



Colegio Alemán Alexander von Humboldt  
Preparatoria Campus Sur

## ***Exoplanetas; en búsqueda de un nuevo hogar***

**CLVAVE DE REGISTRO:** CIN2016A20158

**ESCUELA:** Colegio Alemán Alejandro Von Humboldt plantel Xochimilco

**ÁREA:** Ciencias físico-matemáticas

**DISCIPLINA:** Física

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Documental

**LUGAR:** Ciudad de México

**FECHA:** Febrero 2016

### **PARTICIPANTES:**

Juan Carlos García Romero

Juan Carlos Rendón López Serdán

Iker de Ajuria Montaña

José Pablo Nava Sánchez

### **ASESOR:**

Rodrigo Alonso Guadarrama Almeida

## RESUMEN

Un exoplaneta debe estar a la distancia correcta de su estrella para que el agua sea líquida en la superficie y sea una condición necesaria para la vida, hasta el momento los científicos han hallado cerca de 1,800 exoplanetas afuera del sistema solar, en el presente trabajo trataremos de demostrar de manera científica como se clasifican los exoplanetas y apuntar que realmente existen a través de los diferentes métodos de detección. Para detectar un exoplaneta un método de detección es necesario. El primer método de detección es el método de imagen directa que usa longitudes de ondas para detectar de manera directa un objeto cercano a una estrella. Desafortunadamente es raro el exoplaneta que se descubra con este método. Hay métodos indirectos que varían desde el método de velocidades radiales o método Doppler, el método de detección por tránsitos, el método de variación en el tiempo de tránsitos. Hasta febrero de 2016 más de 5 mil planetas han sido confirmados. Desafortunadamente la posibilidad de encontrar un planeta similar al nuestro es muy baja. Aunque cabe destacar que hay muchos exoplanetas que se encuentran orbitando la zona habitable, pero no es fácil saber que tienen estos planetas en su superficie terrestre. La investigación de exoplanetas es importante por el hecho que podríamos encontrar en algún futuro la forma de llegar al exoplaneta y de la misma manera descubrir una nueva forma de vida o nuevas formas de vida fuera de nuestro Sistema Solar.

## Abstract

An exoplanet should be at the right distance from its star for water to be liquid on the surface and is a necessary condition for life, so far scientists have found about 1,800 exoplanets outside the solar system, in this paper try to demonstrate scientific Marera as exoplanets are classified and noted that actually exist across the different detection methods. The first one is direct imaging, which is rarely used, Wavelengths

that reflect on a planet from its star are used in order to capture a picture of what can be an object. This is the only direct method to discover an exoplanet, not very reliable as it can take long to see an object. The indirect methods are more reliable and therefore more usual. Examples are the transit method, the radial velocity or Doppler method, the Transit timing variation (TTV). Over 5 thousand exoplanets have been discovered, as for February 2016. The possibilities to find a planet similar to ours are unfortunately very low. Though many exoplanets orbiting around a star are in the habitable zone, it is hard to know what the planet has in its surface. Therefore it is important to research for exoplanets as it could be a new home for the future. Not only a planet replacing the place where we live but also a new form to discover new forms of life, than the only we know in our planet or new forms of life outside our Solar System.

### **Planteamiento del Problema:**

Un exoplaneta es un planeta que está fuera nuestro sistema solar, pero no fuera de nuestra galaxia. A través del tiempo ha aumentado exponencialmente el descubrimiento de los exoplanetas, tratando de ver a futuro podríamos decir que en algunos años encontrar un planeta con capacidades para sustentar la vida o con vida.

Para clasificar los exoplanetas existe una nomenclatura. El sistema que se utiliza en la literatura científica para nombrar a los planetas extrasolares es bastante parecido al sistema utilizado para nombrar a estrellas binarias. El único cambio es que se utilizan letras minúsculas para el exoplaneta en vez de letras mayúsculas que se utilizan para las estrellas. Por ejemplo el sistema Gliese 15, el planeta Gliese b.

¿Cómo se determina si es sustentable para la vida?

### **Hipótesis o conjeturas:**

Existe un gran número de exoplanetas descubiertos, dentro de la zona habitable. Los exoplanetas habitables o con condiciones similares a la Tierra podrían ser una alternativa para vivir, aunque actualmente no se cuente con la tecnología para viajar a estos exoplanetas. No sólo son los exoplanetas una alternativa de vida sino también una posible forma de conocer otras formas de vida.

### **Objetivo General:**

El propósito fundamental del trabajo es comprender los principios para que un planeta pueda sustentar la vida, ordenar dichos exoplanetas y relacionarlos con nuestro planeta Tierra.

### **Objetivo específico:**

Identificar que exoplanetas tienen en sus atmosferas los elementos básicos para sustentar la vida

### **Metodología de investigación:**

El trabajo está basado en información de aplicaciones, libros, páginas y artículos web especializados de organismos internacionales sobre el tema que nos permitiera argumentar nuestra hipótesis, se buscó el apoyo de un especialista en el tema para clarificar dudas que surgieran y se prosiguió al desarrollo del contenido del trabajo.

### **Marco teórico:**

Partiendo de la problemática generada por la explosión demográfica explorar las condiciones necesarias que debe cumplir un exoplaneta para considerarlo habitable, entre ellas la temperatura en la superficie entre el punto de congelación (0° C) y el de ebullición del agua (100 °C). En el caso del Sistema Solar sería entre 0.63 y 1.15 Unidades Astronómicas (U.A.), aproximadamente entre 95 y 172 millones de kilómetros del Sol.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### Clasificaciones:

Así como las estrellas son clasificadas, los Planetas también tienen sus propias clasificaciones con nombres específicos para cada una. Algunas de estas clasificaciones no han sido comprobadas aun, por lo tanto la primer clasificación para los planetas es si son hipotéticos o comprobados. Dentro de estas clasificaciones se encuentra una gran gama de subclasificaciones como “Supertierra”, “Neptuno Caliente”, “Júpiter Frío”, entre otros. Un planeta se puede encontrar en más de una subclasificación.

Las principales clasificaciones son:

- *Planeta terrestre o rocoso*: Planeta formado principalmente por silicatos. También tienen una Topografía diversa y atmósferas secundarias. Un ejemplo es la Tierra
- *Supertierra*: Planeta terrestre extrasolar que tenga entre una y diez veces la masa de la Tierra.
- *Gigante gaseoso*: Planeta compuesto por fluidos o gases como hidrógeno, helio y agua. La mayor parte de su masa es conformada por gas, o gas comprimido en estado líquido. Tampoco contienen una superficie bien definida. Un ejemplo es Saturno, junto con los otros planetas exteriores.
- *Planetas púlsar*: Planetas que orbitan un púlsar, con una órbita muy cercana a su estrella (menos de una unidad astronómica), periodo rápido y masas relativamente bajas.
- *Júpiter caliente o planeta pegasiano*: Planeta extrasolar con una masa parecida o mayor a la de Júpiter, pero con una órbita 100 veces más cercana a su estrella (8 veces más cerca que Mercurio al Sol. Este es un ejemplo de una clasificación que inicio como hipotética, pero gracias al método de medición de la velocidad radial, ha sido posible confirmar algunos Júpiteres calientes.

- *Júpiter frío o gemelos de Júpiter*: Planeta extrasolar con una masa cercana o mayor a la de Júpiter. Su órbita es parecida a la de Júpiter con el sol. Estos planetas se encuentran en la zona exterior y más fría de su estrella.
- *Planeta océano*: Planeta hipotético con una superficie cubierta totalmente de agua. Teóricamente estos planetas podrían soportar la vida.
- *Planeta sin núcleo*: Planeta teórico sin un núcleo metálico.
- *Planeta interestelar*: Objeto interestelar con una masa equivalente a un planeta, pero sin ninguna atracción gravitacional a alguna estrella, por lo tanto se mueve por el espacio como un objeto independiente. Objeto en discusión, detectado, más no confirmado

## Posible o imposible

Un exoplaneta es un planeta que orbita una estrella diferente al Sol. No pertenece a nuestro Sistema Solar. Hay diferentes métodos para identificar un exoplaneta. La definición más popular es la definición dada por la Unión Astronómica Internacional. Esta definición establece ciertos criterios para determinar si el objeto que se ha encontrado es un exoplaneta o no. A continuación describimos de forma resumida los diferentes criterios aceptados por la Unión Astronómica Internacional.

El objeto encontrado no debe tener una masa real sobre el límite establecido por la Unión Astronómica Internacional. Esto significa que no debe sobrepasar máximo trece veces la masa del planeta Júpiter, si el objeto sobrepasa la masa establecida es una estrella marrón o también conocida como una enana roja.

Es más fácil encontrar exoplanetas con masas mayores a las de Júpiter precisamente por el tamaño. Dependiendo que método se use para su detección. Es también de mayor facilidad encontrar exoplanetas alrededor de estrellas conocidas como las K-gigantes como por ejemplo: *Pollux*. Por estadística tienen una de cada seis estrellas encontradas dos veces la masa del Sol.

Cada planeta extrasolar tiene una órbita alrededor de una estrella. Las estrellas están compuestas de diferentes elementos. Principalmente son elementos ligeros como el hidrógeno y el helio. También hay estrellas con elementos más pesados como el hierro. Dependiendo del elemento que está compuesta una estrella es propensa a tener un planeta orbitándola. A esta fracción se le conoce como metalicidad.

Muchos exoplanetas tienen órbitas en la zona habitable de su estrella madre, es decir donde existe la posibilidad que las condiciones sean parecidas a las de la Tierra. La mayoría de estos planetas son enormes y muy parecidos a Júpiter, que es mucho más grande que la Tierra. Si estos planetas poseen grandes lunas, los satélites podrían ser un hogar más elogiado para la vida.

Para poder habitar uno de estos planetas, se necesita uno con una gran masa, ya que uno con poca masa sería una desventaja para los seres humanos debido sobre todo a la poca gravedad que poseen. En cambio un planeta grande además de tener una mayor gravedad, también contiene un gran núcleo de hierro que permite la existencia de un campo magnético y protege a este del viento solar. El viento solar es aquel que si a un humano lo llega a sufrir puede ser letal. Un ejemplo es el planeta Kepler 452b que hoy en día es uno de los planetas más importantes en la investigación, después de haber sido descubierto recientemente se encuentra en la zona habitable y es una gran alternativa para la vida. Entre las diferencias a la Tierra se encuentran por ejemplo el tamaño, este planeta es equivalente a una Tierra y media. Desafortunadamente aún no se sabe sobre la masa de este planeta. A parte de ser parecido a la Tierra tiene una órbita al igual similar, se encuentra casi a la misma distancia del sol, por ende que si este planeta estuviera en el sistema solar podría ser un reemplazo para la Tierra. Desafortunadamente este planeta se encuentra a unos 1402 años luz de nosotros.

## **Métodos de detección**

Para detectar un exoplaneta, hay varios métodos de detección, uno de ellos es el de *velocidades radiales*. Los planetas solos producen una cantidad de luz muy baja para detectarlos con un simple telescopio, por este motivo se crearon métodos que usan la luz de la estrella para detectar algún planeta orbitándola. La mayoría de los planetas descubiertos tienen un tamaño grande y por esto mismo son muy calientes, emiten una intensa radiación infrarroja. La mayoría de los planetas extrasolares han sido descubiertos por métodos indirectos.

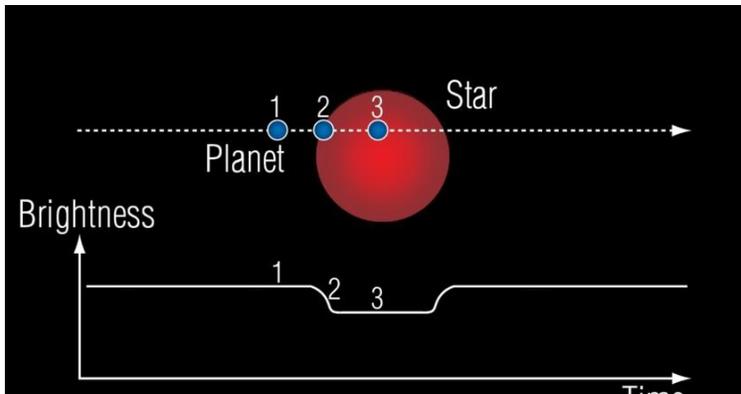
### **Velocidades radiales**

Este método se basa en el efecto Doppler. Este efecto es el aparente cambio de frecuencia de una onda al pasar frente a un observador. Esto quiere decir que en éste método se usa un efecto parecido al que cuando un avión pasa sobre una persona, al pasar un avión se modifica la frecuencia del sonido una vez después de ya haber pasado. El planeta, al orbitar la estrella central, ejerce también una fuerza gravitacional sobre ella. Esto provoca que en la estrella se cree una fuerza gravitacional que la hace girar sobre el centro de masa. Este método mide esos pequeños cambios en la velocidad del movimiento alrededor del centro de masa de una estrella. Los cambios de velocidad al moverse alrededor de su centro de masa la estrella se llaman oscilaciones. Pero las oscilaciones no sólo sirven para detectar nuevos planetas extrasolares sino que también sirven para detectar hoyos negros.

Un ejemplo es el sistema estelar de la estrella Gliese 581. Esta estrella tiene 5 planetas orbitando alrededor de ella. Incluso uno de estos planetas se encuentra en la zona habitable del sistema. (Gliese 581g)

### **Detección por tránsitos**

Este método consiste en observar un planeta fotométricamente. Esto quiere decir observar hasta detectar un cambio en la intensidad de luz cuando un planeta orbita por delante de ella. Esto se da también cuando un planeta pasa enfrente del sol y nos bloquea una fracción de luz emitida por el Sol.

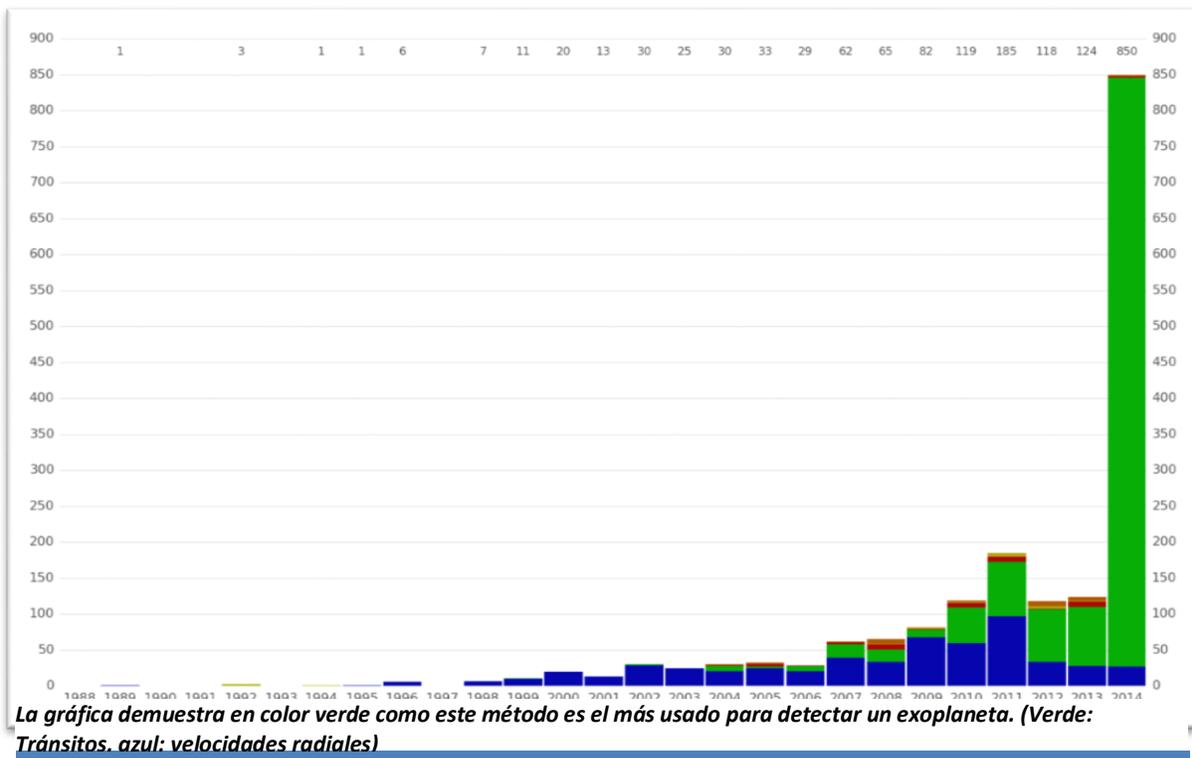


La ilustración demuestra el método de detección por tránsitos

Esto se da también cuando un planeta pasa enfrente del sol y nos bloquea una fracción de luz emitida por el Sol.

Pero no sólo las estrellas o planetas producen este cambio en la luz al pasar frente a ella sino que también los satélites que efectúan tránsitos

frente a un planeta. Por el hecho de que se produzcan tránsitos produce en por ejemplo en la tierra un eclipse solar. Como el del año 1991 aquí en la Ciudad de México, este es un gran ejemplo para comprobar el tránsito de varios astros. Este método es actualmente el más empleado en la búsqueda de exoplanetas. Hay



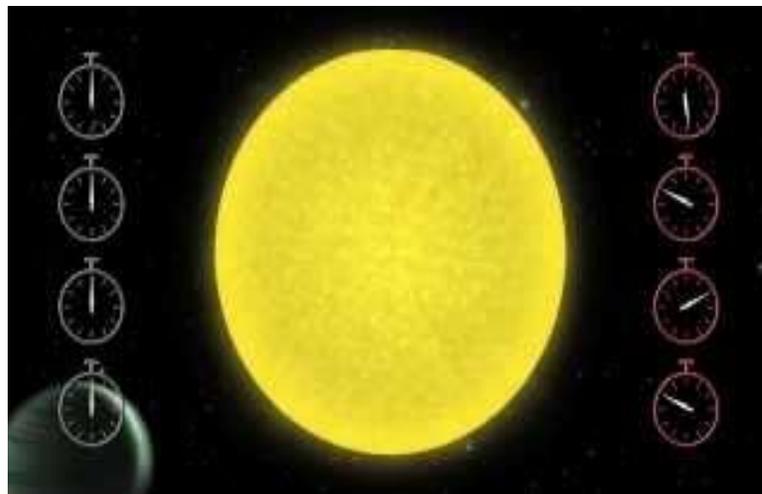
La gráfica demuestra en color verde como este método es el más usado para detectar un exoplaneta. (Verde: Tránsitos. azul: velocidades radiales)

varias misiones como las Corot y Kepler que usan este método para detectar planetas con el cambio de luz producida por los mismos. Un sistema estelar detectado con éste método es por ejemplo: CoRoT-7b. Con este método se puede detectar que tipo de atmósfera tiene el planeta.

### **Variación en el tiempo de tránsito (VTT)**

VTT es una variación sobre el método del tránsito, donde los cambios en el tránsito de un planeta pueden ser utilizados para detectar otro. La variación del tiempo es la variación que provoca un planeta contra otro por las fuerzas de gravedad que tienen entre sí. Con este método se pueden detectar planetas de menor tamaño, al haber detectado otro se puede saber si hay otros planetas por las variaciones en el periodo de tránsito.

En sistemas binarios esta variación es causada por la fuerza gravitacional contra los planetas que orbitan una de las dos estrellas binarias. De modo que se sabe que el planeta no fue perturbado por otro planeta.



*La imagen demuestra el cambio de tiempos de órbita por el planeta que influye con la fuerza*

## Micro lentes gravitacionales

El efecto de lente gravitacional ocurre cuando los campos de gravedad del planeta y la estrella actúan para aumentar o focalizar la luz de una estrella distante. Este efecto provoca que la atmósfera de un planeta refleje la luz de su estrella contra otra



*Imagen demuestra un telescopio que usa el efecto de micro lentes*

estrella o incluso planeta. Como cuando los telescopios capturan imágenes de algunas estrellas que brillan mucho más que otras pero no sólo por la intensidad sino porque hay una reflexión de luz extra en un planeta. Para que el método funcione, los tres objetos (La estrella, el planeta, la estrella que recibe la reflexión) tienen que estar

casi perfectamente alineados. Algunos planetas como el caso del planeta OGLE-2005-BLG-390Lb detectado en 2006

### Definición:

La definición oficial de planeta hecha por la Unión Astronómica Internacional (UAI) en el 2010 referente a los exoplanetas es una de trabajo publicada en el 2001, que fue modificada en el 2003. Esta definición contiene los siguientes criterios:

- Los objetos con masas reales por debajo de la masa límite para la fusión termonuclear

- Los objetos sub-estelares con masas reales por encima de la masa límite para la fusión termonuclear del deuterio son "enanas marrones", por lo tanto no planetas
- Los objetos que flotan libremente en cúmulos de estrellas jóvenes con masas por debajo de la masa límite para la fusión termonuclear del deuterio no son planetas, pero son sub-enanas marrones.

### **Propiedades generales:**

#### **Número de estrellas con planetas:**

Los programas de búsqueda de planetas al ser aún no tan avanzados solo toman ciertas estrellas para encontrar los exoplanetas. Sin embargo, la totalidad de estrellas con planetas es dudosa debido a efectos de observación. El método de velocidad radial y el método de tránsito son mucho más susceptibles a los grandes planetas en órbitas pequeñas. Por esa razón muchos exoplanetas conocidos son del tipo "Júpiter caliente"; esto quiere decir que los planetas de alrededor de la masa de Júpiter viajan en órbitas muy pequeñas, con períodos de solamente algunos días. Se cree que entre 3% a 4.5% de las estrellas parecidas al sol poseen un planeta gigante con un período orbital de 100 días o menos, este "planeta gigante" significa que es por lo menos treinta masas más grandes que la tierra.

Independientemente quitando la cantidad exacta de las estrellas con planetas, el número total de exoplanetas es muy grande. En nuestra galaxia la Vía Láctea posee al menos 100 mil millones de estrellas que estas deben contener miles de millones de planetas.

Otra catálogo común estrellas para los nombres de exoplanetas es GJ, de una expansión 1970 del índice de astrónomo alemán Wilhelm Gliese 1957. (Un puñado de exoplanetas Gliese también existe también.) Un mundo ejemplo con esta denominación es GJ 1214 b, lo que significa que es la entrada 1214a en el catálogo de estrellas. Otros ejemplos incluyen los exoplanetas HD y la cadera. Un ejemplo

de un exoplaneta llamado así por el nombre común de su estrella es Fomalhaut b, derivado de un nombre árabe utilizado originalmente hace al menos 2.000 años.

### **Clasificación de una estrella:**

La clasificación moderna se realiza a través del tipo espectral que las estrellas nos dejan ver. El análisis espectral consiste específicamente en el estudio de una luz previamente descompuesta en radiaciones monocromáticas mediante un prisma o una red de difracción, un ejemplo sería el arcoíris que vemos en el cielo, una vez que las gotas de agua descompusieron o separaron a luz blanca en diferentes colores, con diferentes niveles energéticos.

Existen dos tipos de clasificación, basados en dos catálogos diferentes: el catálogo de Henry Draper (HD) realizado en Harvard, universidad en Massachusetts, Estados Unidos, a principios del siglo XX, el cual determina lo que se denomina *Tipo espectral*, y el catálogo del Observatorio Yerkes, observatorio astronómico instalado en Williams Bay, Wisconsin, perteneciente a la Universidad de Chicago, EE.UU.A , realizado en 1943, el cual determina lo que se denomina *Clase de luminosidad*, lo cual hace referencia a la luminosidad que emite dicha estrella.

### **Tipos espectrales:**

Esta clasificación distingue las estrellas de acuerdo a su espectro luminoso y su temperatura superficial. Una medida simple de esta temperatura es el índice de color de la estrella.

La clasificación, yendo de mayor a menor, es W, O, B, A, F, G, K, M, R, N y S. Las estrellas de tipo O, B y A son muy calientes, y el tipo M es bastante más frío. La temperatura superficial, que determina la clase espectral, también determina el

color de la estrella. De esta manera, las estrellas O son azules, mientras que las estrellas S son rojas.

Clasificación	Color	Temperatura (°C)	Ejemplo
W-O	Blanco Verdoso	100000	<i>Wolf Rayer</i>
B	Azulado	25000	<i>Spica</i>
A	Blanco Verdoso	11500	<i>Sirio</i>
F	Blanco amarillento	7500	<i>Canopus</i>
G	Amarillo	6000	<i>Sol</i>
K	Anaranjado amarillento	4700	<i>Arturo</i>
M	Anaranjado	3000	<i>Antares</i>
R	Anaranjado rojizo	2600	<i>CW Leonis</i>
N	Rojo anaranjadas	2000	<i>Betelgeuse</i>
S	Rojo	1400	<i>Andromedae</i>

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Estrella>)

### Estrellas de secuencia principal:

Se denomina secuencia principal a la región del diagrama de Hertzsprung-Russell en la que se encuentran la mayor parte de las estrellas.

El diagrama H-R es un diagrama estadístico que muestra la temperatura efectiva de las estrellas en función de su luminosidad.

### Características de las estrellas que albergan planetas:

La mayoría de los exoplanetas conocidos orbital estrellas más o menos similares a nuestro Sol, es decir estrellas de secuencia principal de categorías espectrales F, G o K. Una razón es debido a los efectos de selección observacional, el cual hace que los métodos de búsqueda de planetas se concentren en ciertas estrellas. A pesar de lo antes mencionado, el análisis estadístico indica que las estrellas de menor masa son menos propensas a tener planetas, o bien a tener planetas que

son de menos masa y por lo tanto más difíciles de detectar. Una estrella de baja masa tienden a girar demasiado rápido, lo que hace que sea muy difícil medir los pequeños desplazamientos Doppler inducidos por planetas en órbita, ya que las líneas espectrales son muy amplias.

Estudios Doppler en torno a una gran variedad de estrellas indican que aproximadamente 1 de cada 6 estrellas que tienen el doble de la masa del sol son órbitas por alrededor de uno o más planetas del tamaño de Júpiter, frente a 1 en 16 para estrellas similares al Sol, y sólo 1 en 50 para la clase M de enanas rojas. Observaciones recientes del telescopio Espacial Spitzer indican que las estrellas de categoría estelar O, que son mucho más calientes que nuestro Sol, producen un efecto de foto-evaporación que inhibe la formación planetaria.

### **Temperatura y composición:**

Es posible calcular la temperatura de un exoplaneta basado en la intensidad de la luz que recibe de su estrella madre. Por ejemplo, el planeta OGLE-2005-BLG-390Lb Cubriendo factores desde la metalicidad de una estrella hasta la misma atmósfera, de modo que es difícil detectar la temperatura en la superficie de un exoplaneta.

### **Distribución de masa:**

La mayoría de los exoplanetas detectados hasta ahora tienen masas elevadas. Todos los detectados desde enero de 2010, con excepción de veinticinco de ellos, tienen más de diez veces la masa de la Tierra. Muchos son considerablemente más masivos que Júpiter, el planeta más masivo del Sistema Solar. Sin embargo, estas altas masas son en gran parte debido a un efecto de selección observacional: todos los métodos de detección son mucho más sensibles para el descubrimiento de planetas masivos. Este sesgo hace difícil el análisis estadístico, pero parece que los planetas de masa baja son en realidad más comunes que los de mayor masa al menos dentro de un rango de masas amplio que incluye a todos los planetas gigantes. Además, el hecho de que los astrónomos han descubierto varios planetas

de solo unas pocas veces más masivos que la Tierra, a pesar de la gran dificultad de detectarlos, indica que estos planetas son bastante comunes.

Una conferencia de los investigadores del Proyecto Kepler en julio de 2010 evidencio que la distribución de masas encontrada en los planetas extrasolares es muy similar a la que observamos en nuestro sistema solar, con gran cantidad de planetas de tamaño similar al terrestre.

### **Parámetros orbitales:**

La mayoría de los planetas candidatos extrasolares conocidos han sido descubiertos usando métodos indirectos, por lo que sólo se pueden determinar algunos parámetros físicos y orbitales puntuales. Por ejemplo, de los seis parámetros elementales independientes que definen una órbita, el método de velocidad radial puede determinar cuatro: Semeje mayor, excentricidad, longitud del periastro, y la hora del periastro. Dos parámetros siguen siendo desconocidos: inclinación y longitud del nodo ascendente.

La excentricidad orbital es la medida de cuan elíptica (alargada) es una órbita. La mayoría de los exoplanetas con periodos orbitales cortos (de 20 días o menos) tienen órbitas casi circulares de excentricidad muy baja. Que se cree que es debido a la circularización de marea un efecto en el que la interacción gravitatoria entre dos cuerpos reduce gradualmente su excentricidad orbital. Por el contrario, la mayoría de los exoplanetas conocidos con períodos orbitales más largos tienen órbitas muy excéntricas. Esto *no* es un efecto de selección observacional ya que un planeta puede ser detectado de igual manera con independencia de la excentricidad de su órbita. La prevalencia de las órbitas elípticas es un gran enigma, ya que las teorías actuales de formación planetaria sugieren fuertemente que los planetas deben formarse con órbitas circulares (es decir, no excéntricas). Una teoría es que los compañeros pequeños, como las enanas T (enana marrón que contiene metano) se pueden ocultar en los sistemas planetarios y pueden causar que las órbitas de los planetas sean extremas.

Mediante la combinación de mediciones de velocidad astrométricas y radial, se ha constatado que, a diferencia del sistema solar, los planetas no deben moverse necesariamente en órbitas en el mismo plano orbital alrededor de su estrella, pero pueden tener inclinaciones muy dispares.

### **Descubrimientos Notables:**

Los descubrimientos de los exoplanetas más notables se dan a partir del año 1988. Este planeta fue descubierto con el método de velocidades radiales. Al principio se creía que este planeta orbitaba una estrella gigante. Esto era erróneo hasta descubrir que el planeta *Gamma Cephei Ab* orbita alrededor de un sistema binario. Esto fue confirmado hasta el año 2002. Un año después se descubrió un planeta que orbita una enana marrón. Lo especial en este planeta extrasolar es que tiene una masa once veces menor a la de Júpiter. *HD 114762 b* es el nombre del planeta que a principios de su descubrimiento se pensaba que era una estrella enana. En 1992 se descubre el primer exoplaneta con una superficie terrestre (*PSR B1257+12*). Se descubrió con el método de púlsares.

En 1999 se descubre el primer sistema exoplanetario orbitando alrededor de una estrella. El sistema está conformado por tres planetas del tamaño de Júpiter. Otro descubrimiento notable se da hasta el año 2003 cuando dos científicos con información del telescopio espacial Hubble descubren el planeta extrasolar hasta ahora más antiguo de todos los hasta ahora descubiertos con una edad de 12.7 mil millones de años. Se encuentra en la constelación Escorpio y a unos 5600 años luz de distancia. Orbita alrededor de una estrella binaria (*PSR B1620-26c*).

El 2 de febrero de 2011 se anunció el descubrimiento de seis exoplanetas en un sistema estelar muy similar al sistema solar (*Kepler 11*). Dos años después la misma sonda Kepler anunció el descubrimiento de un con una masa y un radio ligeramente mayor que al de la Luna. Tres años después se descubrió el exoplaneta con la misma sonda el Kepler 186f. Es el planeta más parecido a la

tierra orbitando una estrella marrón, pero se encuentra en la zona habitable. Aunque aun estando en la zona habitable tiene temperaturas terrestres muy bajas para albergar la vida como la conocemos en la Tierra. Hasta en el año 2015 se han descubierto dos exoplanetas con un parecido a la tierra notable.

## **Análisis de Resultados:**

### **Observatorios:**

#### *Minerva*

Este proyecto se ubica en las instalaciones del Instituto de Tecnología de California. Los telescopios serán reubicados al Monte Hopkins en Arizona, para tener una mejor vista nocturna en los cielos despejados de Arizona. Minerva es un proyecto que tiene como meta descubrir planetas de un tamaño similar al de la tierra. Para este proyecto se estará usando el método de tránsitos. Ahora que se ubica en Caltech va a ser usado para enseñar a alumnos astrofísicos como se puede explorar para encontrar un exoplaneta. También lo usan los investigadores de este instituto. El proyecto está destinado a descubrir planetas con un periodo orbital similar al de la tierra (365 días), también se van a investigar los planetas que ya se hayan descubierto que se encuentren en la zona habitable para lograr descubrir la posibilidad de vida dentro de otros sistemas estelares o binarios. El proyecto usa un telescopio CDK700 programado para medir cambios de frecuencia de luz de una estrella (Tránsitos).

#### *SuperWASP*

Esta organización internacional de académicos es una de los proyectos que más exoplanetas han descubierto. Usa el método de tránsitos. WASP consiste de dos observatorios robóticos. Uno de los telescopios se encuentra en las Islas Canarias y el otro en el observatorio astronómico sudafricano en Sudáfrica. Los dos observatorios toman aproximadamente una imagen por minuto. Un gran número de exoplanetas han sido descubiertos gracias a este proyecto de gran importancia. No

sólo planetas en sistemas estelares con una sola estrella, sino también planetas orbitando una estrella binaria. Varios de los planetas descubiertos por este proyecto son de gran importancia porque varios de estos se encuentran en la zona habitable. Como lo es el ejemplo de WASP 47b que tiene una masa similar a la Tierra. De este modo se vuelve un gran candidato para sustentar la vida, tal vez no inteligente pero si alguna otra forma de vida que nosotros aún no conocemos. Desafortunadamente se necesita de avances tecnológicos para saber lo que este planeta contiene.

### **Misiones:**

COROT: es una misión espacial aprobada y liderada por la Agencia Espacial Francesa (CNES) conjuntamente con la Agencia Espacial Europea. El satélite Corot fue lanzado el 27 de diciembre de 2006

Kepler: nombre de un satélite artificial que orbita alrededor del sol buscando planetas extrasolares, llevando a cabo lo que se conoce como misión Kepler.

PEGASE: El objetivo de la misión es el estudio de los Júpiter calientes, enana marrones y el interior de los discos protoplanetarios.

Gaia: propuesta por la Agencia Espacial Europea que fue lanzada el 19 de diciembre de 2013 desde Puerto Espacial Europeo en la Guayana Francesa.

### **Conclusión:**

Hay exoplanetas que tienen la capacidad de albergar vida. Aunque la información es muy poca y son muchas las características que debe tener el planeta para albergar vida. Primeramente la tecnología tendría que avanzar a tal grado que se pueda calcular la atmósfera y los compuestos del planeta exactamente para poder saber si verdaderamente es habitable, porque una cosa es que se encuentre en la

