](#)
- @ [Hipótesis de la tierra especial](#)
- @ [Planetas ricitos de oro](#)

Basándose en la ecuación de Drake, el astrónomo Seth Shostak declaró que entre 2020 y 2025 se espera obtener una señal concluyente que pruebe contacto extraterrestre. Pero ¿cómo se buscan señales de vida alienígena?



- **SETI (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence*)** es el conjunto de programas que exploran el universo en búsqueda de señales de vida extraterrestres.

Uno de los proyectos es [SETI@home](#), que tiene como objetivo analizar señales de radio buscando signos de inteligencia extraterrestre. Gracias a los ordenadores personales de más de 5 millones de voluntarios, un programa instalado en el ordenador de cada uno de ellos, utiliza recursos inactivos del procesador para analizar las señales que se captan con la antena parabólica del radiotelescopio de Arecibo.



Las señales se buscan con radiotelescopios en la franja de radio de 21 cm., concretamente a **1.420,4056 MHz**, que es la frecuencia del **Hidrógeno neutro** y no se ve afectado por el polvo y gas interestelar y es capaz de atravesar nuestra atmósfera. Se piensa que cualquier civilización inteligente avanzada debería conocer que la frecuencia natural de emisión del Hidrógeno neutro proporciona un canal óptimo para la emisión y recepción de señales. Otras misiones son:



MISIÓN KEPLER (ahora K2)

- 2009 - actualidad
- Constelaciones Cisne y Lira de la Vía Láctea
- Tabby's star KIC 8462852 (2015)
- NASA
- más de 4.000 exoplanetas encontrados



ALLEN TELESCOPE ARRAY (ATA)

- 2007 - actualidad
- 42 antenas de radio
- SETI Institute
- California



JAMES WEBB SPACE TELESCOPE (JWST)

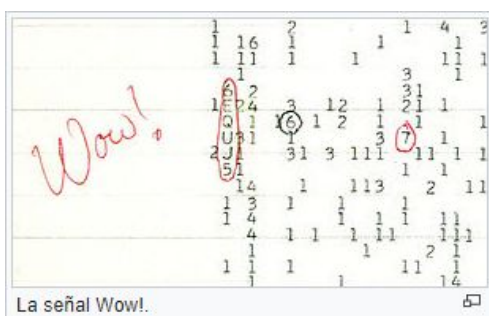
- Lanzamiento previsto en 2020
- Frecuencia infrarroja (1-27 micrómetros)
- Sucesor del Hubble
- NASA, ESA, CSA

Para hacernos una idea del espacio que explora la misión Kepler, observamos la franja amarilla de la imagen adjunta:




Por otra parte, hay que tener en cuenta que las señales de radio viajan a la velocidad de la luz, con lo que supuestas civilizaciones extraterrestres alejadas de nosotros, por ejemplo a 200 años luz, y que nos estuvieran observando, estarían viendo la Tierra en la época de 1800.



Hasta ahora hay algunas señales aún inexplicadas, como la señal Wow en 1977, que fue 30 veces más intensa que el ruido de fondo de microondas del Universo. De todas maneras, nunca se volvió a repetir, con lo que se cree que fue una señal terrestre, que accidentalmente fue detectada por el radiotelescopio Big Ear.

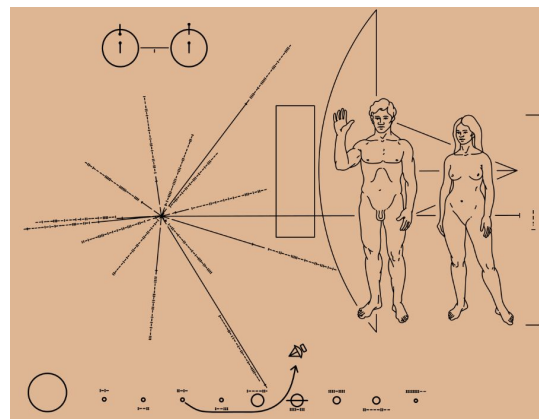
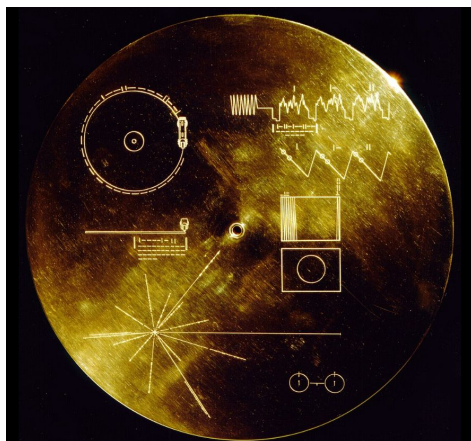
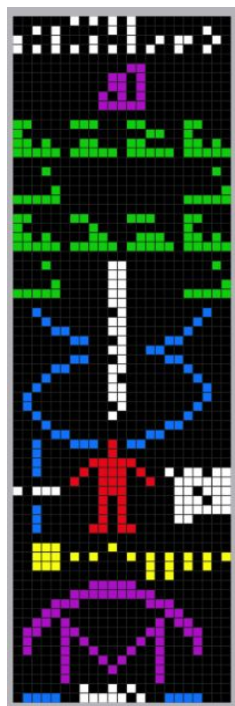


PARA SABER MÁS

-  [Misión Kepler](#)
-  [Allan Telescope Array](#)
-  [James Webb Telescope](#)
-  [Emisión en hidrógeno neutro](#)
-  [Señal Wow](#)

Retos para casa:

1. En modo clase invertida (*flipped classroom*), se pide a los alumnos que conjeturen qué son estas imágenes, que las descifren y las ordenen según su criterio.



Se dan una serie de pistas que deberán agrupar y relacionar con cada imagen:

- | | |
|-------------------------|------------|
| a) Sonidos de la Tierra | f) Voyager |
| b) Carl Sagan | g) Pioneer |
| c) Frank Drake | h) 21 cm. |
| d) Bach | i) 1977 |
| e) Arecibo | |



- j) 55 idiomas
 - k) [Audio en MP3](#)
 - l) Púlsares
 - m) 1974
 - n) 1679
 - o) 1972
2. ¿Qué relación hay entre el programa METI o SETI Activo y la estrella enana roja Luyten?
¿Qué busca el programa Einstein@home? ¿Cuál es el objetivo del programa SETG?
3. ¿En qué consiste el programa BreakThrough Starshot?
4. Opcional: unirse a [SETI@home](#). Necesitarás instalarte el programa Boinc



PARA SABER MÁS

- @ [Qué es SETI@home](#)
- @ [Programa BOINC](#)
- @ [SETI Activo](#)
- @ [Programa Breakthrough Starshot](#)

CONCLUSIÓN:

Tiempo: 30 minutos

Contenido: Se divide la clase en 3 ó 6 grupos. A cada grupo se le da un enlace:

1. https://es.wikipedia.org/wiki/Mensaje_de_Arecibo
2. https://es.wikipedia.org/wiki/Placa_de_la_Pioneer
3. https://es.wikipedia.org/wiki/Disco_de_oro_de_las_Voyager

En 15 minutos aproximadamente, cada grupo debe tomar nota de los siguientes elementos y comprobar si las suposiciones que realizaron durante los retos para casa fueron ciertas:

- nombre del mensaje
- año
- impulsor
- contenido del mensaje
- misión espacial



Cada grupo nombra 1 ó 2 embajadores (dependiendo de si inicialmente se han hecho 3 ó 6 grupos), que serán los responsables de transmitir el mensaje a los demás grupos.

Para finalizar, se pide que, con los grupos base, realicen una [línea de tiempo](#) con los mensajes enviados a lo largo de la historia, señalando la fecha de envío, la estrella y constelación donde fueron enviados y el año que se calcula que llegará el mensaje:

- [The Morse Message \(1962\)](#)
- [Arecibo message](#) (1974)
- [Cosmic Call 1](#) (1999)
- [Teen Age Message](#) (2001)
- Cosmic Call 2 (2003)
- [Across the Universe](#) (2008)
- A Message From Earth (2008)
- [Hello From Earth](#) (2009)
- [RuBisCo Stars](#) (2009)
- [Wow!](#) Reply (2012)
- [Lone Signal](#) (2013)
- [A Simple Response to an Elemental Message](#) (2016)



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](#)