

# DEMOSTRACIONES DE FÍSICA INTERACTIVA

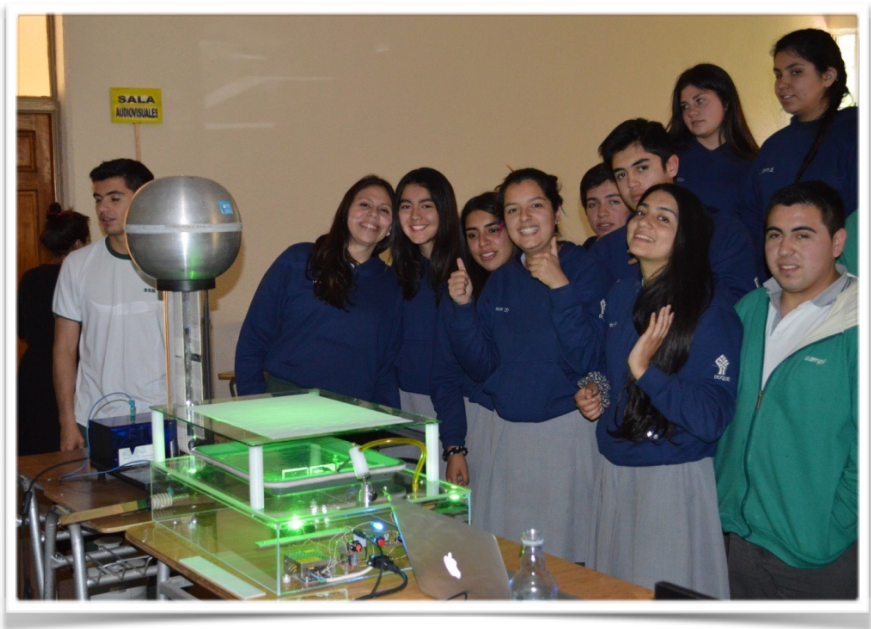
Alfredo Navarro Lisboa

## Metodología de enseñanza para clases activas

### Clases Interactivas Demostrativas (CID).

Estas clases permiten orientar al estudiante para la construcción de sus propios aprendizajes, a través de la observación y el análisis directo de fenómenos físicos en el mundo real. El ciclo de aprendizajes se resume en los denominados PODS (predicción, observación, discusión y síntesis), que consisten en la activación de las ideas previas y la comparación con la práctica científica.

La discusión grupal que se logra implementando esta herramienta didáctica, es fundamental para desarrollar entornos constructivistas y potenciar el aprendizaje social entre los individuos. De esta manera se favorece la comparación entre el conocimiento previo del estudiante –que puede estar compuesto por concepciones alternativas– y las leyes de la física que se aplican al mundo real.



## Experiencias con cubeta de ondas

La **cubeta de ondas**, es un dispositivo fabricado para estudiar, analizar y observar algunas de las propiedades de las ondas; reflexión, difracción e interferencia. Además, es posible realizar demostraciones de diferentes tipos de frentes de ondas en dos dimensiones.

El fenómeno producido consiste en una perturbación que se propaga por la superficie del agua que esta contenida en un recipiente con base transparente. Gracias a la incorporación de una luz estroboscópica que atraviesa el contenedor de agua desde la parte inferior, se proyecta el patrón de perturbación en una pantalla ubicada sobre la cubeta. Las ondas son viajeras y se atenúan en los bordes biselados del recipiente. Se debe considerar que producto de la luz estroboscópica, las ondas producidas “parecen estar estacionarias”.

El equipo contempla el oscilador más los elementos perturbadores; encargado de agitar la superficie del agua, el amplificador y la luz estroboscópica.



## Estrategia de aprendizaje activo

Las estrategias de aprendizaje activo transforman la clase tradicional, en una clase donde los estudiantes participan activamente de la construcción de los aprendizajes.

Las CID, proponen los siguientes pasos.

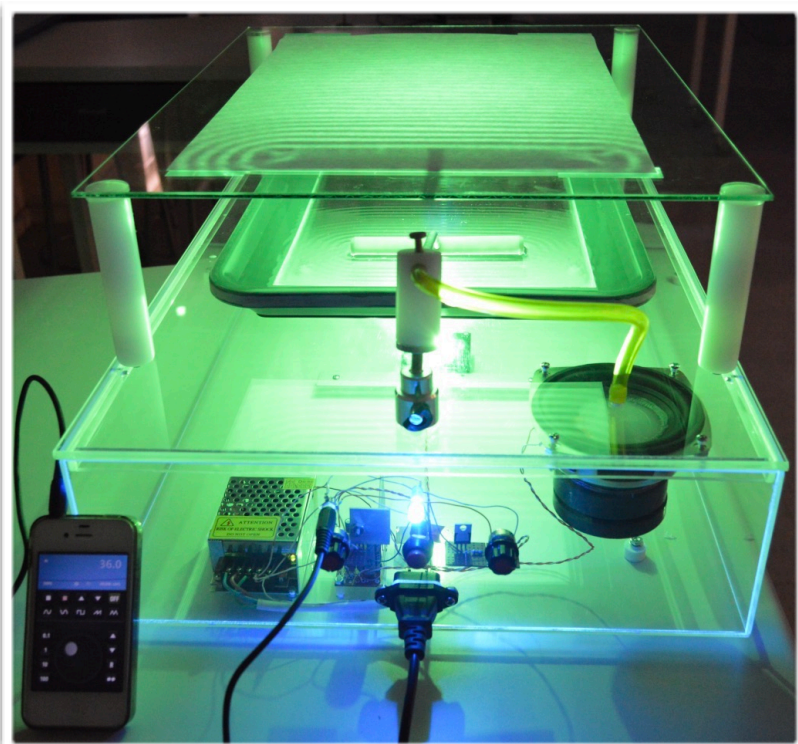
- El docente describe el experimento y lo realiza sin tomar los datos ni proporcionar el resultado del mismo.
- Los estudiantes registran su predicción individual en la Hoja de Predicciones.
- Los estudiantes discuten sus predicciones con sus 2 ó 3 compañeros más cercanos.
- El docente obtiene las predicciones más comunes de toda la clase.
- Los estudiantes registran la predicción final en la Hoja de Predicciones.
- El docente realiza la demostración mostrando claramente los resultados, en general ayudado por el equipo de toma de datos en tiempo real, analiza y proyecta los mismos a toda la clase con el equipamiento audiovisual.
- Se pide a algunos estudiantes que describan los resultados y los discutan en el contexto de la demostración. Los estudiantes registran estos resultados en la Hoja de Resultados.
- Los estudiantes (o el docente) discuten situaciones físicas análogas con diferentes características superficiales, pero que responden al mismo concepto.

Es importante que la implementación de este dispositivo para demostraciones de física en establecimientos de educación primaria y/o secundaria, no sólo motive el estudio de los aprendices, además, pueda facilitar la construcción de aprendizajes, mejorar la alfabetización científica y desarraigar algunas concepciones alternativas relacionadas a determinados fenómenos físicos. Este objetivo se logra con la incorporación de estrategias de enseñanza de física activa, tal como se propone en esta guía para el docente.

### Exploración.

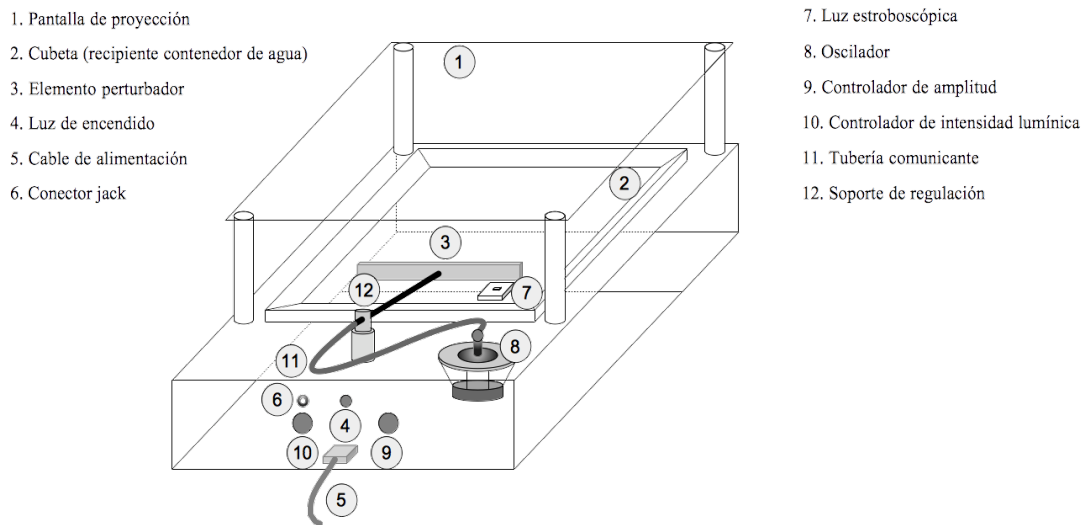
Para esta demostración se realizaran cuatro actividades de exploración:

- 1.Frentes de ondas circulares y planos.
- 2.Reflexión de frente de onda plano en barrera.
- 3.Frente de onda plano a través de una rendija. Estudio de la difracción de ondas.
- 4.Frente de onda plano a través de doble rendija. Estudio del fenómeno de interferencia; análisis de los puntos de interferencia constructiva y destructiva.

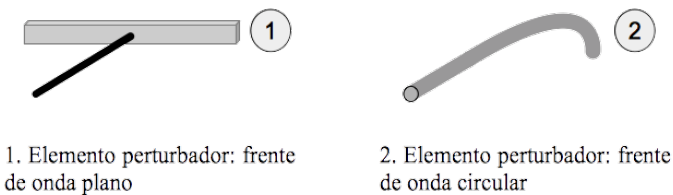


## Cubeta de ondas; programas de dispositivos móviles, componentes principales del equipo y accesorios para las exploraciones.

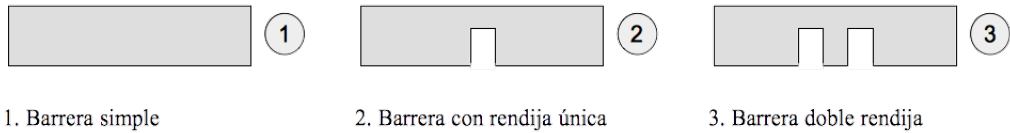
- **Generador de funciones:** Aplicación de dispositivo móvil iOS o Android; debe proporcionar una señal de salida del tipo senoidal con frecuencia y amplitud variable. La conexión se realiza al puerto jack, tanto del dispositivo móvil como de la cubeta.
- **Amplificador de potencia:** Encargado de amplificar la señal de entrada proveniente del dispositivo móvil. Administra una señal amplificada con misma frecuencia, al oscilador y a la luz estroboscópica. La **cubeta de ondas** posee controladores independientes de amplitud de oscilación e intensidad de los destellos de luz.
- **Oscilador:** Este componente se encarga de producir las perturbaciones que se propagan a través de la superficie del agua contenida en el recipiente. Posee una membrana que oscila según la frecuencia de alimentación y cuya finalidad es generar variaciones de presión en el aire dentro de la tubería comunicante y los elementos de perturbación. Los cambios de presión, permiten la formación de la onda en la superficie del agua.
- **Pantalla de proyección:** Objeto en el que la luz estroboscópica proyecta los patrones de onda generados en la superficie del agua (depende de los elementos de perturbación y los respectivos frentes de onda que estos generen, además de la experiencia que se desarrolle).
- **Cubeta:** Recipiente con fondo transparente en donde se contiene el agua -medio por el cual se propaga la onda proyectada en la pantalla-.
- **Elementos de perturbación:** Componentes accesorios que generan diferentes frentes de onda. Los más comunes a utilizar son frentes en dos dimensiones; planos y circulares. Existen variantes de diseño para los elementos de perturbación que permiten estudiar otros fenómenos como por ejemplo, interferencia. *El uso de estos componentes depende únicamente de la exploración planificada.*
- **Soporte de regulación:** Se emplea para controlar el nivel de contacto entre el elemento perturbador y la superficie del agua.
- **Controladores:** Se utilizan para regular tanto la amplitud de la oscilación mecánica como la intensidad de la luz estroboscópica (esta puede causar molestia a algunas personas).
- **Barreras:** Son componentes accesorios empleados para el trabajo en diversas exploraciones. Se utilizan para demostraciones de reflexión; barrera simple, difracción; barrera con rendija e interferencia; barrera con doble rendija o múltiples rendijas.



**Figura 1.** Esquema del equipo; se identifican cada uno de los componentes de la **cubeta de ondas**.



**Figura 2.** Elementos perturbadores: 1. Genera un frente de onda plano. 2. Genera un frente de onda circular.



**Figura 3.** Accesorios de la **cubeta de ondas**. Barreras empleadas para el desarrollo de las exploraciones. 1. Barrera simple; reflexión. 2. Barrera con rendija única; difracción. 3. Barrera doble rendija; interferencia.



## Procedimientos de exploración.

### Al profesor → preparación previa (10[**min**]):

1. Ubique una hoja de tamaño A3 sobre la pantalla de proyección. Fíjela con cinta adhesiva.
2. Para calibrar y ajustar el equipo, utilice el elemento perturbador que genera un frente de onda circular y sosténgalo con el soporte de regulación. El extremo que toca el agua debe quedar levemente sumergido. Regule la profundidad realizando pequeños ajuste al soporte.
3. Conecte el cable jack-jack (macho-macho), tanto a la salida de audio del dispositivo móvil como a la entrada del equipo.
4. Abra la aplicación de generador de funciones. La señal emitida del dispositivo debe ser del tipo senoidal y cuya amplitud debe ser máxima en todas las exploraciones. Ajuste la frecuencia a un valor de 33[Hz].
5. En adelante, sólo se usarán los controladores de la cubeta de ondas para ajustar la amplitud de la onda, así como la intensidad de la luz estroboscópica.
6. Para cada exploración, explique a los estudiantes los detalles de la cubeta de ondas y en que consiste su funcionamiento. Puedes basarte en la introducción de esta guía. Siga cuidadosamente los “pasos generales” que se detallan más adelante. **Todavía, no realice ningún tipo de demostración con el equipo encendido.**
7. Entregue a cada estudiante una **hoja de predicciones (HoP)** y una **hoja de resultados (HoR)** (anexos I y II). En la hoja de predicciones, los estudiantes plasmarán por medio de dibujos sus conocimientos previos respecto a cada exploración (según corresponda). En la hoja de resultados, los aprendices deben dibujar lo que observan en la pantalla de proyección de la cubeta de ondas. **No debe dar los resultados de las demostraciones.**
8. Las conclusiones de lo observado han de ser construidas por los mismos estudiantes; en discusiones con sus pares y con el profesor.

### Pasos generales que se deben cumplir en el desarrollo de todas las exploraciones:

1. Explique con palabras la exploración que van a desarrollar.
2. Solicite a los estudiantes que en la hoja de predicciones, confeccionen un esquema que ejemplifique lo que observará en la pantalla de proyección. Sea enfático en señalar que el esquema ha de quedar muy claro y detallado.
3. Pida que discutan en grupo o con sus compañeros cercanos, respecto a sus predicciones individuales.
4. Genere una predicción común para toda la clase. Los estudiantes deben participar abiertamente; realice consultas y dibuje esquemas de sus predicciones en la pizarra. El ambiente de discusión ha de ser de confianza y no se debe criticar a los estudiantes por sus predicciones.
5. Los aprendices tienen que registrar la predicción final de la clase en su hoja de predicciones (pueden usar otro color de lápiz para diferenciarla).
6. Desarrolle la demostración correspondiente con la cubeta de ondas.
7. Una vez que hayas obtenido una buena medición, solicite a personas voluntarias para que realicen una descripción de lo observado. Participe activamente de esta discusión, orientando a los estudiantes y fortaleciendo las Zonas de Desarrollo Próximo.
8. Discuta situaciones en las que se presente el mismo fenómeno físico.

**Exploración 1 (frentes de onda circulares y planos):**

1. Emplee el elemento perturbador dispuesto para calibrar el equipo.
2. En esta parte de la exploración, los aprendices deben trabajar en la parte 1A de las hojas HoP y HoR.
3. Desarrolle cuidadosamente TODOS los pasos generales antes descritos. No debe alterar el orden de los pasos ni suprimir alguno de ellos.
4. Los frentes de onda tienen que ser circulares y concéntricos. Obtenga una buena medición, de tal forma de no contribuir al desarrollo de concepciones alternativas.
5. Reemplace el elemento perturbador de frentes de onda circular, por el de frente de ondas planos. Los frentes de ondas han de ser líneas rectas y paralelas entre sí. El accesorio debe quedar en contacto con la superficie del agua sin sumergirlo más de 1[mm]. Todo el largo de la barra ha de quedar a la misma profundidad.
6. Tanto en las hojas HoP y HoR, se trabajará en la sección 1B para esta exploración.
7. Repita los pasos generales.

**Exploración 2 (reflexión en barrera):**

1. Esta exploración requiere el uso del elemento perturbador de frentes de onda planos. Ubíquelo adecuadamente; puedes basarte en el punto 5 de la exploración 1.
2. Coloque la barrera simple a una distancia aproximada de 10[cm] por delante de la barra, con un ángulo de inclinación aproximado de  $45^\circ$  respecto al elemento perturbador.
3. Indique a los estudiantes que deben trabajar en el apartado 2A de las hojas HoP y HoR.
4. Desarrolle cuidadosamente TODOS los pasos generales antes descritos. No debe alterar el orden de los pasos ni suprimir alguno de ellos.
5. Mueva la barrera simple a un ángulo cualquiera.
6. Considere que para el desarrollo de la segunda parte de la exploración 2, debes trabajar en el apartado 2B.
7. Repita los pasos generales.

**Exploración 3 (difracción por barrera con rendija única):**

1. En esta exploración, se continúa trabajando con el elemento perturbador de frentes de onda planos.
2. Ubique la barrera con rendija única a una distancia aproximada de 3[cm] del elemento perturbador. Debe quedar de forma paralela a la barra.
3. Trabaje en el apartado 3 de las hojas HoP y HoR.
4. Realice los pasos generales. Tenga en cuenta que cuando se efectúa la demostración, debe aumentar o disminuir la amplitud de la onda con el controlador respectivo.
5. Advierta que la onda incidente se distorsiona por las reflexiones en la barrera. Trate de evitar este efecto manejando la amplitud.
6. Para visualizar mejor la onda que pasa a través de la rendija, aumente la amplitud hasta obtener la medición deseada.

- 7. De importancia y tiempo adecuado para el punto 8 de los pasos generales. Compara lo observado con las exploraciones anteriores. Los ejemplos análogos que selecciones, deben ser consecuentes con el fenómeno.

**Exploración 4 (interferencia por barrera con doble rendija):**

- 1. Continúe trabajando con el elemento perturbador de frentes de onda planos.
- 2. Utilice el accesorio de barrera con doble rendija. Sitúelo a una distancia aproximada de 3[cm] del elemento perturbador y paralelo a la barra; de la misma forma que en el punto 2 de la exploración 3.
- 3. Trabaje en el apartado 4 de las hojas HoP y HoR.
- 4. Realice los pasos generales. Considere que cuando se efectúe la demostración, debe aumentar o disminuir la amplitud de la onda con el controlador respectivo.
- 5. Advierta que la onda incidente se distorsiona por las reflexiones en la barrera. Trate de evitar este efecto manejando la amplitud.
- 6. Para visualizar mejor la onda que pasa a través de las rendijas, aumente la amplitud hasta obtener la medición deseada.
- 7. De importancia y tiempo adecuado para el punto 8 de los pasos generales. Compare lo observado con las exploraciones anteriores. Los ejemplos análogos que selecciones, deben ser consecuentes con el fenómeno.
- 8. Analice en conjunto con los estudiantes, los puntos de interferencia constructiva e interferencia destructiva en la proyección de la onda.

Anexo I - Clases Interactivas Demostrativas (CID).

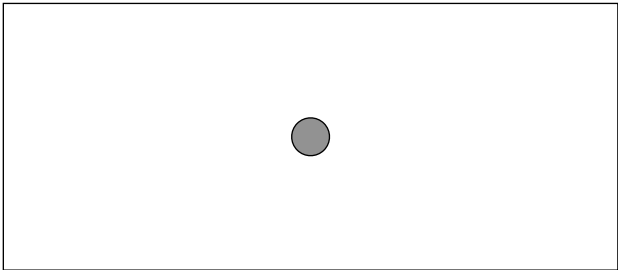
Hoja de Predicciones (HoP) - Cubeta de ondas

Instrucciones:

Esta hoja sólo debe ser completada con predicciones personales y colectivas. No debes dibujar ningún resultado de observación experimental. Las anotaciones que quieras conservar, las puedes realizar en tu hoja de resultados (HoR).  
Sigue cuidadosamente las indicaciones del profesor.

Exploración 1:

En el apartado 1A, dibuja tu predicción para los frentes de onda que produce un elemento puntual. En la sección 1B, dibuja tu predicción para los frentes de onda que genera un elemento perturbador tipo barra.



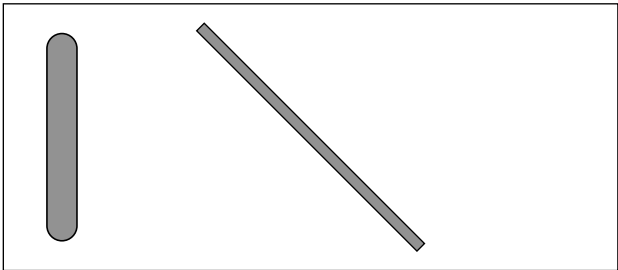
Apartado 1A



Apartado 1B

Exploración 2:

En el apartado 2A, dibuja tu predicción para los frentes de onda que produce un elemento perturbador tipo barra y cuyos frentes de onda chocan con una barrera que esta inclinada 45° aproximadamente. En el apartado 2B, dibuja tu predicción para los frentes de onda que produce un elemento perturbador tipo barra y cuyos frentes de onda chocan con una barrera que esta inclinada un determinado ángulo (dado por el profesor).  
Dibuja la ubicación de la barrera.



Apartado 2A



Apartado 2B



**Exploración 3:**

En el apartado 3, dibuja tu predicción para los frentes de onda que inciden sobre una barrera que en su centro posee una rendija. Dibuja la onda que pasa a través de la rendija.



**Apartado 3**

**Exploración 4:**

En el apartado 4, dibuja tu predicción para los frentes de onda que inciden sobre una barrera que posee una doble rendija. Dibuja la onda que se transmite por cada rendija.



**Apartado 4**

Anexo II - Clases Interactivas Demostrativas (CID).

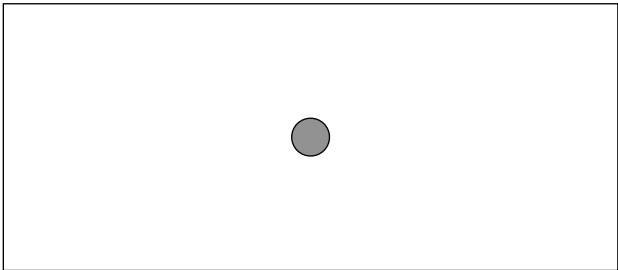
Hoja de Resultados (HoR) - Cubeta de ondas

Instrucciones:

Esta hoja la debes conservar para tus estudios posteriores. Sólo puedes dibujar lo observado en la exploración experimental. Las anotaciones que quieras conservar, las puedes realizar en esta hoja (HoR).  
Sigue cuidadosamente las indicaciones del profesor.

Exploración 1:

En el apartado 1A, dibuja tu predicción para los frentes de onda que produce un elemento puntual. En la sección 1B, dibuja tu predicción para los frentes de onda que genera un elemento perturbador tipo barra.



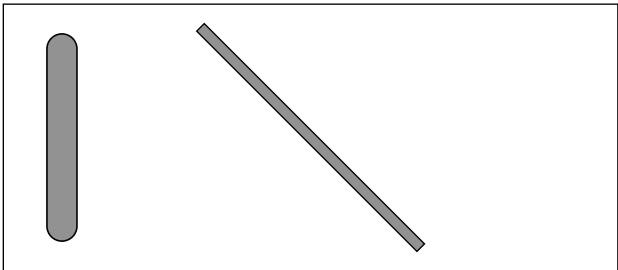
Apartado 1A



Apartado 1B

Exploración 2:

En el apartado 2A, dibuja tu predicción para los frentes de onda que produce un elemento perturbador tipo barra y cuyos frentes de onda chocan con una barrera que esta inclinada 45° aproximadamente. En el apartado 2B, dibuja tu predicción para los frentes de onda que produce un elemento perturbador tipo barra y cuyos frentes de onda chocan con una barrera que esta inclinada un determinado ángulo (dado por el profesor). Dibuja la ubicación de la barrera.



Apartado 2A



Apartado 2B

**Exploración 3:**

En el apartado 3, dibuja tu predicción para los frentes de onda que inciden sobre una barrera que en su centro posee una rendija. Dibuja la onda que pasa a través de la rendija.



**Apartado 3**

**Exploración 4:**

En el apartado 4, dibuja tu predicción para los frentes de onda que inciden sobre una barrera que posee una doble rendija. Dibuja la onda que se transmite por cada rendija.



**Apartado 4**