MANEJO BÁSICO DE LA APLICACIÓN *PHYSICS TOOLBOX SUITE*

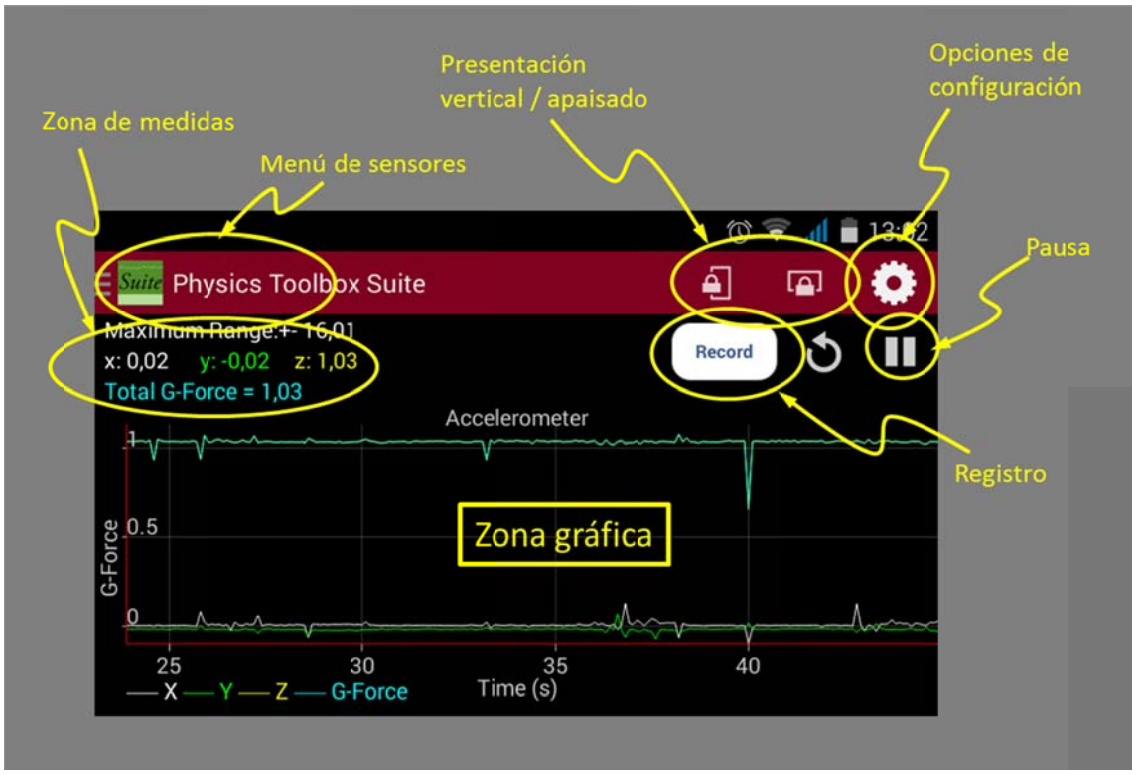
Physics Toolbox Suite es una aplicación, gratuita y sin publicidad, para Android. Permite utilizar los sensores de medida de que va provisto el teléfono para

- Mostrar numérica y gráficamente en pantalla las lecturas de los sensores
- Generar ficheros de datos en los que se almacenan, en función del tiempo, las lecturas de dichos sensores.

En este breve tutorial se explica el manejo básico de la aplicación, su configuración, el proceso de captura de datos y la exportación de los ficheros de datos hacia una hoja de cálculo.

1. Inicio y configuración previa

Una vez instalada la aplicación y puesta en marcha aparecerá una pantalla como la de la figura adjunta. Tocando en la zona Menú de sensores se abrirá un desplegable con las funciones que la aplicación puede llevar a cabo: G-Force meter; Linear Accelerometer; Gyroscope, Barometer, etc. El número de funciones realmente accesibles depende del número de sensores que el teléfono incorpore; como mínimo la función G-Force meter (medidor de fuerza-g) debería estar disponible y con un poco de suerte la función Linear Accelerometer (acelerómetro lineal). Este tutorial se ocupará solo de estas dos, que son similares entre sí; cualquiera de ellas sirve para los llevar a cabo los experimentos de mecánica que se proponen en este Taller.

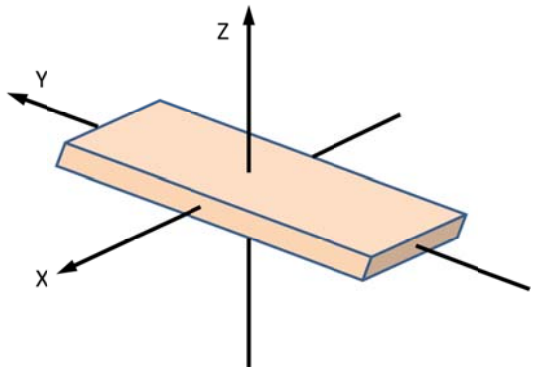


Antes del primer uso es conveniente acceder al menú de Opciones de Configuración. He aquí los ajustes que se recomiendan:

- CSV Timestamp format: seleccionen la opción Elapsed Time; esta opción significa que en los ficheros de datos (ver apartado 3) el tiempo se representará en segundos, contados a partir del momento en que se da la orden de capturar los datos.
- Opciones de velocidad de recolección de datos: las opciones disponibles le dicen a la aplicación con qué frecuencia debe muestrear las lecturas de los sensores. En general las modalidades más rápidas permiten llevar a cabo muchas mediciones por segundo, pero al precio de una precisión algo menor. A menos que la escena de interés transcurra muy rápidamente prueben primero con una velocidad media o lenta.
- Comma: Especifica qué símbolo se utiliza para separar las medidas tomadas en el fichero de datos que la aplicación puede generar (véase el apartado 3). Las opciones son la coma y el punto y coma (*semicolon*); en general este último permite que la exportación sea más cómoda, de manera que se recomienda desmarcar esta opción en el caso de que esté marcada.

2. Funcionamiento

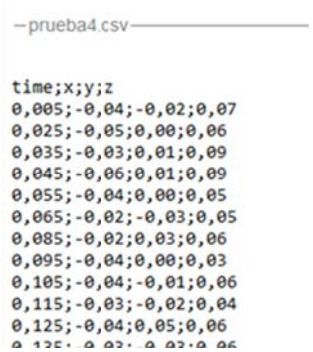
Al arrancar la aplicación comienza automáticamente la presentación de datos en pantalla. Los teléfonos incorporan normalmente sensores de aceleración en tres ejes, por lo que las medidas que aparecen en la zona de medidas corresponden con los tres ejes coordenados. En todos los modelos de teléfono que hemos podido probar la disposición de los tres ejes es la que se muestra en el esquema adjunto. El cuarto dato que figura en la zona de medidas es el módulo, es decir, la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las lecturas de los tres ejes. Cuando la aplicación funciona en modo G-Force meter las cuatro lecturas se ofrecen en unidades de la aceleración g; cuando funciona en la modalidad Linear Accelerometer se ofrecen en m/s^2.



Mientras no se ordene otra cosa la aplicación se limita a presentar y a representar gráficamente los valores que va midiendo, pero sin almacenarlos. Si se quiere que almacene datos es preciso tocar el botón de registro (o grabación) Record. Al hacerlo el mensaje en el botón pasa a ser de Stop, es decir, que está esperando al momento en que decidamos finalizar el registro.

Cuando pulslemos el botón de Stop finalizará efectivamente el registro de datos y aparecerá una pantalla en la que debemos asignar un nombre al fichero de datos. Si no nos gusta el registro que hemos capturado cancelamos y la aplicación volverá a su pantalla principal. Si nos gusta, le asignamos un nombre al fichero y al validarlo nos aparecerá una pantalla desde la que podemos enviarlo por correo electrónico.

3. Exportación a una hoja de cálculo


prueba4.csv

```
time;x;y;z
0,005;-0,04;-0,02;0,07
0,025;-0,05;0,00;0,06
0,035;-0,03;0,01;0,09
0,045;-0,06;0,01;0,09
0,055;-0,04;0,00;0,05
0,065;-0,02;-0,03;0,05
0,085;-0,02;0,03;0,06
0,095;-0,04;0,00;0,03
0,105;-0,04;-0,01;0,06
0,115;-0,03;-0,02;0,04
0,125;-0,04;0,05;0,06
```

Para examinar y analizar el fichero registrado es recomendable exportarlo a una hoja de cálculo, con la que se podrán fácilmente representar gráficamente las aceleraciones en función del tiempo, calcular aceleraciones promedio donde proceda, etc. El proceso es cómodo gracias a que la estructura del archivo de registro de datos es muy simple, como se muestra en la figura adjunta. Cada fila del archivo consta de cuatro datos, separados por punto y coma: el tiempo en segundos, medido a partir del instante en que se pulsó el botón Record y las componentes X, Y y Z de las aceleraciones registradas para ese mismo instante, en las unidades en las que se encontrara trabajando la aplicación en el momento de la grabación de datos.

El archivo es de tipo **csv** (*comma-separated values*, valores separados por comas), un tipo estándar, que las hojas de cálculo ordinarias (Excel, Libre Office) pueden importar sin problemas. Desde Windows, basta hacer el doble clic ordinario para que el archivo se abra correctamente con el programa disponible de hoja de cálculo. Si no hay suerte y el archivo no se abre, el procedimiento para importarlo puede ser algo más complicado; en ese caso los profesores del Taller le ayudarán con mucho gusto.

MANEJO BÁSICO DE LA APLICACIÓN *Acceleration 1.0*

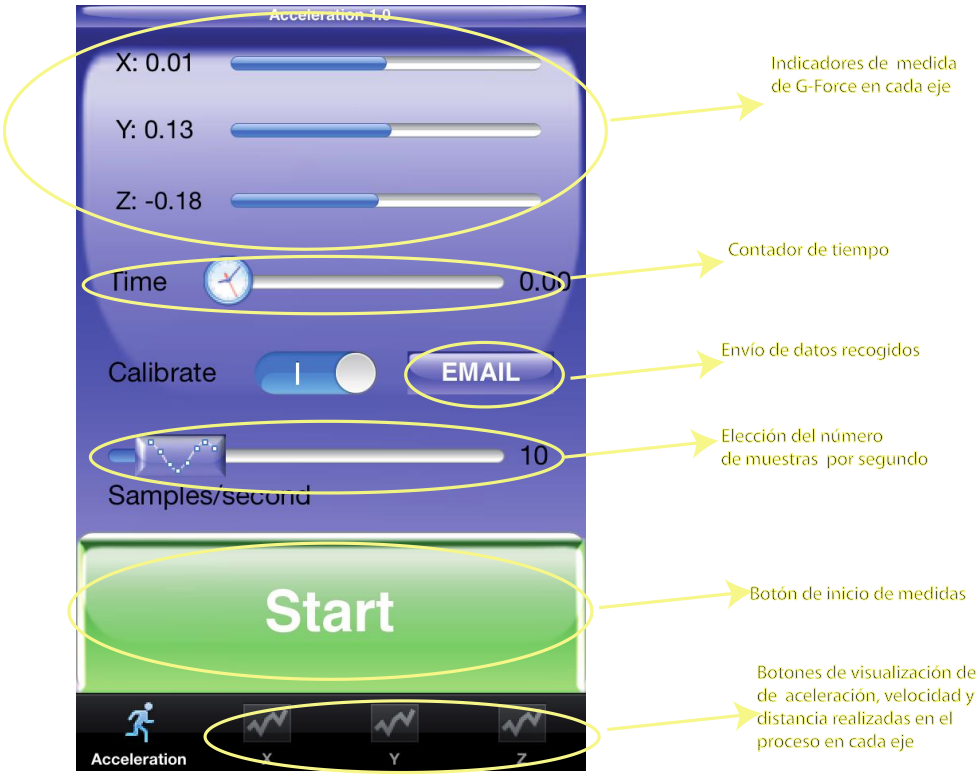
Acceleration 1.0 es una aplicación gratuita, para IOS. Permite utilizar los sensores de medida de que va provisto el teléfono para

- Mostrar numérica y gráficamente en pantalla las lecturas del acelerómetro.
- Generar ficheros de datos en los que se almacenan, en función del tiempo, las lecturas de dicho sensor.

En este breve tutorial se explica el manejo básico de la aplicación, su configuración, el proceso de captura de datos y la exportación de los ficheros de datos hacia una hoja de cálculo.

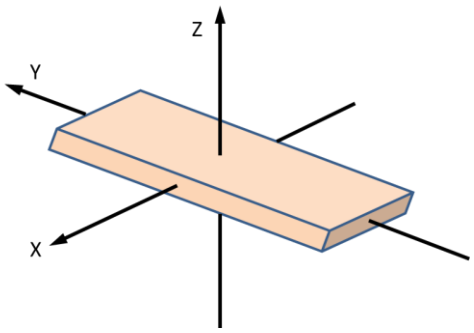
1. Inicio y configuración previa

Una vez instalada la aplicación y puesta en marcha aparecerá una pantalla como la de la figura adjunta. El sentido para usar esta aplicación es la posibilidad de utilizarla como acelerómetro. Esta utilidad sirve para los llevar a cabo los experimentos de mecánica que se proponen en este Taller.



2. Funcionamiento

Al arrancar la aplicación comienza automáticamente la presentación de datos en pantalla. Los teléfonos incorporan normalmente sensores de aceleración en tres ejes, por lo que las medidas que aparecen corresponden con los tres ejes coordenados. En todos los modelos de teléfono que hemos podido probar la disposición de los tres ejes es la que se muestra en el esquema adjunto. La aplicación muestra las lecturas que se ofrecen en unidades de la aceleración g.



Mientras no se ordene otra cosa la aplicación se limita a presentar los valores que va midiendo, pero sin almacenarlos. Si se quiere que almacene datos es preciso tocar el botón de registro (o grabación) Start. Al hacerlo el mensaje en el botón pasa a ser de Stop, es decir, que está esperando al momento en que decidamos finalizar el registro.

Cuando pulslemos el botón de Stop finalizará efectivamente el registro de datos y deberemos enviar inmediantamente nuestros datos mediante el botón email, volviendo con posterioridad a poner a cero el indicador time para poder realizar una nueva medida.

3. Exportación a una hoja de cálculo

Para examinar y analizar el fichero registrado es recomendable exportarlo a una hoja de cálculo, con la que se podrán fácilmente representar gráficamente las aceleraciones en función del tiempo, calcular aceleraciones promedio donde proceda, etc. El proceso es cómodo gracias a que la estructura del archivo de registro de datos es muy simple, como se muestra en la figura adjunta. Cada fila del archivo consta de cuatro datos, separados por punto y coma: el tiempo en segundos, medido a partir del instante en que se pulsó el botón Start y las componentes X, Y y Z de las aceleraciones registradas para ese mismo instante, en las unidades en las que se encontrara trabajando la aplicación en el momento de la grabación de datos.

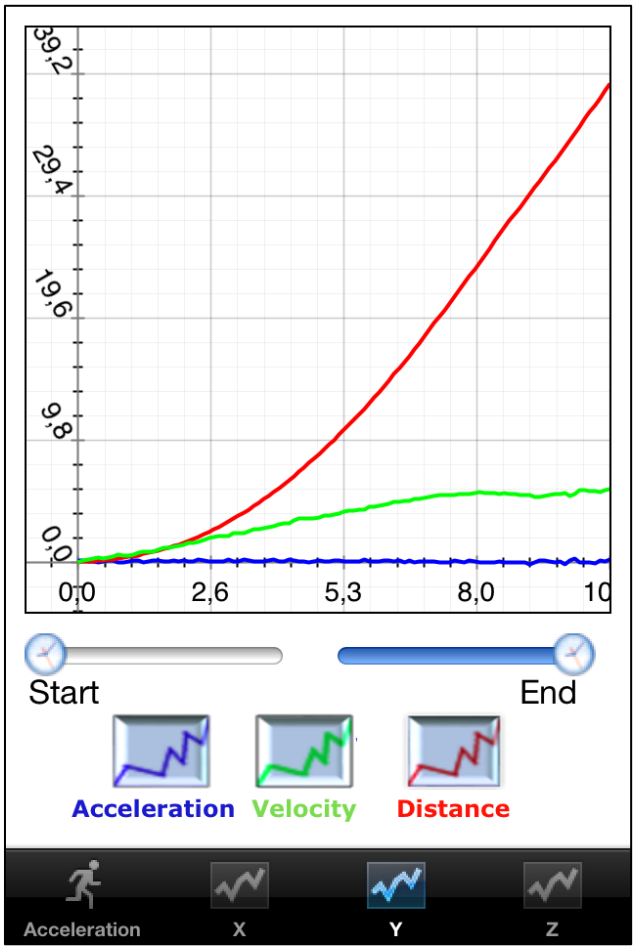
prueba4.csv

```
time;x;y;z
0,005;-0,04;-0,02;0,07
0,025;-0,05;0,00;0,06
0,035;-0,03;0,01;0,09
0,045;-0,06;0,01;0,09
0,055;-0,04;0,00;0,05
0,065;-0,02;-0,03;0,05
0,085;-0,02;0,03;0,06
0,095;-0,04;0,00;0,03
0,105;-0,04;-0,01;0,06
0,115;-0,03;-0,02;0,04
0,125;-0,04;0,05;0,06
```

El archivo es de tipo **csv** (*comma-separated values*, valores separados por comas), un tipo estándar, que las hojas de cálculo ordinarias (Excel, Libre Office) pueden importar sin problemas. Desde MacOs, basta hacer el doble clic ordinario para que el archivo se abra correctamente con la el programa disponible de hoja de cálculo. Si no hay suerte y el archivo no se abre, el procedimiento para importarlo puede ser levemente más complicado; en ese caso los profesores del Taller le ayudarán con mucho gusto.

4. Visualización de las variables aceleración, velocidad y distancia del movimiento realizado en el teléfono.

La aplicación Accelaration, permite visualizar las variables que ha registrado en nuestro proceso de medida pulsando al acabar el registro de datos las teclas de selección del eje deseado. En la siguiente imagen mostramos lo que recogió nuestro dispositivo en un movimiento que tuvo lugar a lo largo del eje OY.



En principio, la aplicación nos muestra los gráficos correspondientes a la aceleración, velocidad y distancia recorrida en función del tiempo, aunque la gráfica que nos interesa es la que muestra la aceleración. Por tanto, desmarcando las otras dos obtendremos la gráfica para esta magnitud.

BREVE TUTORIAL DE *TRACKER*

Tracker es un programa de análisis de vídeo y modelización de fenómenos físicos, con numerosas aplicaciones en la docencia de la Física. Es un programa gratuito y de código abierto, disponible para diversos sistemas operativos en la siguiente dirección:

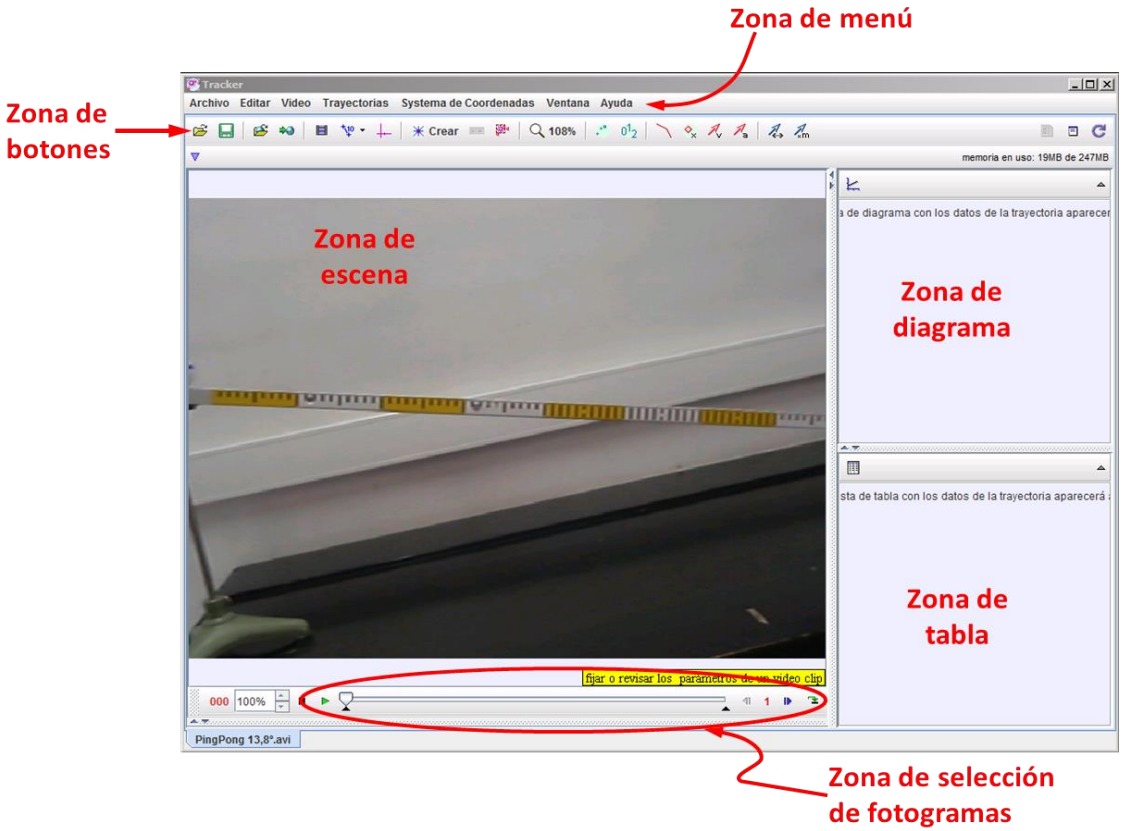
https://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/

Este documento pretende ser una introducción rápida y elemental al programa, y explorará solamente una parte de sus capacidades. Existen diversos tutoriales más completos; uno de ellos, en castellano, se puede conseguir en:

https://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/tracker_help_es.pdf

1. Preparación de la escena

Después de instalado y arrancado el programa comenzaremos abriendo el fichero de vídeo que queremos analizar. La ruta de menú para hacerlo es la usual: Archivo > Abrir… Cuando el vídeo se haya cargado la pantalla presentará un aspecto similar a este:



Pulsando el botón de Reproducción en la zona de selección de fotogramas podemos ver la película completa.

Sistema de coordenadas

A continuación elegiremos un sistema de coordenadas con el que mediremos las posiciones, velocidades, etc. del móvil o móviles que nos interese estudiar. Para ello pulsaremos el botón de Ocultar/Mostrar los ejes de coordenadas de la zona de botones, cuyo aspecto es el que se indica en la cabecera de este epígrafe. Aparecerá, superpuesto a la escena, un par de ejes de coordenadas. Haciendo clic en la intersección entre los ejes podremos desplazar el origen al punto de la escena. Y haciendo clic sobre la parte positiva del eje X podremos girar ambos ejes hasta conseguir la orientación que nos interese.

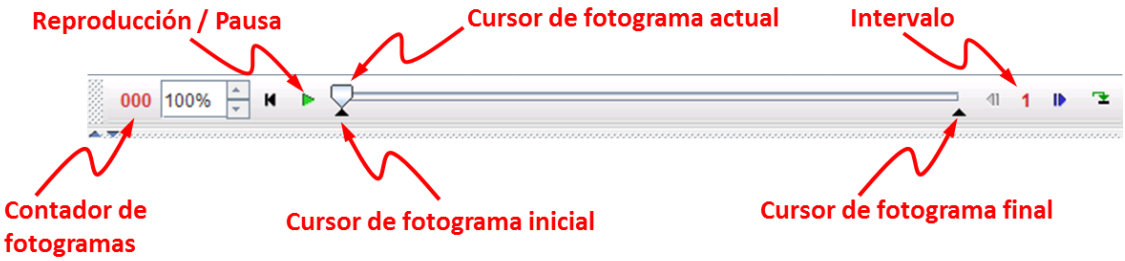
Escala

Ahora estableceremos una escala que nos permita convertir las distancias visibles en la película en verdaderas longitudes de la escena real. Pulsaremos el botón de Herramientas de calibración y en el menú emergente elegiremos Nuevo > Vara de calibración. Aparecerá un segmento –la vara de calibración– en el centro de la escena, y desplazaremos sus extremos con el ratón hasta abarcar con ella un detalle de la escena cuya longitud real conozcamos. Finalmente accederemos con el ratón a la ventanita que hay sobre la vara y en ella teclearemos la longitud real en las unidades que nos apetezca; a partir de este momento todas las posiciones, coordenadas, etc. que nos presente el programa estarán expresadas conforme a la escala que hemos establecido.

Una vez establecida la escala de calibración podremos desplazar la vara hacia otra región de la escena donde no estorbe.

Selección de fotogramas

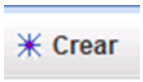
Probablemente el archivo de vídeo que hemos grabado contendrá información no relevante (típicamente al principio y al final), que no nos interesará analizar. Para descartar estas porciones de película accederemos a la zona de selección de fotogramas[1].



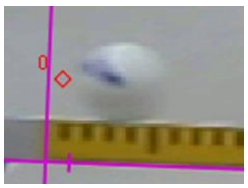
Desplazando el cursor de fotograma actual podremos visualizar fotogramas específicos. Cuando hayamos decidido qué fotograma nos interesa considerar como fotograma inicial, desplazaremos el cursor de fotograma inicial hasta su posición; a partir de ese momento *el programa considerará a ese fotograma como el instante t=0*. Del mismo modo, desplazando el cursor de fotograma final elegiremos el final de nuestro intervalo de interés. Por último seleccionaremos el intervalo; el valor por defecto es '1' y significa que nos proponemos estudiar *todos* los fotogramas entre el inicial y el final. Si son demasiados, podemos hacer clic ahí y seleccionar '2', '3', etc.; esto significa que vamos a centrar nuestra atención en un fotograma de cada dos, en un fotograma de cada tres, etc., respectivamente.

[1] (también es posible llevar a cabo este proceso pulsando el botón Ajustes del Corte)

2. Seguimiento de un móvil



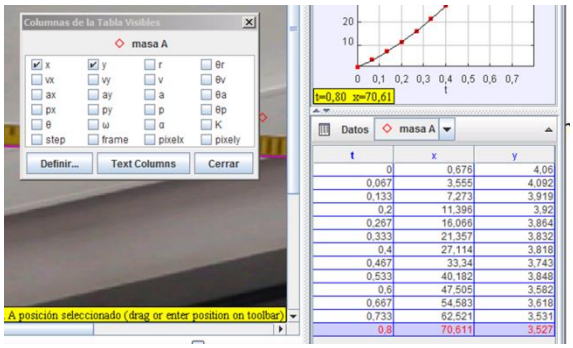
En la película de vídeo probablemente habrá un móvil cuyo movimiento nos interese estudiar. Informaremos a Tracker de su existencia pulsando la secuencia Crear > Masa puntual. Aparecerá una nueva ventana, la ventana de control de trayectorias, en la que, entre otras muchas cosas, podemos cambiar el nombre del móvil (el nombre por omisión es 'masa A').



Ahora estamos en condiciones de especificar la trayectoria. La zona de escena habrá saltado automáticamente al primer fotograma de interés. Pulsamos la tecla de Mayúsculas y observamos cómo el cursor cambia de símbolo; centramos cuidadosamente el símbolo sobre el móvil y hacemos clic. Esta acción genera varios efectos. En primer lugar aparece sobre la zona de escena un pequeño símbolo (el mismo que aparece en la ventana de control de trayectorias) en la posición marcada. En segundo lugar, empiezan a aparecer valores numéricos en la zona de tabla y puntos en la zona de diagrama. En tercer lugar el vídeo avanza tantos fotogramas como se especificaron en la casilla intervalo de la zona de selección de fotogramas, poniéndose el programa a la espera de que señalemos la nueva posición (Mayúsculas + clic). De este modo vamos marcando la trayectoria del móvil hasta el último fotograma disponible.

3. Diagramas y tablas

Cuando hayamos terminado de especificar la trayectoria, las zonas de tabla y diagrama habrán quedado cumplimentadas, al menos de forma preliminar. En la zona de tabla figurarán, organizadas por columnas, el tiempo y otras variables cinemáticas. Si pulsamos en la pestaña Datos de la tabla aparecerá la ventana Columnas de la Tabla visibles. En ella aparece toda una serie de variables: posiciones, velocidades, ángulos, aceleraciones, etc. Marcando o desmarcando a nuestro gusto podemos decidir qué variables se presentan en la tabla.

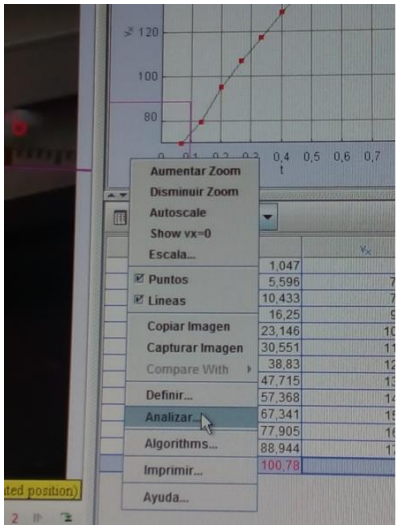


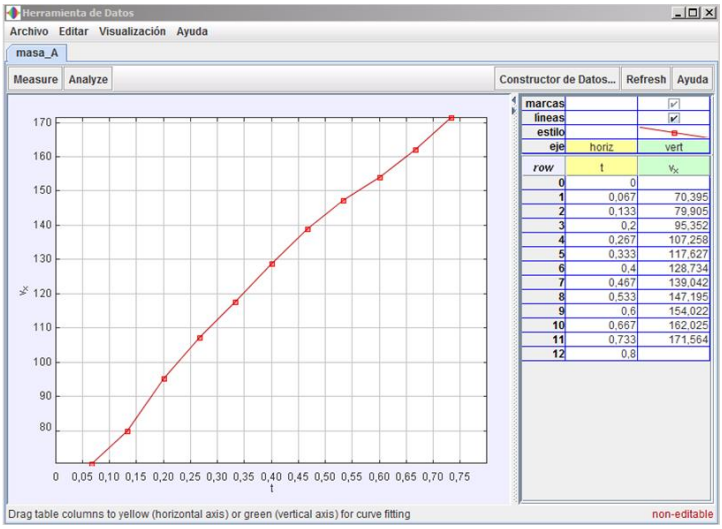
Por su parte, la zona de gráfico presentará por defecto un diagrama x(t). Es muy cómodo cambiar de gráfica: basta pulsar en los símbolos del eje de abscisas o de ordenadas, según se desee, y elegir la variable de interés de entre la lista que habrá aparecido. Es incluso posible representar dos o tres gráficas a la vez, pulsando en la pestaña Diagramas de la zona de gráfico.

4. Análisis de datos

Los valores numéricos que figuran en la zona de tabla se pueden copiar y pegar más tarde en una hoja de cálculo o bien se pueden analizar dentro del mismo programa Tracker. Si elegimos esta segunda opción supongamos, a modo de ejemplo, que deseamos estudiar la componente horizontal de la velocidad del móvil, v_x. Para ello le pedimos al programa que haga aparecer la

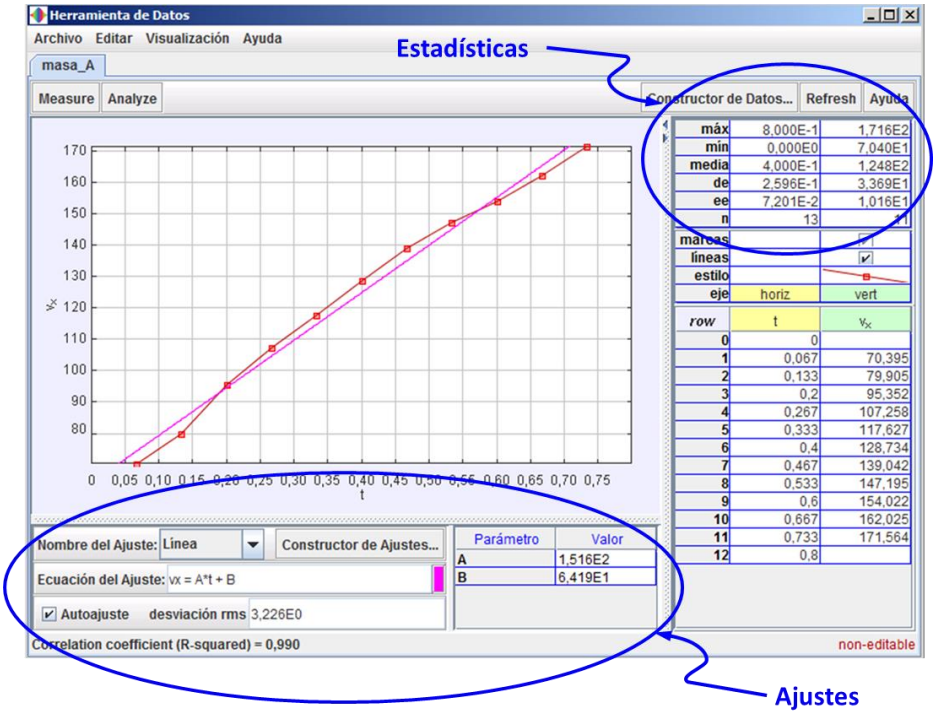
variable v_x en la zona de tabla y que represente gráficamente esa misma variable en función del tiempo, todo ello como se ha explicado en el apartado 3.





Hacemos clic con el botón derecho del ratón en algún lugar de la zona de gráfico y en el menú emergente que aparece (ver figura superior izquierda) seleccionamos Analizar. Aparece una nueva ventana, titulada Herramienta de datos, con el aspecto que se muestra en la figura de arriba a la derecha.

Inicialmente esta ventana no ofrece más información que la que se representaba en la ventana principal del programa. Pero en las pestañas Measure y Analyze de la parte superior izquierda se puede acceder a herramientas interesantes. Por ejemplo, marcando la opción Estadísticas de la pestaña Analyze nos aparecerá en la parte superior derecha de la ventana de Herramienta de datos información sobre valores máximos, mínimos, promedios, etc. de todas las variables presentes.



Y si marcamos la opción Ajustes dentro de la misma pestaña Analyze, aparecerá en la parte inferior una zona en la que se puede llevar a cabo un ajuste de regresión por mínimos cuadrados, con formas funcionales diversas (rectas, parábolas, exponenciales, sinusoides, etc.). A título de ejemplo, en la imagen precedente se ha elegido una relación lineal para ajustar la velocidad al tiempo. La pendiente "A" debe interpretarse como la aceleración del movimiento. Su valor numérico (151,6) estará expresado en las unidades acordes con las elegidas al principio para la vara de calibración.