Taller de Enseñanza de las Ciencias

En este Taller nos concentraremos en dos propuestas que combinan la realización de mediciones sencillas con el uso de herramientas informáticas. Describimos brevemente también una tercera propuesta. Pueden encontrar muchas otras propuestas accediendo desde la página: www.df.uba.ar optando desde el desplegable que se encuentra a la derecha por: Actividades y Servicios > Difusión > Actualización de Escuela Media.

La actividad es de tipo “hands-on” e involucra el uso de las netbooks. A continuación incluimos los tutoriales de las distintas propuestas.

Medición de peso y altura. Análisis con GeoGebra. Comparación de las mediciones con datos disponibles en la Web.

Breve introducción sobre análisis estadístico.

Puede ser de interés trabajar el tema de probabilidades y análisis estadísticos antes de realizar esta práctica de registro y análisis de datos. Para ello, recomendamos utilizar el tutorial de Probabilidades con Hoja de Cálculo disponible en www.df.uba.ar. Este tutorial involucra un estudio un poco largo de probabilidades que no es totalmente necesario para la introducción que necesitamos acá. Reproducimos acá la parte que nos parece sería útil como introducción:

Este ejercicio se puede hacer utilizando un dado de verdad, arrojándolo y anotando los resultados obtenidos en una columna de la hoja de cálculo. Alternativamente se pueden simular los resultados de haber arrojado el dado usando las herramientas presentes en la Hoja de Cálculo. El presente tutorial está armado usando esta última opción y el programa Excel.

Para generar los resultados de haber arrojado un dado:

Escribimos =ALEATORIO.ENTRE(1,6) en la celda A1. Eso nos da un número al azar (como si estuviéramos arrojando el dado) entre 1 y 6. Copiemos esta instrucción en las celdas A2, A3, etc., hasta tener una serie de 100, 500 o 1000 datos. Para que el Excel no vuelva a “tirar el dado” y re-escriba los datos de la columna A, conviene copiar los datos en otra hoja pasando los valores numéricos, no las fórmulas. Para ello seleccionamos toda la columna A, la copiamos, vamos a otra hoja, nos posicionamos en la celda A1 y elegimos “pegado especial” del desplegable de editar. Dentro de ese pegado especial elegimos pegar valores. De este modo, en esta nueva hoja, tenemos, en la columna A los datos obtenidos en el experimento de arrojar dados con el Excel. A partir de ahora trabajaremos en esta nueva hoja.

Ahora vamos a contar cuántas veces salió el 1, el 2, el 3, el 4, el 5 y el 6. Para ello usamos una función que está incorporada al Excel: CONTAR.SI. Escribimos entonces: =CONTAR.SI(A1:A100,1) en la celda C1, =CONTAR.SI(A1:A100,2) en la celda C2, y así sucesivamente hasta =CONTAR.SI(A1:A100,6) en la celda C6. Haciendo esto estamos contando cuántas veces apareció el 1 entre los primeros 100 resultados de la

columna A, cuántas el 2, etc. y guardando esos datos en las celdas C1, C2, etc. Podemos después usar un gráfico de barras para visualizar estos resultados. De esta forma construimos un histograma con los datos. Háganlo. Si el dado no está cargado cada número debería aparecer más o menos el mismo número de veces. Podemos comparar el gráfico que se obtiene si se consideran los primeros 100, 200 o 500 datos de la columna A. Supongamos que consideramos los primeros 100 datos de haber "arrojado" el dado. Si dividimos por 100 (es decir, por el número total de resultados) el número de veces que apareció el 1, el que apareció el 2, etc el gráfico que obtenemos nos da una idea de la probabilidad de que salga el 1, el 2, el 3, etc. cuando arrojamos el dado. Dados los resultados, podemos también calcular el promedio como la suma de cada valor por la probabilidad con la que aparece cada uno. Se puede discutir entonces que el promedio es la suma de cada valor por el número de veces que apareció cada uno dividida (la suma total) por el número total de datos.

Obtención y Registro de Datos

En este ejemplo vamos a medir peso y estatura. Un posible esquema para organizar la toma de datos es que pasen al frente dos personas. Una que mide y otra que es medida. Se dicen a viva voz los resultados y el profesor anota los datos en una tabla en el pizarrón. Se puede probar que dos personas distintas midan a una misma para ver si les da lo mismo o no. Esto puede usarse para hablar de las incertezas en las mediciones.
Una vez tomados los datos, se pasa al análisis de los mismos.

Análisis de datos.

Los objetivos de esta parte son, por un lado, entender qué significa graficar un conjunto de datos, y, por el otro lado, aprender el significado de algunos de los análisis que se pueden hacer con estos datos (análisis estadísticos con los que se encuentra muchas veces). Finalmente, es posible también comparar con datos estadísticos disponibles en la Web.

Para el análisis de datos usaremos GeoGebra. Los pasos a seguir son:

1. Abrir GeoGebra. Por defecto aparece la ventana dividida en dos partes: Vista Algebraica y Vista Gráfica.
2. De las opciones que hay arriba (Archivo, Edita, Vista, Opciones, Herramientas, Ventana, Ayuda), ir a Vista y elegir Hoja de Cálculo. La ventana se divide entonces en 3: ahora incluye Hoja de Cálculo.
3. En las columnas A y B de Hoja de Cálculo ingresar los datos medidos. En el caso de nuestro ejemplo, peso en kilogramos en la columna A y estatura en metros en la columna B.
4. Para ilustrar qué significa graficar vamos a hacerlo con un subconjunto de los puntos. Para eso, manteniendo apretada la tecla de "shift" (está a la izquierda y tiene una flecha para arriba dibujada), usar las flechas que están a la derecha para recorrer algunos de los datos. Van a ver que esos datos quedan coloreados en la hoja de cálculo. Elijan esos datos de modo que si está coloreado un dato de la columna A lo esté también el de la columna B correspondiente. Conviene elegir entre 3 y 4 datos de A. Cliquear sobre la selección con el botón derecho del mouse y elegir la opción Crea Lista de Puntos. (También puede crearse la Lista de Puntos eligiendo esta opción a partir del desplegable del ícono que se muestra con {1,2}). Al crear la lista de puntos, van a ver en la Vista Algebraica los puntos, escritos como (número de A,

número de B) y, a su vez, esos puntos van a estar graficados en la Vista Gráfica. Explorar cómo cambia el gráfico y la definición del punto al cambiar los números en la Hoja de Cálculo.

5. Pasamos ahora al análisis de los datos. Nuevamente coloreamos algunos de los datos de la hoja de cálculo. En este caso coloreamos los de la columna A. Una vez seleccionados esos datos vamos al ícono en donde aparece un gráfico con barritas (un histograma). Del desplegable elegimos Análisis de una variable. Se abre una ventana que nos lista los datos. Cliqueamos en Analiza. Aparece entonces una nueva ventana donde se grafica un Histograma, es decir, un gráfico que representa cuántas veces aparece cada valor de peso. En realidad, para hacer un histograma no se cuenta cuántas veces aparece cada valor individual, sino cuántas veces el valor del peso está dentro de un rango de valores. ¿Cuántos rangos de valores (o clases como los llama el GeoGebra) toma el histograma? Bien, eso se puede cambiar con el deslizador que aparece al lado del recuadro que dice Histograma en la ventana de Análisis de datos. Probar cómo cambia el gráfico al cambiar el número de clases.
6. Además de obtener el histograma del peso, podemos calcular el promedio de los datos (y otras cantidades). Para eso vamos al recuadro que dice Histograma (dentro de la ventana de Análisis de datos) y elegimos del desplegable la opción Estadísticas. Se lista entonces una serie de cosas. En primer lugar, n, que es el número de datos analizados. Luego, la media (el promedio) y más abajo el valor mínimo y el máximo. Cliqueando en el ícono de la ventana de Análisis de datos que tiene una flecha en diagonal hacia arriba se puede elegir guardar el gráfico como imagen o copiarlo a la Vista Gráfica de Geogebra. Hacer esto último para comparar con el análisis de los datos de la columna B.
7. Repetir el análisis anterior para los datos de altura coloreando la columna B.
8. Una vez hecho el análisis de los datos de cada columna por separado podemos pasar a analizar los datos de A y B en conjunto. Por las dudas, cerrar la ventana donde de Análisis de datos. Una vez hecho esto, colorear las dos columnas en la hoja de cálculo y elegir del desplegable del ícono de histograma que está en la ventana principal del Geogebra la opción Análisis de regresión de dos variables. Se abre una ventana donde aparecen listados los datos y cliqueamos en Analiza. Ahora aparece un gráfico de B como función de A (un diagrama de dispersión). Cliqueando sobre el ícono donde aparece el símbolo de suma (la sigma mayúscula) se pueden obtener análisis estadísticos de ambas variables (X corresponde al peso que está graficado en el eje horizontal e Y a la altura que está graficada en el eje vertical). Se puede elegir también un modelo de regresión para ajustar los datos, pero esto parece demasiado sofisticado.
9. Con los datos de altura y peso podemos calcular el índice de masa corporal. Éste está dado por la fórmula: peso (en kg)/(altura(en m))^2. Para esto vamos a la columna C de la hoja de datos y escribimos en la primera celda =A1/(B1*B1). Va a aparecer el resultado de este cálculo en la celda C1. Cliqueamos con el botón izquierdo del mouse la celda y desplazamos el cursor hacia el extremo inferior izquierdo de esa celda. Aparece una cruz sobre ese extremo. Manteniendo el botón izquierdo apretado, corremos el cursor a lo largo de los distintos elementos de la columna C y así la tabla va a repetir ese cálculo para los datos A2-B2, A3-B3, etc., hasta el último dato que tengamos, colocando el resultado en las celdas C2, C3, etc. Ahora podemos analizar los datos de masa corporal como hicimos con los de peso y altura por separado, es decir, haciendo el Análisis de una Variable.

10. Una vez obtenidos estos datos se pueden comparar con otros disponibles en la Web. En particular, con las tablas elaboradas por la Sociedad Argentina de Pediatría (ver http://www.sap.org.ar/prof-percentilos1.php).
11. Si medir estatura y peso resulta un poco conflictivo en el aula, pueden hacerse otro tipo de mediciones. Por ejemplo, medir la longitud de los dedos (eso daría cinco mediciones por persona en lugar de dos y podrían hacerse otros análisis comparando el índice y el anular o medir también el largo que uno abarca entre el pulgar y el meñique con la mano estirada, etc.), el largo de los pies, el largo de la nariz y las orejas, en fin, diferentes cosas que el profesor puede evaluar no generen disturbio en el aula. También pueden bajarse datos de la Web, como por ejemplo, de presión y temperatura a lo largo del año en algún lugar u otra variable de interés meteorológico. Por ejemplo, en: http://www.climasurgba.com.ar/anuales_detallados.php?anio=2014 pueden encontrarse las temperaturas máxima, mínima y promedio de todos los meses en el sur del Gran Buenos Aires durante 2014. Para analizar estos datos puede copiarse y pegarse la lista en la Hoja de Cálculo de GeoGebra.
12. Desde GeoGebra se puede tanto salvar la actividad en un archivo que reconoce el propio programa o exportar figuras como comentamos más arriba.

Ondas. Filmación de ondas con sogas. Transformación entre formatos de video. Paso de video a imágenes sueltas. Comparación con videos de instrumentos disponibles en la Web.

Este proyecto se basa principalmente en la premisa que la mejor manera de aprender es participando. Si bien la escuela de hace más de dos décadas estaba fundamentalmente basada en el texto, la de hoy lo está en el entorno digital y audiovisual, colocando a los docentes frente a nuevos desafíos. Este curso pretende contribuir a ese pasaje.

MOVIMIENTO OSCILATORIO

El movimiento oscilatorio es un movimiento en torno a un punto de equilibrio estable, Desde el punto de vista mecánico, estos puntos son aquellos en los cuales la fuerza neta que actúa sobre la partícula es nula. Si el equilibrio es estable, un pequeño desplazamiento de la partícula respecto de la posición de equilibrio (una elongación o amplitud) dará lugar a la aparición de una fuerza "restauradora" que devolverá a la partícula hacia el punto de equilibrio.
En Física, y en la naturaleza en general, hay gran variedad de ejemplos de este tipo de movimiento y de ahí la importancia de su estudio, a saber

- Los latidos del corazón.
- El movimiento del péndulo de un reloj.
- La propagación del sonido
- Las olas en una pileta o estanque.
- Las vibraciones de las cuerdas de un violín, etc.

El movimiento oscilatorio esta intrínsecamente relacionado con los fenómenos ondulatorios. Cuando vibra la cuerda de un violín se producen oscilaciones de las moléculas del aire que lo rodea y, por el contacto o interacción entre unas y otras, las oscilaciones se propagan en el espacio en forma de onda.

Veamos algunas definiciones: Una onda es una perturbación que se propaga. Pueden existir distintos tipos de perturbaciones. Por ejemplo, cuando de agita una cuerda de abajo hacia arriba, el movimiento de vaivén se propaga produciendo una deformación en la cuerda denominada pulso de la onda, cuya extensión es limitada.

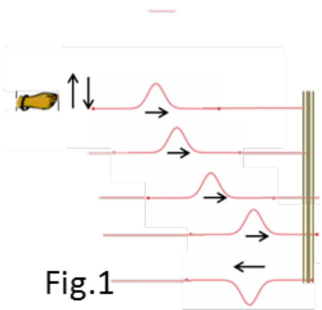


Fig.1

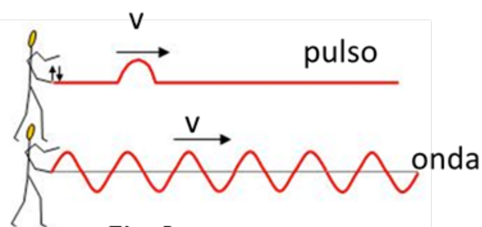


Fig.2

Si ahora el movimiento de vaivén es completo y repetido, o sea la mano vuelve al mismo lugar de partida: arriba-abajo-arriba, observamos una oscilación. Si el movimiento de la mano es constante obtenemos una onda continua (tren de ondas, Fig.2). Si la dirección de movimiento y la de la mano son perpendiculares, como en este caso, la onda observada es **transversal**.

Por el contrario, ver Fig.3, si la perturbación es en la misma dirección que se desplaza la onda, se obtiene una onda **longitudinal**, como en el caso de comprimir una sección del resorte.

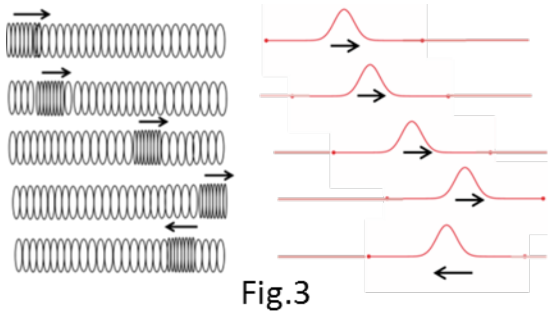


Fig.3

Una onda trasmite energía de una partícula a otra, pero no materia. Para observar esto podemos pintar o poner un papel a una parte de la cuerda, o resorte, y junto a los alumnos veremos que esa pequeña masa siempre está en el mismo lugar. Concluimos que la onda transporta energía sin transporte de masa.

Características de la onda, Fig.4:

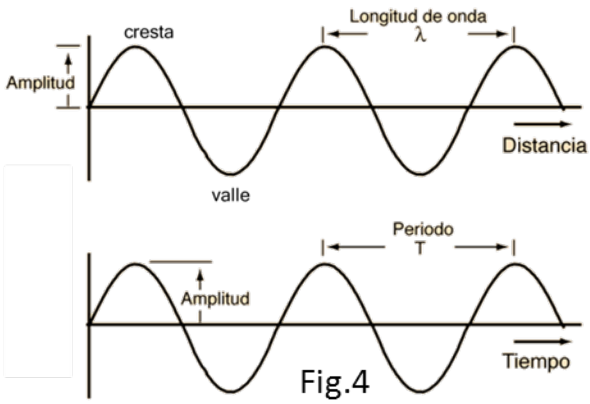


Fig.4

- **Longitud de onda**, **λ**: distancia entre dos máximos consecutivos, ver dibujo
- **Período, T**: tiempo que tarda un punto del sistema en hacer una oscilación completa.
- **Amplitud, A**: semi-distancia vertical entre el punto más alto y el más bajo, es decir desde la cresta hasta el valle. Está directamente relacionada con la energía transportada por la onda.

Trabajo Práctico

En esta instancia proponemos una serie de experiencias básicas:

A. Latidos cardíacos

El corazón puede considerarse como un movimiento oscilatorio. Determinar el período del corazón de distintas maneras, midiendo: (a) el tiempo entre dos latidos, (b) el tiempo que tarda en dar 10 latidos, (c) el número de latidos en 15 segundos. Discuta que método le parece más preciso. Volcar en un histograma los resultados obtenidos para cada alumno, calcular el promedio de estas mediciones, y marcar el promedio obtenido en el histograma[1].

[1] En la sección anterior, Medición de Peso y Altura, se explica.

B. Péndulo simple

Se puede decir que el péndulo es el emblema de la ciencia. Fue Galileo quien lo descubrió[2], y quien estableció cual era la dependencia del período de oscilación con la masa, con la longitud del hilo y con la amplitud con que se lo aleja de su posición de equilibrio.

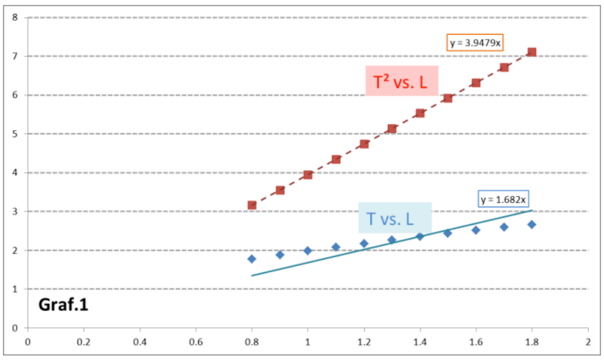
1) Construir un péndulo con un soporte superior, un hilo y una masa. Ubicarlo de modo tal que puedan observarse claramente sus oscilaciones.

2) ¿Cómo es mejor determinar el período del péndulo? ¿Midiendo el tiempo que tarda en realizar una oscilación, o midiendo el que tarda en realizar 10 oscilaciones?

3) *Estudio de la dependencia del período con la masa y la longitud del hilo*. Dividir el aula en varios grupos. La mitad de éstos medirá el período de oscilación, T, utilizando una misma masa y distintas longitudes de hilo. La otra mitad, para una única longitud del hilo medirá T cambiando la masa (agregando una a una pequeñas pesas). Como mínimo, determínese el período para 5 valores de masa y 5 valores de longitud del hilo.

4) *Estudio de la dependencia del período con la amplitud*. Para una longitud de hilo de 1 metro, apartar la masa 5cm de la posición de equilibrio y determinar el período midiendo el tiempo que tarda en realizar 5 oscilaciones. Repetir la medición para distintas posiciones iniciales, esto es, apartando la masa en 10cm, 15cm, 20cm y 25cm respecto a la posición de equilibrio.

5) Volcar los resultados en una panilla Excel[3]. Graficar T en función de L (longitud del hilo). En el mismo diagrama, sin cambiar la escala vertical pero con escalas horizontales adecuadas, graficar T en función de m (la masa), y T en función de A, la amplitud medida como el apartamiento inicial respecto a la posición de equilibrio. Concluya de que variables depende el período del péndulo.



6) Se quiere estudiar si la dependencia de T con L es (1) $T = a\,L$, o (2) $T = b\sqrt[2]{L}$, siendo a y b constantes. Para ello, en un mismo diagrama grafique T vs. L y T^2 vs. L, realice un ajuste con una función de la forma $y=k.x$, y observe si se ajustan mejor los puntos en el caso (1) o (2). (Obtendrá algo similar al Graf.1).

---

[2] Es muy interesante la historia de cómo lo descubrió: Cuenta la leyenda que se encontraba (1583, 19 años!) en la catedral de Pisa y le llamo la atención las oscilaciones de una lámpara de aceite que pendía del techo, y se detuvo a observar y luego medir el tiempo que tardaba en completar una oscilación y le llamo la atención que aunque la amplitud del desplazamiento iba disminuyendo, era aproximadamente el mismo, pero ¿tenía Galileo algún tipo de reloj o cronometro? no! la manera de medir ese periodo fue usando su pulso cardiaco como patrón de medida! Cincuenta años después construyo el reloj de péndulo.

[3] ver tutorial en http://difusion.df.uba.ar/ConectarIgualdad/planilla%20de%20calculo.pdf y http://difusion.df.uba.ar/ConectarIgualdad/Tutorial-graficos-excel.pdf

C. Resortes

Elementos: distintos resortes, tanto en longitud como en espaciado de sus espiras, como el grosor del hilo metálico que lo forma. Distintas masas (pesas). Hilos.

Experimento 1, dependencia de la longitud del resorte con el peso colgado.

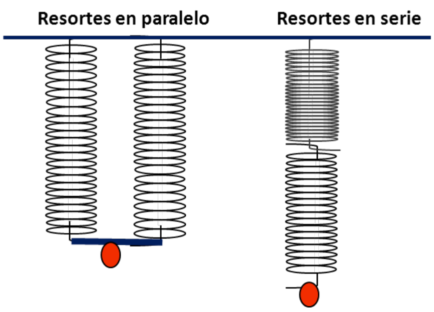
Cuelgue del extremo de un resorte diferentes masas (es decir: agregue, una por vez, cada una de las pesas que posee) y mida la longitud x del resorte en cada caso. Espere siempre a llegar al equilibrio para realizar cada medición.

Vuelque los datos en una tabla Excel y grafique el peso colgado $P=mg$ vs. la longitud x del resorte ¿Qué tipo de dependencia reflejan los datos? Como observará, es una recta. Ajústela con una función $P = k\,(x - l)$. A k y l se las denomina constante del resorte y su longitud libre, respectivamente. Observe que si cuelga un nuevo peso, esta ecuación le permite predecir la longitud a la que se estirará el resorte.

Para este experimento divida el aula en varios grupos, que cada uno mida el k y l de su resorte, y luego combine los grupos de a dos para realizar el siguiente experimento.

Experimento 2, combinación de resortes.

Solicite a los grupos que realizaron el experimento 1 que se junten de a pares, de modo que cada uno tendrá dos resortes de valores medidos (k_1, l_1) y (k_2, l_2). Con ellos, ensayarán una de las dos combinaciones de resortes descritas a continuación.



(1) Resortes en serie.

Combine ambos resortes colocando uno a continuación del otro, como indica la figura. Colgando pesas del inferior, mida para distintas masas m la longitud total x del sistema. Grafique el peso $P=mg$ vs. x y, como en el experimento 1, ajuste con una función $P = k_T\,(x - l_T)$, donde ahora k_T y l_T corresponden al sistema combinado.

Verifique que los parámetros del resorte combinado están relacionados con los de los resortes originales a través de las relaciones $k_T = \dfrac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$ y $l_T = l_1 + l_2$.

(2) Resortes en paralelo.

Esta combinación sólo la pueden realizar grupos que tengan dos resortes con l parecido. Dispóngalos paralelos uno al lado del otro, como indica la figura. Colgando pesas del soporte común a ambos, mida para distintas masas m la longitud total x del sistema. Grafique el peso $P=mg$ vs. x y ajuste con una función $P = k_T\,(x - l_T)$, como en el experimento 1, donde ahora k_T y l_T corresponden al sistema combinado.

Verifique que los parámetros del sistema de resortes combinado están relacionados con los de los resortes originales a través de las relaciones $k_T = k_1 + k_2$ y $l_T = l_1 = l_2$.

D. Ondas Estacionarias: Instrumentos

Las ondas estacionarias son aquellas en las cuales ciertos puntos del sistema, llamados nodos, permanecen inmóviles. En la figura, la cuerda tiene puntos que no vibran (nodos) y permanecen inmóviles o estacionarios, mientras que otros (vientres) lo hacen con una amplitud de vibración máxima. El nombre de onda estacionaria proviene justamente de esta aparente inmovilidad de los nodos y vientres. Se puede considerar que las ondas estacionarias no son ondas de propagación sino los distintos modos de vibración de la cuerda, sólo hay ciertas frecuencias para las que se producen ondas estacionarias que se llaman frecuencias de resonancia.

Si utilizamos una cuerda elástica no muy larga, atamos un extremo a una pared o punto fijo, y hacemos vibrar el otro con una pequeña amplitud, obtendremos pulsos transversales que viajan hasta la pared, donde se reflejan y vuelven. La cuerda es recorrida por dos ondas de sentido opuesto. Al principio se producen interferencias que llevan a algunas oscilaciones bastante desordenadas pero si aumentamos la frecuencia con la que se agita el extremo de la cuerda, se puede conseguir que las oscilaciones adquieran perfiles como los mostrados en la Fig.5.

Por construcción, los extremos de la cuerda son nodos. El primer caso corresponde a una onda que tiene un vientre en el centro y sólo los nodos de los extremos. Para las otras, el número de nodos aumenta a 3, 4 y 5, y el número de vientres a 2, 3 y 4.

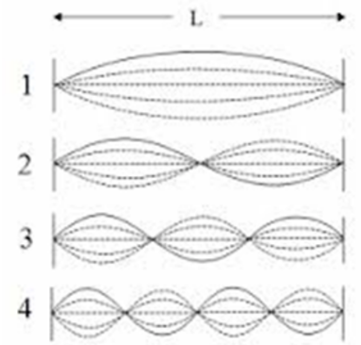


Fig.5

Una característica de las ondas estacionarias es que su longitud de onda no puede tomar un valor arbitrario, sino sólo aquellos relacionados con la longitud de la cuerda, *L*. Cada vientre, es decir la distancia entre nodos sucesivos, corresponde a media longitud de onda. Así, el segundo caso en la Fig.5 corresponde a una longitud de onda ($L=\lambda$), mientras que el primero a media longitud de onda ($L=\lambda/2$). En general si entre los extremos hay *n* vientres, la relación entre *L* y λ será $L=(n/2)\ \lambda$ [notar que esta fórmula reproduce los resultados anteriores para $n=1$ y $n=2$], o sea $\lambda= (2/n)\ L$. Esto es:

$\lambda1=2L$, $\lambda2=2L/2$, $\lambda3=2L/3$, $\lambda n=2L/n$ con $n=1,2,3,$ ..

Y dado que la frecuencia ν se relaciona con la longitud de onda a través de la velocidad de la onda (c), $\nu=c/\lambda$, tenemos:

$\nu1=c/2L$, $\nu2=2(c/2L$, $\nu3=3(c/2L)$, $\nu n=n(c/2L)$ con $n=1,2,3,$..

Estas frecuencias se llaman frecuencias de resonancia, o naturales, del medio en el que se produce la onda (en este caso la cuerda). A la menor se la denomina frecuencia fundamental, a la segunda "primer armónico" y las siguientes se designan sucesivamente como segundo, tercer armónico, etc.

Así, por ejemplo, la frecuencia de la nota La en la escala musical es 440Hz (440

oscilaciones por segundo), la nota del tono telefónico. La primer armónica es 880Hz, también llamada octava superior, y la segunda armónica es 1320Hz.

En la foto, que corresponde a un contrabajo, se observan claramente varios nodos. Esta foto la obtuvimos utilizando el programa ***avidemux***[4]. A partir de una filmación publicada en el sitio https://vimeo.com/4041788.

Si utiliza el ***avidemux*** sin seleccionar ninguna parte especial del video, obtendrá 1686 fotos, como explicamos en el Tutorial, la manera de nombrarla es libre, por ejemplo DD y el programa agregara 4 dígitos, en nuestro caso la primera foto será DD0000 y la última DD1685.

Como es muy tedioso observar tantas fotos, en general lo que sugerimos es mirar una vez el video y seleccionar "solo" la parte del mismo que nos interesa. Eso lo podemos hacer seleccionando los marcadores presentes en el ***avidemux.*** La secuencia es:

Edit → Set Marker A -→ Set Marker B → File → Save →Save Selection as JPEG Images.

Los instrumentos de cuerda tienen distintos tipos de sonido y esto depende del tamaño del instrumento y de cómo se hacen vibrar las cuerdas, por ejemplo el violín, violonchelo y contrabajo lo hacen con un arco de cerdas muy estiradas. En la guitarra con una uña y en el piano las cuerdas son golpeadas por pequeños mazos de fieltro. Por otro lado una cuerda más corta tiene un tono más agudo que una más larga y una más gruesa tiene un tono natural más bajo que una más delgada. Para lograr las distintas frecuencias lo que hacen los músicos es presionar la cuerda acortándola. Ver por ejemplo filmando con el celular dentro de la guitarra en https://www.youtube.com/watch?v=INqfM1kdfUc.

Como en el caso del contrabajo, podemos tanto con nuestras netbook como con una cámara de fotos (o el mismo un celular) filmar los distintos experimentos para luego a través de esta conversión, vía avidemux, en fotos analizar detalladamente los movimientos seguidos por las partículas estudiadas. En particular hoy podemos filmar, nuestras experiencias con sogas y resortes, y observar el movimiento oscilatorio "*en vivo y en directo*".

[4] ver tutorial en la página de nuestro departamento http://difusion.df.uba.ar/ConectarIgualdad/Tutorial-filmando-12.pdf).

Uso de herramientas de simulación de la página https://phet.colorado.edu/

La página https://phet.colorado.edu/ contiene muchísimas simulaciones interactivas de fenómenos de las ciencias naturales. En particular, tiene un simulador de ondas muy interesante. Para poder usarlo en la netbook es necesario tener el Java instalado. Si bien la mayoría de las simulaciones están en inglés, muchas de ellas están traducidas al castellano, entre éstas, la de ondas en sogas que proponemos usar en este tutorial puede descargarse de https://phet.colorado.edu/es/simulation/wave-on-a-string. Una vez bajada la aplicación está lista para ser usada si se tiene Java instalado. Para usarla sólo hay que cliquear en el nombre o ícono del archivo. Al hacer eso se abre el navegador desde donde se corre la aplicación (no necesita estar conectado a la red para poder hacerlo). Las actividades que sugerimos hacer se listan a continuación:

1. Al lanzar la aplicación está seleccionada la opción manual. Se puede hacer una primera prueba con esta opción moviendo la llave inglesa y viendo qué sucede en la soga. Repetir cambiando la tensión de la soga (hay un deslizador arriba que permite hacerlo). Probar también qué sucede si se tiene el final fijado o no. Antes de hacer cualquier cambio conviene apretar el botón de pausa y después "reiniciar".
2. Volver la llave inglesa a la posición inicial, la tensión a la posición "alta" y elegir la opción oscilación. La aplicación hace oscilar el extremo izquierdo de la soga de forma periódica.
3. Detener la oscilación con la tecla de pausa. Bajar la frecuencia a 25 y reiniciar. Volver a detener. Bajar la amortiguación a 20 y reiniciar. Volver a detener. Bajar la amplitud a 20 y reiniciar. Volver a detener. Bajar la amortiguación a 0 y reiniciar. Observar qué cambió en cada caso. Si no hay amortiguación, la amplitud determina el tamaño de la oscilación. Si hay amortiguación, el tamaño es menor cuanto más lejos está el punto de la soga de la llave inglesa. La frecuencia determina cuán rápidamente oscila cada punto de la soga. También cuantas "vueltas" da. Detener y bajar la frecuencia a 10. Reiniciar. Volver a detener y cambiar la tensión de la soga (pasarla al punto medio del deslizador). Reiniciar. Notar si aumenta o disminuye el número de vueltas de la soga. Concluimos que variando la tensión de la soga también se puede lograr un efecto similar al que tiene cambiar la frecuencia con la que oscila la llave.
4. Este programa no da opción de tener ambos extremos fijos. Eso es lo que sucede en las cuerdas de instrumentos como la guitarra o el contrabajo del video. Cuanto mayor el número de "vueltas" contenidas en la soga mayor es la frecuencia del sonido que se produce lo que significa que es más agudo. Si pudiéramos simular con la aplicación el caso con ambos extremos fijos podríamos elegir una frecuencia que dejara algunas cuentas verdes de la simulación fijas. Intentar hacerlo con la soga de verdad (es decir, imitar lo que sucede en una guitarra: dos personas sostienen la soga, cada una de un extremo, manteniéndolos bien firmes y una tercera la estira en el medio: ver qué pasa). Volver a la simulación, si elegimos la frecuencia 25, la amplitud 10 y reiniciamos vemos que hay dos cuentas verdes en el medio de la soga que casi no se mueven. Cuando no se mueven se llaman nodos. Si detenemos la simulación cuando estos puntos verdes están prácticamente sobre el eje horizontal vemos que la soga tiene una forma muy particular. Es la forma de la función seno. Se puede entonces volver al GeoGebra para ilustrar estas funciones. Esto se puede hacer, por ejemplo, entrando al GeoGebra y eligiendo la opción deslizador. Cliquear después sobre el gráfico. Aparece entonces una ventana. Elegir allí la opción ángulo. Eso nos brinda la posibilidad de decidir entre qué valores queremos que varíe el

deslizador y elegir también el nombre de la variable que representa el ángulo. Mantener el deslizador en lo que nos da por defecto y llamar a al ángulo. Después, en el recuadro que aparece debajo de la zona gráfica escribir f(a):=sen(a) (probar también con sin(a) que es la forma de llamar al seno en inglés). Eso define la función f como el seno del ángulo y lo grafica. Allí se puede ver la función y compararla con la forma de la soga.

Otras opciones que combinan mediciones y animaciones disponibles en la Web.

La página http://astro.unl.edu/interactives/ tiene muchas herramientas de simulación interesantes. Todo el material descargable está en: http://astro.unl.edu/downloads/ . Se puede ir también a la página http://astro.unl.edu/animationsLinks.html y elegir las simulaciones que a uno le interesan. Nosotros recomendamos:

- Longitude/Latitude Demonstrator
- Sun's Rays Simulator
- Seasons Simulator (NAAP)
- Daylight Hours Explorer

Yendo a cada una de las páginas adonde llevan estos links están las simulaciones que pueden descargarse a la computadora cliqueando con el botón derecho sobre el nombre del archivo que termina con swf y el que termina con html (los nombres aparecen en el renglón que empieza con: right-click to download). Por ejemplo, en el caso del "demostrador" de longitud y latitud estos archivos se llaman longlat.swf y longlat.html. Hay que bajar ambos dentro de la misma carpeta y después abrir el .html con un navegador (por ejemplo, cliqueando sobre el nombre). Así se corre la simulación. Las simulaciones listadas más arriba permiten, respectivamente:

- Entender qué significa la longitud y la latitud de un punto sobre la superficie de la Tierra.
- Muestra cómo la inclinación de los rayos solares varía a lo largo del año en distintas regiones de la Tierra.
- Permite entender las variaciones que ocurren con las estaciones (muestra cómo esto está determinado por el giro de la Tierra alrededor del Sol y por el hecho de que la Tierra está inclinada respecto del plano sobre el que gira).
- Muestra la cantidad de horas de luz durante cada día del año en un dado lugar de la Tierra.

Estas simulaciones pueden combinarse con mediciones realizadas a lo largo de varios días. Una posibilidad es medir la sombra que proyecta un palo colocado en forma vertical sobre una superficie plana siempre a la misma hora a lo largo del año. Otra posibilidad es identificar el verdadero mediodía (siempre que sea posible medir a la hora a la que eso ocurre). Para ver recomendaciones de cómo lograr que el palo esté vertical y poder medir su sombra, visitar la página sobre el Proyecto Eratóstenes accesible desde www.df.uba.ar