

## 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](http://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](http://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 arrojamus 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. Clicar 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. Clicamos 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. Clicando 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 clicamos en Analiza. Ahora aparece un gráfico de B como función de A (un diagrama de dispersión).

Clickeando 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:  $\text{peso (en kg)} / (\text{altura(en m)})^2$ . 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](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. 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 clicar 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 sogá. Repetir cambiando la tensión de la sogá (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 sogá 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 sogá de la llave inglesa. La frecuencia determina cuán rápidamente oscila cada punto de la sogá. También cuantas “vueltas” da. Detener y bajar la frecuencia a 10. Reiniciar. Volver a detener y cambiar la tensión de la sogá (pasarla al punto medio del deslizador). Reiniciar. Notar si aumenta o disminuye el número de vueltas de la sogá. Concluimos que variando la tensión de la sogá 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 sogá 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 sogá de verdad (es decir, imitar lo que sucede en una guitarra: dos personas sostienen la sogá, 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 sogá 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 sogá 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. Clicar 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  $f(a) := \text{sen}(a)$  (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](http://www.df.uba.ar)