



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

### El Viajero Estelar: distancias entre sistemas planetarios y planes de viaje entre estrellas

**Institución:** Universidad Complutense de Madrid /AEGORA

**Plantilla del escenario educativo:** enseñanza basada en la indagación

**Escenario educativo:** El viajero estelar: cartografía de sistemas planetarios en el espacio

#### Situación educativa

Si bien es cierto que los estudiantes de secundaria aprenden acerca del Sistema Solar y de la existencia de sistemas planetarios extrasolares, lo habitual es que nunca lleguen a familiarizarse con ellos. No hay discusión con base científica sobre astrografía y localización de sistemas planetarios ni tampoco sobre las propiedades de las estrellas que alojan a estos planetas o la dificultad de hallar planetas habitables.

El aprendizaje de esta materia, basado en los libros de texto comunes, es limitado. Además, la cantidad de información arrolladora emitida por los medios de comunicación conduce a malos entendidos basados en la ausencia de conocimiento científico verdadero

Este escenario tiene la ambición de contribuir a que los estudiantes aprendan sobre astrografía, planos de referencia básicos y localización de planetas en el espacio. Además, conocerán las propiedades de las estrellas que iluminan sistemas planetarios extrasolares y las propiedades de esos planetas.

Este escenario educativo requiere la utilización de la herramienta «[El Viajero Estelar](#)» («[The Solar System as a MathLab](#)» en inglés) desarrollada por la Universidad Complutense de Madrid /AEGORA. Su función es mostrar la localización de sistemas planetarios en el espacio y las propiedades de las estrellas así como la medición de las distancias a/entre sistemas planetarios.



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

### Objetivos del escenario educativo

A través de este escenario los estudiantes:

1. conocerán los principales planos que se utilizan como referencia para astrografía: el ecuador y el plano galáctico
2. conocerán la localización de los sistemas planetarios actualmente conocidos en el espacio
3. se familiarizarán con las propiedades de sistemas planetarios extrasolares: propiedades de la estrella, número de planetas, localización de planetas, etc.
4. aprenderán a medir distancias en escalas galácticas
5. serán introducidos al aprendizaje del impacto de las estrellas madre en la evolución de atmósferas planetarias

### Características y requerimientos para estudiantes

Los estudiantes tienen un conocimiento limitado acerca de la «ciencia real» que subyace a las asombrosas noticias científicas que emiten los medios de comunicación. Los planetas extrasolares son un tema de moda, pero rara vez tienen acceso a un conocimiento científico al respecto. Este ejercicio está concebido como un recurso para guiar a los estudiantes hacia el conocimiento científico que hay detrás de las noticias en los medios de comunicación tradicionales.

Además, este escenario educativo permite a los estudiantes interactuar (por ejemplo, al trabajar en parejas o grupos) y desarrollar habilidades sociales y colaborativas. De esta manera se les muestra la ciencia como una actividad grupal y no como una tarea exclusivamente individual. Este giro en su percepción puede conllevar un interés creciente de muchos de ellos hacia la ciencia e incluso posiblemente conducirlos a estudiar carreras científicas.

### Razonamiento de la aproximación educativa y parámetros que garantizan su implementación

Esta actividad está diseñada de acuerdo con un **modelo basado en la investigación** y sigue una aproximación científica. A los estudiantes se les invita a hacer predicciones acerca de las características y la habitabilidad de los planetas dependiendo de las propiedades de su estrella principal. Basándose en su



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

propia investigación, se les pide que saquen sus propias conclusiones y propongan un viaje a los sistemas que más les llamen la atención y calculen la distancia total que supondría.

Al trabajar divididos en grupos, de cada uno se espera que tracen viajes diferentes. Promover un debate entre ellos les ayudaría a madurar el conocimiento. Al final del ejercicio, se propone discutir acerca de una noticia científica que se haya hecho pública recientemente en los medios de comunicación.

### Actividades educativas

#### 1. Actividades que suscitan cuestiones

##### a. mostrar curiosidad

Se recomienda comenzar la clase con la presentación online que incluye vídeos descriptivos sobre el Sistema Solar, los planetas y las características que hacen que la Tierra se un planeta acogedor para la vida. Incita una conversación con la clase preguntando a los estudiantes cuestiones simples como:

- si creen que todas las estrellas pueden albergar sistemas planetarios o no
- si en todos los sistemas planetarios se pueden encontrar planetas que alberguen la posibilidad de vida
- si los humanos podemos o no viajar hasta ellos

Como docente, contarás a los estudiantes qué es lo que harán concretamente durante el ejercicio:

- aprenderán acerca de referencias en el espacio para localizar estrellas y sistemas planetarios
- estudiarán la distribución de sistemas planetarios extrasolares así como sus propiedades
- buscarán sistemas planetarios en el cielo nocturno
- investigarán las propiedades de diversos sistemas planetarios y la posibilidad de que surja vida en ellos
- calcularán el tiempo que llevaría viajar hasta ellos



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

### b. Planteamiento de cuestiones a partir del conocimiento previo

Durante la discusión con los estudiantes, asegúrate de preguntarles algunas de las siguientes cuestiones. Es una manera de comprometerlos con el tema y de revisar los conocimientos previos que tienen sobre la materia.

1. ¿Cómo se definen los sistemas de referencia?
2. ¿Cómo se muestran las posiciones de las estrellas en el cielo?
3. ¿Cualquier estrella puede acoger sistemas planetarios?
4. ¿Qué es la vida? ¿qué es lo que hace factible la vida?
5. ¿Qué planetas del Sistema Solar pueden albergar vida? ¿por qué?
6. ¿Afecta el Sol a la vida en la Tierra? ¿sufriría variaciones el Sol?

### 1. Investigación activa

#### a. Propuesta de explicación preliminar o hipótesis

Los sistemas planetarios están ampliamente dispersos en nuestra Galaxia. Algunos de ellos están muy cerca de la Tierra. Y muchos alojan varios planetas. Pero, ¿cuáles son las características de sus estrellas madre?

El proyecto de los alumnos incluye **tres tareas** primordiales:

- a) describir las características del Sol y de los planetas del Sistema Solar: localización, temperatura, composición...
- b) describir el sistema de referencia y la localización de sistemas extrasolares a través del mismo. Describir también las distancias genéricas y las propiedades.
- c) describir la temperatura y densidad que requeriría la existencia de vida. Si los profesores se sienten cómodos en este campo, el tema es susceptible de expandirse hacia las propiedades de la vida, de la estructura química del ADN y del ARN, de la construcción molecular y su robustez.



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

### b. Planificación y conducción de una investigación sencilla

Después de que los estudiantes hayan hecho sus predicciones, procede a dividir a la clase en grupos de trabajo.

Cuenta a los estudiantes las dos tareas principales que involucra el ejercicio.

En una primera parte, los alumnos utilizarán la herramienta «[El Viajero Estelar](#)»\*, disponible en la página wiki de [Hands-On Universe España](#) [URL: [www.houspain.com](http://www.houspain.com)]. La herramienta está programada con Java, por lo que requiere su instalación. Funciona con cualquier navegador (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome...).

\*Ten en cuenta que la herramienta contiene una sección de ayuda en línea explicando los sistemas de coordenadas y el significado de conceptos como «parsec» o «tipo espectral»



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

**EL VIAJERO ESTELAR** ...

EL VIAJERO ESTELAR ASTUTO

¿Existen otros lugares del Universo que podamos habitar?  
¿Hay vida en otros planetas?

El 6 de octubre de 1995, Michel Mayor y Didier Queloz, astrónomos suizos, descubrieron el primer planeta orbitando alrededor de una estrella similar al Sol. El planeta se llamó 51 Pegasi b. Unos meses más tarde un equipo americano, liderado por Geoffrey Marcy, anunció el descubrimiento de otros planetas. Los astrónomos decidieron llamar a estos nuevos mundos exoplanetas o planetas externos al sistema solar. La mayor parte de los planetas descubiertos son planetas gigantes y gaseosos, cómo Júpiter, que se encuentran muy cerca de su estrella, cuya radiación evapora la atmosfera del planeta. Todavía no se ha descubierto ningún planeta que se parezca a la Tierra aunque la aplicación de las nuevas tecnologías está abriendo este camino y en unos 10-20 años se espera poder detectar Nuevas-Tierras. La carrera por encontrar nuevos planetas no ha hecho más que empezar..."

"¿Quieres viajar entre esos sistemas?"

Si No..

HOU-España

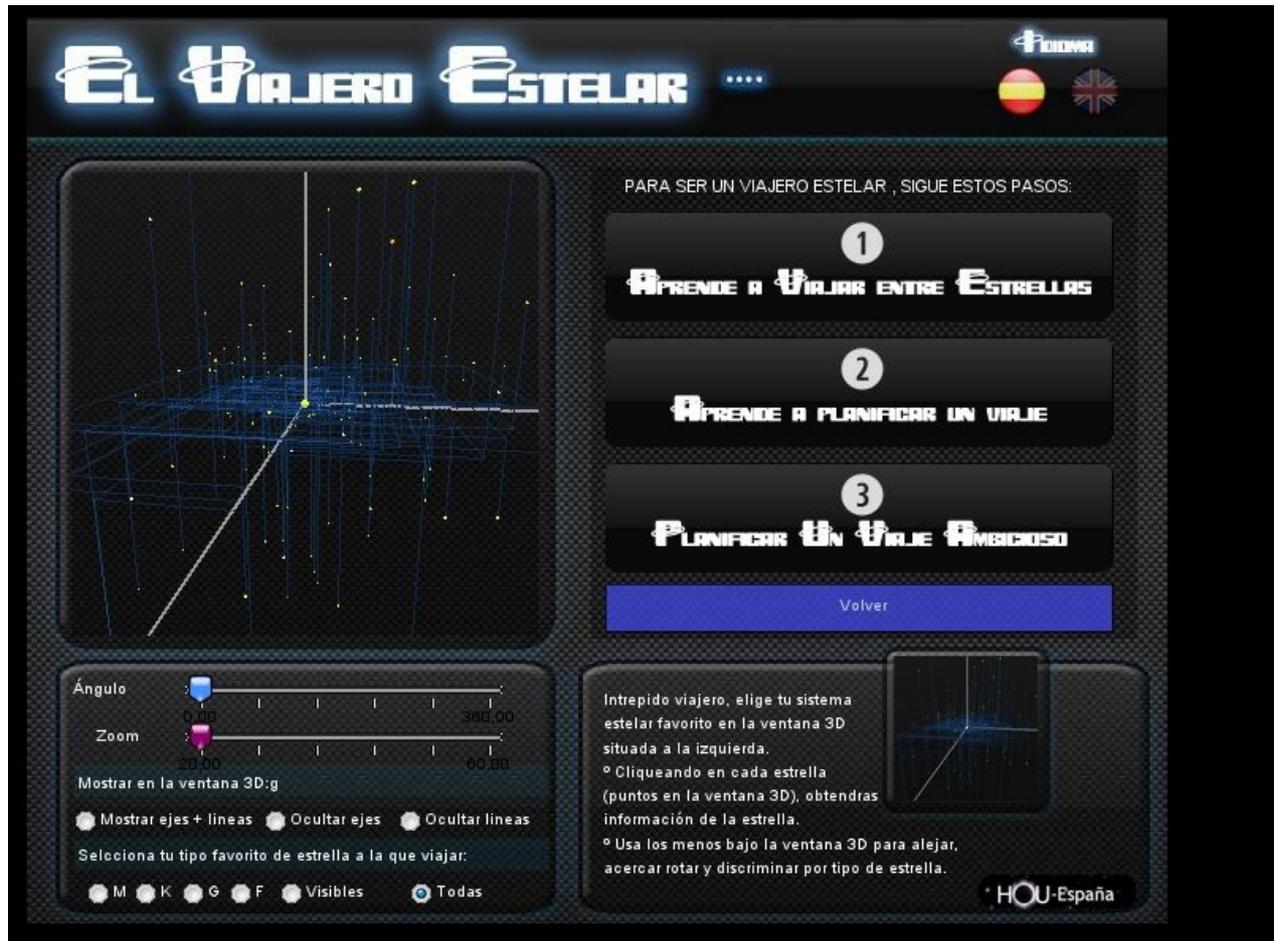
El diagrama cartesiano 3-D indicando la posición de los sistemas planetarios conocidos en julio de 2005.  
El Sistema de Referencia está centrado en el Sistema Solar (en el Sol) con ejes:  
\* X apuntando al punto Aries en la constelación Piscis.  
\* Y apuntando a la constelación Serpiente.  
\* Z apuntando a la Estrella polar situada en la constelación de la Osa Menor.  
Joven cadete espacial, es el momento de comenzar!!!

**Figura 1:** Accede a la página de la herramienta. Un sistema interactivo de aprendizaje *online* provee recomendaciones a los estudiantes sobre las características principales de los sistemas y del conocimiento matemático requerido para medir distancias y planificar un viaje eficaz.

Mediante la herramienta, los estudiantes seleccionarán algunos sistemas planetarios y definirán un viaje. Esta tarea está pensada para ser llevada a cabo en grupos pequeños, que deberán cumplimentar una hoja de cálculo describiendo la lógica que subyace a su selección. La selección debe incluir cuatro (4) sistemas planetarios extrasolares.



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education



**Figura 2:** La localización de los sistemas planetarios cercanos se muestra en el panel superior izquierdo. Los estudiantes tienen la posibilidad de hacer zoom y rotar el mapa 3D para seleccionar uno de los sistemas planetarios. Mediante un solo clic con el botón derecho en el sistema planetario seleccionado, se muestra la información referente a la localización y contenido planetario.

En una segunda parte del ejercicio y aún trabajando por grupos, estudiarán las propiedades de los sistemas planetarios seleccionados (los cuatro): estrellas, planetas, localización de los planetas. Producirán una hoja de cálculo incluyendo los resultados principales de la investigación:

- Una determinación de las distancias entre sistemas planetarios
- Una determinación del periodo orbital utilizando las Leyes de Kepler y el semieje mayor que provee la herramienta y la masa de la estrella



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

- Una estimación de la gravedad en la superficie de los planetas, asumiendo que tienen un radio similar al de Júpiter
- Un resumen con las características de los planetas del Sistema Solar que más se asemejan a aquellos que han encontrado orbitando al rededor de otras estrellas.
- Una descripción crítica de las similitudes y diferencias entre los sistemas planetarios que han elegido y el Sistema Solar

**EL VIAJERO ESTELAR** VIAJAR ENTRE ESTRELLAS

¿Sabes cómo se calculan las distancias entre estrellas?  
Para viajar entre estrellas, necesitas saber cuanto distan entre si.  
Elige dos estrellas usando el ratón y cliqueando en la ventana 3D.

|          | Primera estrella | Segunda estrella |
|----------|------------------|------------------|
| Nombre   | ---              | ---              |
| X Coord. | ---              | ---              |
| Y Coord. | ---              | ---              |
| Z Coord. | ---              | ---              |

Calcula la distancia entre las estrellas:

**Tips**  
El color indica el estado de tu respuesta:  
● Rojo: Mal. ● Naranja: Cerca. ● Verde: Correcta.

Volver

HOU-España

**Figura 3:** Herramienta de ayuda en la medición de distancias entre sistemas planetarios. La herramienta indica un botón en el cual obtener «ayuda en línea» con la definición de sistemas de coordenadas cartesianas y esféricas así como con las ecuaciones para transformar coordenadas.



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

### 2. Creación

#### a. Recogida de evidencias a partir de la observación

Los estudiantes seleccionarán un sistema planetario de la lista propuesta para observación. Después, obtendrán información sobre la actividad magnética de su estrella. La actividad magnética produce un flujo variable de partículas de alta energía y radiación que interactúa con las atmósferas de los planetas de cada sistema planetario.

Estas observaciones conducirán a medir la actividad magnética de la estrella a través de la variación del flujo de la línea de Hidrógeno Alfa de la Serie de Balmer ( $H\alpha$  a 6562 Angstroms) y a través del color B-V.

#### b. Mediciones

A los estudiantes se les dará la posibilidad de visitar el observatorio de La Hita (provincia de Toledo) y manipular el telescopio para realizar observaciones reales de la estrella madre. Estas observaciones podrían incluso llevarse a cabo con los sistemas de observación de [The Faulkes Telescopes Project](#) o los datos podrían ser descargados de archivos de datos. El uso de archivos de datos dependerá del conocimiento y habilidad del docente para conducir la investigación.

### 3. Discusión

#### a. Explicación basada en la evidencia

Plantea las siguientes preguntas a los estudiantes. Trabajarán en grupos (como antes) para producir sus propios cálculos

1. ¿Cuáles son los medios para medir la variación de la radiación estelar?
2. ¿Cómo de fiables son estos datos?
3. ¿Se detectan variaciones?
4. En caso afirmativo, ¿tienen fundamento?, ¿son razonables?
5. ¿Cuál sería el impacto real de estas variaciones a la distancia a la cual se encuentran los planetas?

En base al ejercicio llevado a cabo y teniendo en cuenta las preguntas que se acaban de plantear, pide a los alumnos que redacten un informe.



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

### b. Considerar explicaciones alternativas

Discute con los alumnos sobre si:

- puede la atmósfera de la Tierra ser responsable de las variaciones que han observado en las estrellas;
- las variaciones en el brillo de las estrellas es relevante para el surgimiento de vida

### c. Lectura crítica

Selecciona una noticia sobre astronomía en la cual se hable de planetas recientemente descubiertos, que haya sido divulgada recientemente (de televisión, prensa escrita o digital -por ejemplo de [Materia-](#)) y discute con los alumnos:

- ¿Por qué es relevante la noticia?, ¿cuántos planetas como estos se conocen?
- ¿Son muy lejanos?, ¿cuánto se tardaría en viajar a ese planeta (a la velocidad de la luz)?

## 5. Reflexión

### a. Comunicar los resultados

Fomenta una charla en la cual se dé una visión general de todo lo que se ha discutido en clase durante el ejercicio.

Podrías enfocarte en los siguientes aspectos:

- ¿Se han encontrado dificultades en la búsqueda de información sobre sistemas planetarios?
- ¿Se han encontrado referencias suficientes acerca de ellos?, ¿son fiables?
- ¿Es posible que existan planetas similares a la Tierra en otros sistemas planetarios?

Invita a los estudiantes a presentar sus resultados y construir entre todos un mosaico con la localización y propiedades de los planetas extrasolares. Señala la localización de sus sistemas en un mapa nocturno del cielo e indica cuáles son las constelaciones más cercanas. Para terminar, comenta con la clase hasta qué punto la vida sería viable en los planetas extra-solares detectados.

¿Qué estrategias proponen?, ¿creen que hay eclipses con frecuencia en estos planetas?, ¿es factible que el brillo intrínseco a las estrellas afecte a las atmósferas de estos planetas?



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

### Roles de participación

En este escenario, los **estudiantes** comienzan a discutir sobre sistemas de referencia, medición de movimientos y sobre qué es lo que conocen acerca de movimientos dentro del Sistema Solar y/o en el cielo. Después de una breve introducción, se familiarizan con el Sistema Solar y lo entienden en su justa medida como uno más de los sistemas planetarios.

El **docente** es un facilitador y guía a los alumnos a lo largo del proceso de medición y reflexión. Ella/él expone los conceptos pertinentes y dirige a los alumnos hacia el problema en cuestión mediante el cuestionamiento constante. En paralelo, les indica cómo utilizar la herramienta. Ella/él tiene capacidad de organizar una visita guiada a un observatorio y proponer nuevas observaciones a los estudiantes.

### Herramientas, servicios

1. Ordenadores, conexión a Internet y Java
2. Plataforma [Wiki de Hands-On Universe](#) (España)
3. [Manuales](#) 1 y 3 de la Wiki-HOU
  - [Coordenadas astronómicas, distancias y magnitudes](#)
  - [Leyes de Kepler, cónicas y movimiento orbital](#)



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

### HOJA DE CONTROL PARA EL ESTUDIANTE\*

1. SELECCIONA CUATRO SISTEMAS Y ANOTA EN LA TABLA SUS PROPIEDADES

| ESTRELLA | COORDENADAS          | DISTANCIA<br>AL SOL (en<br>años luz) | Num. de planetas y<br>el <b>semieje mayor</b><br>(AU) | Periodo<br>orbital<br>(en<br>años<br>terrestres) | Propiedades de<br>la estrella |
|----------|----------------------|--------------------------------------|---|--|-------------------------------|
|          | $\alpha$<br>$\delta$ |                                      | P1<br>P2<br>P3<br>....                                | P1<br>P2<br>P3<br>....                           | Masa<br>Tipo espectral        |
|          | $\alpha$<br>$\delta$ |                                      | P1<br>P2<br>P3<br>....                                | P1<br>P2<br>P3<br>....                           | Masa<br>Tipo espectral        |
|          | $\alpha$<br>$\delta$ |                                      | P1<br>P2<br>P3<br>....                                | P1<br>P2<br>P3<br>....                           | Masa<br>Tipo espectral        |
|          | $\alpha$<br>$\delta$ |                                      | P1<br>P2<br>P3<br>....                                | P1<br>P2<br>P3<br>....                           | Masa<br>Tipo espectral        |

- Incluye aparte cualquier **anotación** o curiosidad especial



## The Pedagogy of Inquiry Teaching: Strategies for Developing Inquiry as part of Science Education

2. COMPUTA LAS DISTANCIAS ENTRE ESTRELLAS Y VERIFICA CON LA HERRAMIENTA ONLINE

3. SELECCIONA UNA ESTRELLA PARA ESTUDIARLA EN DETALLE Y RESPONDE A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

- ¿Por qué has elegido esta estrella?
- ¿Es más fría o más caliente que el Sol?
- ¿Son sus planetas similares a la Tierra?
- O, ¿son más similares a Júpiter?
- ¿Por qué crees que la mayoría de los planetas son similares a Júpiter?
- ¿La radiación solar afecta a la Tierra?, ¿cómo?
- ¿Qué es una tormenta solar?, ¿afecta a la Tierra?, ¿de qué manera?
- La estrella del sistema planetario que has elegido, ¿tiene tormentas?
- ¿Has detectado variaciones en su brillo que hayan podido ser causadas por tormentas?
- Describe las observaciones que has llevado a cabo

\*Nota para el docente: en caso de que, finalmente, los estudiantes hayan llevado a cabo observaciones astronómicas, deben añadir aquí las mediciones que han obtenido así como el lugar y cómo han sido obtenidas.