

FICHA DE PROYECTO - 2022

TÍTULO: ¿Cómo se calcula la distancia a las estrellas?	
Centro: English School Los Olivos	Curso y Ciclo: ESO/BAC/CF 2ºBACH
Categoría de concurso: FÍSICA	
Nombre de profesor/a tutor/a: Miguel Roca Miguel	
Nombre y apellidos del alumnado (4 máximo), que participará en la feria si el proyecto es admitido. Ha de coincidir con el registrado on-line. NO SE PODRÁ MODIFICAR UNA VEZ REALIZADA LA INSCRIPCIÓN.	
1. Miguel Bonanad Estarlich	3. Lucía Cortés Tirado
2. Raquel Castells Marín	4. Irene Orzáez Aucejo
1. Resumen breve del proyecto y objetivos Estamos habituados a escuchar distancias en años luz para determinar cómo de lejos están las estrellas. Pero, ¿cómo somos capaces de calcular a qué distancia están?. Los científicos que se dedican a ello suelen utilizar varios métodos distintos (en función de la magnitud de las distancias), que podríamos resumir en tres: • Paralaje. • Candelas Estándares. • Red Shift. (Efecto Doppler y Ley de Hubble) Con este experimento queremos simular estos tres métodos, a escala mucho menor, de forma que sea entendible para el público general. Realizaremos mediciones concretas para calcular distancias a objetos utilizando los dos primeros métodos y calcularemos la velocidad a la que se mueve una fuente de onda en el tercer caso. 2. Material y montaje <u>(Incluir alguna figura, esquema o fotografía del montaje de resolución medio-baja)</u> • Paralaje: Utilizaremos una pequeña maqueta (o representación) que represente la traslación terrestre a lo largo de un año. Colocaremos la maqueta en una mesa orientada convenientemente para que permita medir los ángulos que subtenden entre un punto cardinal fijo y un objeto visto desde dos puntos de la maqueta. Utilizaremos para la medida del ángulo una brújula y un puntero láser para precisar la dirección apuntada. Con una cinta métrica podremos medir la distancia real para comprobar la validez o no de nuestro cálculo. Será necesario disponer de espacio suficiente por delante para buscar objetos a unos, al menos, 10m. • Candelas Estándares: Una lámpara omnidireccional actuará de estrella. Calculamos su luminosidad colocándola a una distancia conocida (cinta métrica) midiendo el flujo a dicha distancia con un sensor de luz apropiado. Después situaremos la lámpara a una distancia desconocida para calcularla sabiendo su luminosidad y midiendo de nuevo el flujo recibido. Necesitaremos adecuar la disposición para evitar la "contaminación" lumínica. • Red Shift: Como fuente usaremos un altavoz que emitirá una señal a partir de una App de móvil a través de Bluetooth. Un micrófono recibirá la señal y la detectaremos en un osciloscopio virtual en un ordenador para precisar la frecuencia recibida. Se alejará el altavoz situándolo sobre un carrito desplazable y se podrá detectar el cambio de frecuencia recibida por el micrófono. Unas células fotoeléctricas nos permitirán calcular la velocidad para hacer la comparativa. 3. Fundamentación: Principios físicos involucrados y su relación con aplicaciones tecnológicas • Paralaje: Para esta parte solo necesitaremos el concepto de la traslación terrestre y comprender que la inclinación con la que se ven estrellas relativamente cercanas a la Tierra (en relación con aquellas que parecen estar fijas por estar mucho más lejos), depende de la época del año. Un poco de trigonometría básica será suficiente para obtener los valores de las medidas utilizadas. • Candelas Estándares: Las Candelas Estándares son estrellas cuya Luminosidad (L) o Potencia luminosa puede ser determinada. Una vez determinada, se puede usar el concepto de Flujo (F) luminoso por unidad de superficie: $F = \frac{L}{4\pi d^2}$ (1) donde "d" es el radio de una esfera centrada en la propia estrella. Si se mide el Flujo en un determinado lugar, "d" es la distancia entre la estrella y el lugar en el que se mide el Flujo. Esta fórmula permitirá determinar la distancia a la que se encuentra una estrella siempre que se conozca su Luminosidad. • Red Shift: La Ley de Hubble $v = H_0 d$ (2) determina que la velocidad "v" con la que una Galaxia se aleja de la Tierra es proporcional a la distancia "d". Esa proporcionalidad viene dada por la constante de Hubble "H₀" que tiene un valor de $2.3 \times 10^{-18} \text{s}^{-1}$. Esto abre la puerta a poder determinar la distancia a una Galaxia muy lejana si somos capaces de calcular la velocidad a la que se aleja de nosotros. Y es aquí donde aparece el efecto Doppler. Este efecto consiste en la variación de la frecuencia aparente que un receptor recibe de la onda emitida por la fuente si está en movimiento entre ellos. La relación entre las frecuencias emitida (f) y la recibida (f') viene dada por: $f' = \frac{c}{c+v} f$ (3) donde c es la velocidad de la onda (en este caso la luz) y v es la velocidad con la que se aleja la Galaxia. La Luz que llega desde la Galaxia se puede difractar y obtener el espectrograma correspondiente. Los espectros vistos de Galaxias lejanas siempre están desplazadas hacia el rojo (Red Shift), es decir, que las frecuencias observadas son siempre menores a las esperadas. La cuantificación de ese desplazamiento permite determinar la velocidad a la que se aleja la Galaxia. Una vez encontrada la velocidad, se determina la distancia con la Ley de Hubble.	

FICHA DE PROYECTO - 2022

En nuestra simulación utilizaremos ondas sonoras para que las velocidades usadas puedan tener relevancia frente a la velocidad de la onda y se experimente algún desplazamiento de la frecuencia. La velocidad de la luz es de $3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ mientras que el sonido es, aproximadamente de unos 340ms^{-1} .

4. Funcionamiento y Resultados: observaciones y medidas.

- **Paralaje:** Elegiremos el objeto del que queramos calcular la distancia a la que se encuentra. Para ello intentaremos que quede en frente de la maqueta y, a ser posible, entre las dos posiciones extremas de la Tierra. Medimos con la cinta métrica primero para considerar ese valor como el teórico. Después mediremos el ángulo subtendido entre el punto cardinal elegido y el objeto en cada uno de los extremos. Esto nos dará la posibilidad de encontrar la distancia de dos maneras distintas para poder realizar una media. Si es necesario, se repetirán las mediciones para ajustar la exactitud. Se comparará este valor con el asignado como teórico.
- **Candelas Estándares:** Primero colocaremos la lámpara a una distancia conocida para determinar su Luminosidad a partir de la medida del Flujo luminoso por unidad de superficie recibido usando la ecuación (1). Después colocaremos la lámpara a una cierta distancia y, utilizando el valor de la Luminosidad obtenido como el valor teórico, de nuevo midiendo el flujo podremos determinar la distancia despejando en (1). Se pueden repetir medidas para mejorar la precisión y exactitud. Se comprobará esta distancia obtenida con el valor medido directamente con una cinta métrica.
- **Red Shift:** Colocaremos el altavoz frente al micrófono y comprobaremos que la frecuencia emitida es la reflejada en el osciloscopio. Después desplazaremos el altavoz en su carrito (de forma que se mueva lo más uniformemente posible y siempre enfocando al micrófono) y mediremos la nueva frecuencia en el osciloscopio. Usando la ecuación (3) y conociendo la velocidad del sonido (que determinaremos usando una tabla y los datos de temperatura y humedad) obtendremos la velocidad a la que se desplaza. En este caso será imposible tomar medidas de nuevo, ya que nunca conseguiremos la misma velocidad (salvo que encontremos algún modo de hacerlo). Se podrá comprobar la validez de la medida al comparar con la calculada con las células fotoeléctricas de las que disponemos. En este caso, no podremos medir la distancia al objeto por este método, ya que este objeto no cumple la Ley de Hubble, pero puede ayudar a entender cómo se realizan los cálculos.

5. Conclusiones

Esta práctica tiene como objetivo hacer más comprensible los métodos utilizados para medir la distancia a la que están las estrellas. No se pueden sacar conclusiones reales de a qué distancias están las estrellas, pero tratamos de hacer algo parecido a pequeña escala y de forma más accesible tanto a nivel conceptual como a la hora de llevarlo a la práctica. Evidentemente, tiene incertidumbres reseñables con las herramientas que vamos a utilizar, pero es suficiente para obtener los cálculos necesarios para demostrar que los métodos sí que pueden funcionar de manera interesante con aparatos más precisos y teniendo en cuenta que, aun así, las incertidumbres absolutas son igualmente enormes al tratarse de distancias tan grandes. No obstante, es indudable que son los tres realmente asombrosos para poder medir distancias tan lejanas. El objetivo de este experimento es poder hacer factible y entendible estos tres métodos al público en general, demostrando que pueden utilizarse en distancias más cercanas y que además, son realizables en la realidad para la que está diseñados, en la que ninguno de los demás métodos para medida de distancia son

6. Bibliografía

La principal Bibliografía son el libro de texto del A Level Physics y Wikipedia. Exactamente son:

- Edexcel International A Level Physics Student Book 2. ISBN 9781292244778
- https://es.wikipedia.org/wiki/Escalera_de_distancias_c%C3%B3smicas
- https://es.wikipedia.org/wiki/Paralaje_estelar
- https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Hubble-Lema%C3%AAtre
- https://en.wikipedia.org/wiki/Doppler_effect