



Pedagogía de educación basada en investigación: estrategias para desarrollar la investigación como parte de la enseñanza de la ciencia

1. Medida de la curva de luz en estrellas binarias Be X-ray

Nombre de la institución: HOU-España | Universidad de Valencia | Universidad Complutense de Madrid | The Faulkes Telescope Project | Universidad de Glamorgan (Reino Unido)

Título de la plantilla para escenario educativo: Enseñanza basada en la investigación

Título del escenario educativo: Medida de la curva de luz en estrellas binarias Be X-ray

Problema educativo:

A los estudiantes de secundaria y bachillerato se les enseña muy someramente o nada sobre dinámicas estelares. En general, los contenidos de astronomía y astrofísica se limitan al conocimiento del Sistema Solar y algunos pocos detalles más. La enorme variedad de escalas de tiempo en dinámicas estelares y evoluciones contrasta con el aparentemente estático cielo nocturno y la mínima actividad solar que se percibe a simple vista. La sensación de que todo está continuamente cambiando y evolucionando, incluso en el espacio exterior, no se transmite de forma adecuada a los estudiantes en un contexto educativo habitual.

Este escenario educativo tiene como objetivo proveer una percepción profunda de la riqueza de fenómenos que se presentan en muchos procesos de astrofísica encontrados en corrientes estelares. Los sistemas elegidos, los sistemas de estrellas binarias Be X-ray (o Bex, para abreviar), ofrecen al mismo tiempo la oportunidad de observar dinámicas estelares en acción y de producir datos y ciencia que contribuirá a resolver problemas científicos para los cuales, en la actualidad, no hay una respuesta clara.



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

Objetivos del escenario educativo:

Durante este escenario, los estudiantes:

1. Aprenderán sobre las dinámicas de sistemas estelares y en particular sobre las diferentes escalas de tiempo que se presentan en los sistemas BeX (por ejemplo, el movimiento orbital, pulsaciones en objetos compactos, procesos de formación y trastorno de discos circunestelares).
2. Aprenderán técnicas y procedimientos para adquirir datos astronómicos y medir magnitudes de brillo estelar.
3. Aprenderán sobre la importancia de los sistemas estandarizados a través de la comparación de medidas obtenidas en diferentes épocas de distintos instrumentos.

Características y necesidades de los estudiantes:

Los estudiantes de secundaria y bachillerato están limitados en la exposición a problemas científicos reales: tienden a trabajar en ambientes muy bien definidos e ideales. Habitualmente ni están familiarizados con los principios básicos de subyacen tras las tecnologías modernas que sirven de pilares a las actividades del día a día.

Este ejercicio permitirá a los alumnos interactuar (por ejemplo en parejas) y desarrollar habilidades sociales y de colaboración entre pares. Les permitirá ver que la ciencia puede ser una actividad grupal y no únicamente una dedicación solitaria. Este cambio de percepción puede implicar un interés incrementado por la ciencia para muchos alumnos y la posibilidad en el futuro de elegir carreras científicas.

Bases de la aproximación educativa y parámetros que garantizan su implementación:

La actividad está diseñada de acuerdo con un modelo basado en la investigación y sigue un principio de aproximación científica. A los estudiantes se les pide hacer predicciones basadas en referencias para medir el movimiento de cuerpos. En base a esta investigación, se les pide llegar a sus propias conclusiones y participar en un proyecto de investigación para descubrir cuerpos pertenecientes a grupos estelares en movimiento. Los estudiantes tienen la oportunidad de trabajar con instrumentos



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

científicos reales y visitar instalaciones para el desarrollo y entendimiento de medidas a través de actividades en las que implicarse activamente e interactuar.

Actividades de aprendizaje

1. Introducción al problema

Parte de la documentación sobre los sistemas binarios BE X-Ray está disponible en línea, en formato PDF y/o como presentaciones de Powerpoint. Las ideas principales a identificar (o al menos que los estudiantes deberían ser capaces de identificar con la ayuda del profesor) son:

- Cómo se forman los sistemas binarios
- La riqueza de dinámicas estelares
- Vientos estelares y estructuras asociadas

Estas ideas pueden ser introducidas desde un punto de vista intuitivo, sin necesidad de fórmulas físicas complicadas. Como ejemplo y con la asistencia de una presentación de powerpoint, el docente puede conducir la discusión, proponer preguntas a los estudiantes... sobre los procesos de los cuales está tratando.

Un buen punto para comenzar es el propio Sol. La observación de tormentas solares y auroras, así como el comportamiento de las colas del cometa, pueden conducir a los estudiantes a averiguar qué es el viento estelar. Este factor puede ser útil al docente para cuestionar a los alumnos qué piensan sobre las estrellas (por ejemplo, ¿son cuerpos estáticos?). Es pertinente una breve explicación sobre formación estelar, lo cual contribuye fácilmente a los estudiantes a deducir que los sistemas binarios son muy comunes en la galaxia.

Se incluirá una breve descripción de qué son los sistemas binarios Be X-ray (por ejemplo: qué clase de estructuras tiene una estrella tipo Be, por qué se llaman sistemas binarios de rayos X, ect.). Los estudiantes medirán la estructura del viento al rededor de las estrellas Be, pero también puede ser un buen ejercicio para poner en discusión la relación entre variación óptica y energías altas (en este caso, emisiones de rayos X). Un documento PDF por separado estará disponible sobre este tema.

b. Adquisición de datos

Este ejercicio requiere utilizar los telescopios Faulkes y/o los archivos de datos asociados. La página web de los Telescopios Faulkes contiene un simulador para aprender cómo usar la interfaz en tiempo real que controla los telescopios. Esta interfaz es muy intuitiva y fácil de utilizar, pero se recomienda algún entrenamiento a través del simulador. El simulador se puede acceder a través de este enlace:

<http://lcogt.net/files/flash/rti-demo/index.html>



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

Los telescopios Faulkes garantizan un tiempo de observación de 30 minutos. Estos periodos se pueden reservar habitualmente con dos semanas de antelación. Por una parte, se debe verificar la visibilidad de las fuentes. Se proveerá un documento con la visibilidad de las fuentes por estaciones, junto con las instrucciones para utilizar software planetario (por ejemplo, Stellarium). Por otro lado, es necesario verificar la proximidad de la Luna a la fuente de interés en cuestión. Herramientas como la aplicación en línea:

<http://catserver.ing.iac.es/staralt>

... son muy útiles para preparar la observación. Además, se debe tener en cuenta que 30 minutos es un periodo de observación muy corto, por lo que el horario de la observación debe quedar muy bien definido antes de comenzar. El docente tendrá que ayudar a los estudiantes a plantearse preguntas como: qué fuente van a observar, qué filtros utilizarán, cuánto tiempo de exposición del detector requerirán para cada filtro...

Un documento guía de tiempos de exposición requeridos según cada fuente así como con indicaciones sobre cuánto tiempo le toma al sistema procesar los datos también estará disponible.

3. Recopilación y análisis de datos

Las herramientas disponibles para llevar a cabo la actividad son versiones simplificadas de herramientas profesionales:

- **Salsaj:** es el software de análisis de datos astronómicos desarrollado por HOU. Es de descarga gratuita y todas las tareas relativas a análisis de imágenes astronómicas han sido simplificadas y organizadas de manera muy intuitiva.
- **IRIS:** Muy limitado en funcionalidad en comparación a Salsaj, pero también muy simple. Se utiliza en algunos ejercicios de entrenamiento disponibles en el portal educativo de los Telescopios Faulkes.

Ambas herramientas están muy bien explicadas y documentadas en las páginas de HOU y en el portal educativo de los Telescopios Faulkes

Un par de preguntas surgirán al terminar las medidas:

- ¿Hasta qué punto estas medidas son comparables a otras previas o a aquellas que hayan sido realizadas en otros colegios? ¿son muy diferentes? ¿qué podría significar alguna diferencia observada?

Analizar y obtener conclusiones de los datos no es una tarea sencilla y habrá que responder muchas cuestiones antes de decidir si nuestros datos son buenos y comparables a los que otros científicos han estado midiendo. En este punto es muy



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

interesante hacer hincapié en la importancia de la colaboración y de compartir datos y conocimiento.

4. Discusión y presentación

Para el final del curso o cuando todas las observaciones y análisis de datos hayan sido hechas, comenzará un debate incluyendo los siguientes puntos:

- ¿Son nuestros datos útiles para abordar problemas asociados a este sistema BeX en particular (estamos detectando variaciones, son datos modulados, etc)?
- ¿Qué dificultades hemos encontrado a través del proceso? ¿se podrían superar?
- ¿Fue fácil utilizar los telescopios? ¿Fue fácil manipular el análisis de datos?

Estas discusiones pueden ser guiadas por el docente con la participación de toda la clase.

Por otro lado, es de gran interés que los estudiantes preparen presentaciones explicando a otros compañeros su trabajo: cómo lo han desarrollado y las medidas que han tomado, qué tipo de dinámicas se pueden deducir de estas medidas y cómo pueden ser utilizadas para colaborar con científicos a incrementar el conocimiento general de estos sistemas.

Herramientas, servicios y recursos:

Ordenadores con conexión a internet y aplicación Java instalada

Plataforma Wiki-HOU en español: <http://www.houspain.com/gttp/doku.php>