



Luis Argomedo
Ricardo Henríquez
Jonathan Monsalves
Ariel Órdenes
Bryan sagredo
Nelson Zamorano

LABORATORIO - I: CINEMÁTICA en 1-DIMENSIÓN

1. Rapidez Constante
- 2.- Óptica Geométrica
- 3.- Aceleración Constante

1 OBJETIVO y RESUMEN

El objetivo de este laboratorio es introducir la cinemática en 1-Dimensión comenzando con una actividad experimental y a partir de estos resultados concretos estudiar los elementos de la cinemática.

En esta tarea resulta evidente que se requiere de una cierta habilidad, muy básica, en geometría y funciones. Procuraremos basar esta introducción matemática necesaria recurriendo a la geometría. Una forma práctica de introducirse en esta área es estudiando la **Óptica Geométrica**.

Usando cinemática para encontrar la trayectoria entre dos puntos ubicados en medios diferentes que minimiza el tiempo empleado en viajar de uno o a otro encontraremos el principio que se requiere para resolver problemas simples de óptica geométrica.

Esta es la segunda parte del laboratorio de Cinemática propuesto.

Se acompaña un manual para usar el programa Tracker, que es el software que utilizaremos para reducir los datos y trazar los gráficos. este manual se desarrolla describiendo el primer laboratorio de cinemática. Otra Guía, adaptada para el desarrollo del experimento en la sala está en otro documento aparte.
explicando

El segundo Laboratorio de cinemática consiste en estudiar el movimiento con aceleración constante.

Para grabar la trayectoria de una partícula se puede utilizar las cámaras que se encuentran en el laboratorio con su software AMCap, o utilizar la cámara de su celular, si tiene. Este último ha dado mejores resultados en calidad de imagen. Los vídeos captados (por el celular o con AMCap) deben ser descargados en un computador que tenga instalado el Tracker. Si tiene un notebook (o una tablet) en el cual lo haya descargado, puede realizar el laboratorio casi sin requerir de la sala del Laboratorio, salvo por algunos elementos secundarios: pedestales, niveles, riel...

Las indicaciones para el uso del Tracker no hacen referencia al celular en la captura de las imágenes sino al software que captura la imagen: AMCap. Recuerde que el celular requiere de un cable para traspasar los archivos al notebook.

2 LABORATORIO I DE CINEMÁTICA e INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA TRACKER

2.1 Resumen

Utilizando un riel de aluminio, esfera de acero, un software para la toma de datos (Tracker) y una cámara de video adecuada, se propone determinar el gráfico posición y velocidad versus tiempo de la esfera que se desliza por el riel (ver Figura adyacente) e interpretar la información física contenida en la ecuación de la recta.



La segunda parte de este laboratorio es teórica y se puede completar fuera de la sala de laboratorio. Consiste en determinar la trayectoria de un cuerpo cuya velocidad cambia abruptamente al atravesar de un medio a otro a través de una interface. Al imponer la condición que la trayectoria de la partícula al viajar entre estos dos puntos sea la que utilice el menor tiempo posible, encontraremos una ley básica de la óptica geométrica. Éste es el objetivo de la segunda parte del Laboratorio.

Para manejar los diferentes software que se utilizan en este experimento se incluye a continuación una guía detallada. Estos programas son de acceso directo en la red. Indicaciones generales acerca de los programas aparecen en el Apéndice A. En el Apéndice B se detalla el protocolo para mejorar la imagen de la esfera en movimiento con las cámaras que se encuentran en el laboratorio.

2.2 OBJETIVOS DEL LABORATORIO

2.2.1 GENERAL

- Introducir el concepto de velocidad y aceleración a través de una Medición.
- Se interpreta la ecuación de la recta y cómo extraer el valor de la rapidez a partir de este experimento.
- Familiarizar al estudiante con el uso y aplicaciones de los programas Tracker y AMCap.

2.2.2 ESPECÍFICOS

- Uso del método gráfico. Ecuaciones de la recta.
- Hacer contacto con la óptica geométrica a través de un principio general.
- Repasar geometría con ejercicios relevantes, y aplicaciones prácticas.
- Una primera aproximación a la estimación de errores.

2.3 PRIMERA ACTIVIDAD: OBTENCIÓN DE GRÁFICOS

2.4 PROCEDIMIENTO

El equipo será el de la figura o uno similar.
Aprenderemos lo siguiente

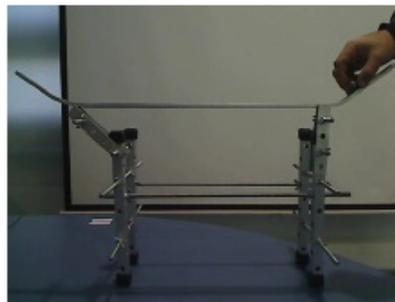


Figura 1

- Uso del equipo y el software disponible (se detalla en la siguiente sección).
- Con el equipo se obtiene un video de una esfera viajando por la sección horizontal del riel. Se lanza una esfera desde dos alturas diferentes (ver Figura 1) y de esta forma se obtienen dos gráficos posición versus tiempo. Se grafica la posición de una esfera viajando sobre un riel horizontal versus el tiempo empleado.
- Debe guardar los gráficos y tablas obtenidas, porque serán utilizados en la segunda parte de esta actividad.
- Debe también mantener un registro de la masa de la esfera, su radio, la dos alturas desde la cual soltó la esfera. Se recomienda dibujar un esquema del experimento y señalar allí los datos del experimento.
- Cada miembro del equipo debe tener una copia de los datos finales.

Con la descripción de la actividad se incluyen las instrucciones para el uso del software utilizado.

2.5 EQUIPO REQUERIDO

Se requiere:

- Computador (o equivalente) con una cámara apropiada (30 f/s), y los programas AMCap^a (o como señalamos anteriormente, un celular para grabar el video) y Tracker^a instalados. Los programas son de libre acceso en la red y ya están instalados en los PC del laboratorio.
- Soporte universal para la cámara y un riel de aluminio.
- Bola de acero de 3 cm de diámetro. (Hay otros tamaños disponibles) Se recomienda usar al menos dos tamaños diferentes si el tiempo lo permite
- Regla y Nivel

Para medir la velocidad de la esfera rodando sobre el riel de aluminio se utilizará el software AMCap que grabará el video de la esfera deslizando sobre el riel. El programa Tracker analizará los datos obtenidos de los videos y ajustará una recta (o curva) a los datos obtenidos.

Las estructuras de aluminio o de madera, como los materiales necesarios para la experiencia, están disponibles con las estaciones de trabajo. Los monitores apoyarán en la puesta a punto de los equipos.

El video es pesado y DEBE grabar sólo un tramos de la trayectoria de la esfera (20 cm) y después cortar la filmación.

2.6 PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LOS GRÁFICOS

Primero debe familiarizarse con el software y los implementos ocupados en la experiencia. Experimentalmente, sin tomar datos, midiendo la velocidad de la bolita.

2.6.1 NIVELAR EL RIEL DE ALUMINIO.

Armar el equipo: riel de aluminio con una base de madera debe estar nivelado. Con el nivel de burbuja colocado sobre el riel verifique que la estructura esté nivelada (la burbuja del nivel se ubicará entre ambas líneas negras marcadas en el cilindro con líquido verde). Si no lo está, ajuste la estructura metálica (ajuste de tuercas y pernos, ajuste de riel, etc.) de manera que consiga nivelarla. (Ver Figura 2) .

La cámara (o el celular) debe estar instalada en un soporte universal y a un nivel que le permita trabajar en forma óptima. Verifique que se ve bien enfocada en la zona de interés.

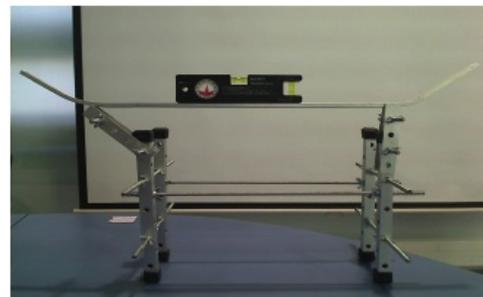


Figura 2

2.6.2 Verificación de programa AMCap. (Si es relevante)

Instalar la cámara de forma que permita ver un tramo razonable para la toma de suficientes datos y que el archivo resultante no tenga un peso excesivo. Medir la altura desde la cual se lanza la bolita. Anotar estos valores. Como debe lanzar la bola desde dos alturas diferentes procure que se cumpla $h_1 = 2.25 h_2$. Grabar dos videos de la esfera viajando sobre el riel con los mismos datos. Así puede asociar un error a las mediciones: pueden medir dos ó tres personas lo mismo y comparar sus datos, indicar los puntos de referencia en su medición. Con el programa AMCap usted puede grabar un video de la trayectoria de la bola de acero sobre el riel.

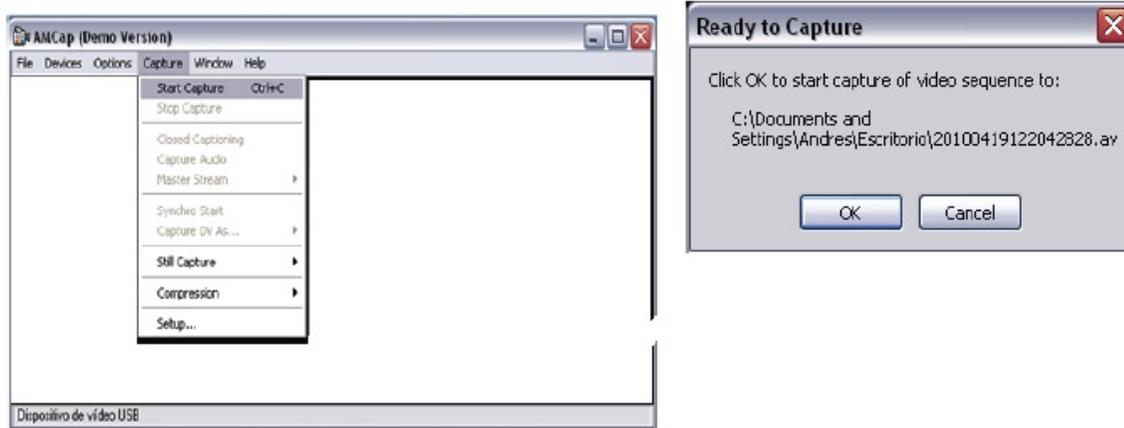


Figura 3

Para grabar un video, siga los siguientes pasos:

- 1.- Abra el programa AMCap haciendo doble click en el Icono AMCap ubicado en el escritorio.
- 2.- Ir a Capture/Start Capture:
- 3.- Confirmar adquisición del video (en esta parte se indica donde quedará guardado el video que en este caso será el escritorio).

- 4.- Suelte una bolita de acero por el riel y grabe su trayectoria.
- 5.- Ir a Capture/Stop y allí apretar Stop para detener la filmación. En este punto elija el tramo que usará. Evite archivos muy pesados.
- 6.- Abra el video para ver la grabación. El programa guarda el video en el escritorio.
- 7.- Abra el video y analice si el registro obtenido le sirva para hacer las mediciones. Si ya tiene el video y el programa Tracker en su PC o notebook, puede trabajar fuera del laboratorio.
- 8.- Cierre el programa AmCap.

2.7 OBTENCIÓN DEL GRÁFICO UTILIZANDO EL PROGRAMA TRACKER



Figura 4

El programa Tracker permite analizar el video obtenido con el movimiento de la bolita de acero. Para analizar el video siga los siguientes pasos:

- 1.- Ejecutar el programa Tracker haciendo doble click en el ícono ubicado en el escritorio. Esto es lo que usted debería ver al abrir el programa Tracker:
- 2.- Abrir un video con Tracker: Presione Archivo/Abrir y busque en el Escritorio el video que grabó con AMCap (o con el celular).
- 3.- Identificar los Cuadros Inicial y Final del video: No es necesario analizar todo el video. Para ello se pueden seleccionar el cuadro inicial y el cuadro final entre los cuales está el intervalo del movimiento que se quiere analizar.

La ventanilla *Clip Setting*, permite seleccionar los cuadros final e inicial, se ubica al final de la ventana principal que muestra el video a analizar y se muestra a continuación:

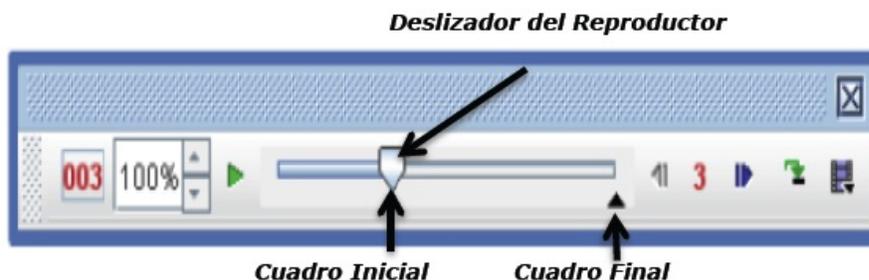


Figura 5

Coloque el deslizador del reproductor (ver Figura 5) en la posición del video donde usted defina el cuadro inicial. Una vez definido por usted el cuadro inicial, con el cursor del *ratón* sobre el deslizador del reproductor, haga click con el botón derecho del mouse y seleccione *Establecer cuadro inicial aquí*. Ahora, coloque el deslizador del reproductor en la posición del video donde usted defina el cuadro final. Una vez definido por usted el cuadro final, con el cursor del *ratón* sobre el deslizador del reproductor, haga click con el botón derecho del mouse y seleccione *Establecer cuadro final aquí*. Así usted ha definido el segmento de video a analizar.

4.- Calibración de la Escala. Para poder analizar el video, usted debe establecer una conversión entre pixeles y alguna cantidad física dimensional (por ejemplo, centímetros [cm]). Para calibrar el programa, vaya a *Herramientas de Calibración* – > *Nuevo* > *Calibration* – > *Tape*. Al ejecutar estas instrucciones, aparecerá una barra de calibración como la que se muestra a continuación.

5.- Barra de Lectura.

Usted puede arrastrar los extremos de la barra para ajustarlas a alguna distancia conocida en el video. En el riel se encuentran marcadas dos líneas rojas, cuya distancia entre ellas es de 10 [cm]. Ajuste la barra de calibración de manera que quede entre las marcas del riel e ingrese la distancia conocida en la barra de lectura.



Figura 6

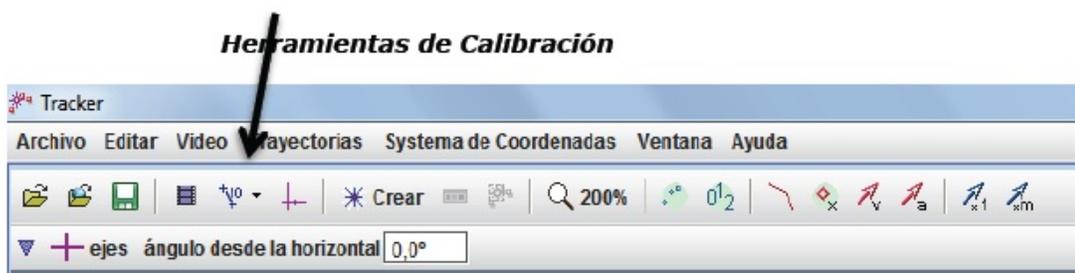


Figura 7

6.- Obtención de la Rapidez y Posición versus tiempo de la Bola de Acero. Para obtener la curva de posición versus tiempo de la bola, es necesario hacer un seguimiento de su trayectoria. En la barra de herramientas presione *Crear* como se muestra en la siguiente imagen.

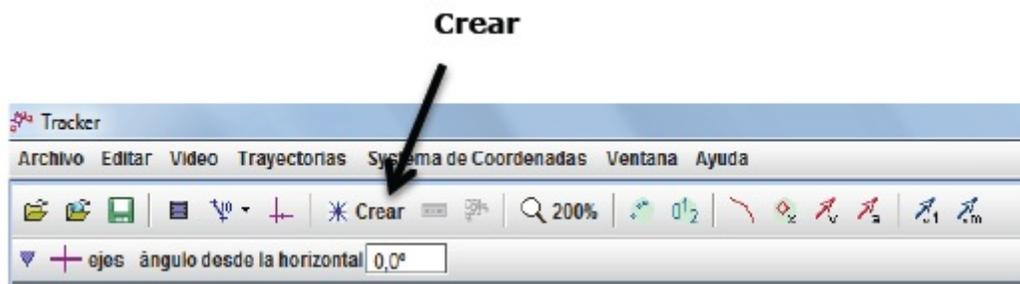


Figura 8

Al presionar *Crear*, se desplegará una lista de opciones como se muestra a continuación.

7.- Selecciona *Masa Puntual* para seguir la trayectoria de la bola de acero. Para hacerlo marca su posición en cada cuadro **presionando la tecla Shift y -al mismo tiempo- presiona el botón izquierdo del mouse (sobre el indicador en forma de cruz)** a medida que el video avanza automáticamente a través del video clip. Ojo, para que avance automáticamente debe estar activado el botón correspondiente (Ver columna derecha de la Figura 8).

No te saltes cuadros porque si lo haces, las velocidades y las aceleraciones no podrán ser determinadas. Siempre se puede ajustar la posición seleccionada arrastrándola con el mouse o puede marcar la posición y moverla con la flecha punteada. Puede hacer click en la opción de *masa A* para ver más propiedades de la trayectoria creada (borrar pasos, trayectoria, cambiar figura, ver Figura 9). Una vez marcadas las posiciones de la trayectoria de la bola, es posible observar el gráfico de posición versus tiempo (x v/s t) generado automáticamente por el programa (cuadro a la izquierda de la Figura 8). En los gráficos obtenidos a partir del video de algunos celulares, la figura tiene una buena resolución (no está borrosa) y se puede hacer este proceso en forma automática apretando el botón correspondiente.



Figura 9

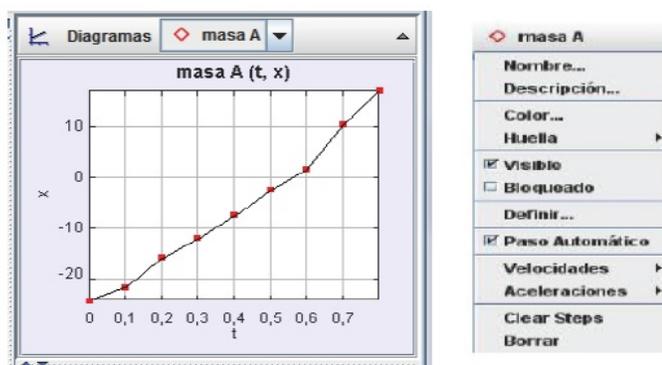


Figura 10

8.- Si se presiona el botón derecho del mouse sobre el gráfico, aparecerá un menú lateral. Presione la opción *Analizar*, y obtendrá la misma curva pero en una ventana aparte. Si usted presiona en la pestaña superior la opción de *Ajustes*, obtendrá la curva que mejor se ajusta a sus datos medidos, que en este caso será un ajuste lineal. Podrá ver en la misma ventana la ecuación que describe tal recta de ajuste, con sus parámetros a y b (la ecuación tiene la forma $x(t) = a \cdot t + b$). Se debería ver como sigue:

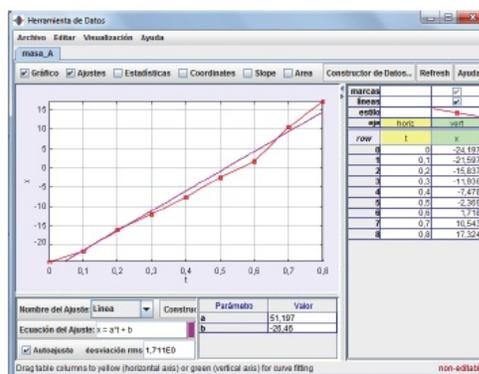


Figura 11

9 Obtención de la velocidad.

Si tiene conocimientos de cinemática, al observar la ecuación de itinerario puede saber, cuál es la velocidad de la bolita de acero. Llene la siguiente tabla con los datos que se le piden:

Ecuación itinerario obtenida $x(t) = a*t + b$ (con a y b con números)	Valor de la velocidad obtenida [cm/s]

Figura 12

Para seguir con la segunda parte se deben tener al menos dos gráficos diferentes con los itinerarios y las velocidades respectivas.

Además de todo esto, se pedirá obtener gráficos de velocidad y aceleración versus el tiempo para cada punto de la trayectoria. Esta tarea se explica a continuación.

Una vez marcados los puntos con la herramienta *Masa Puntual*, se presiona la opción *Datos*, aquí se desmarca el eje y, y se marcan v_x y a_x , que corresponden a la velocidad y aceleración en el eje x. Luego se cierra la pequeña ventana que emergió, y volvemos a presionar el gráfico y seleccionar *Analizar*. Ahora se tendrán varias opciones para los gráficos; se pueden cambiar los colores de punto y línea para identificar los gráficos, así como se ve en la figura. Para poder tener gráficos individuales es necesario deslizar la cantidad buscada (v_x por ejemplo, en la figura) a la casilla verde, y desmarcar y desmarcar el resto de las cantidades para que no estén visibles. Con esto se obtienen los gráficos de velocidad y aceleración.

Esto es el final del experimento. Resta ver el informe.

t	x	v_x	a_x
0	0.326		
0.08	0.246	3.008	
0.16	0.808	11.033	75.096
0.24	2.01	15.513	55.509

Figura 13

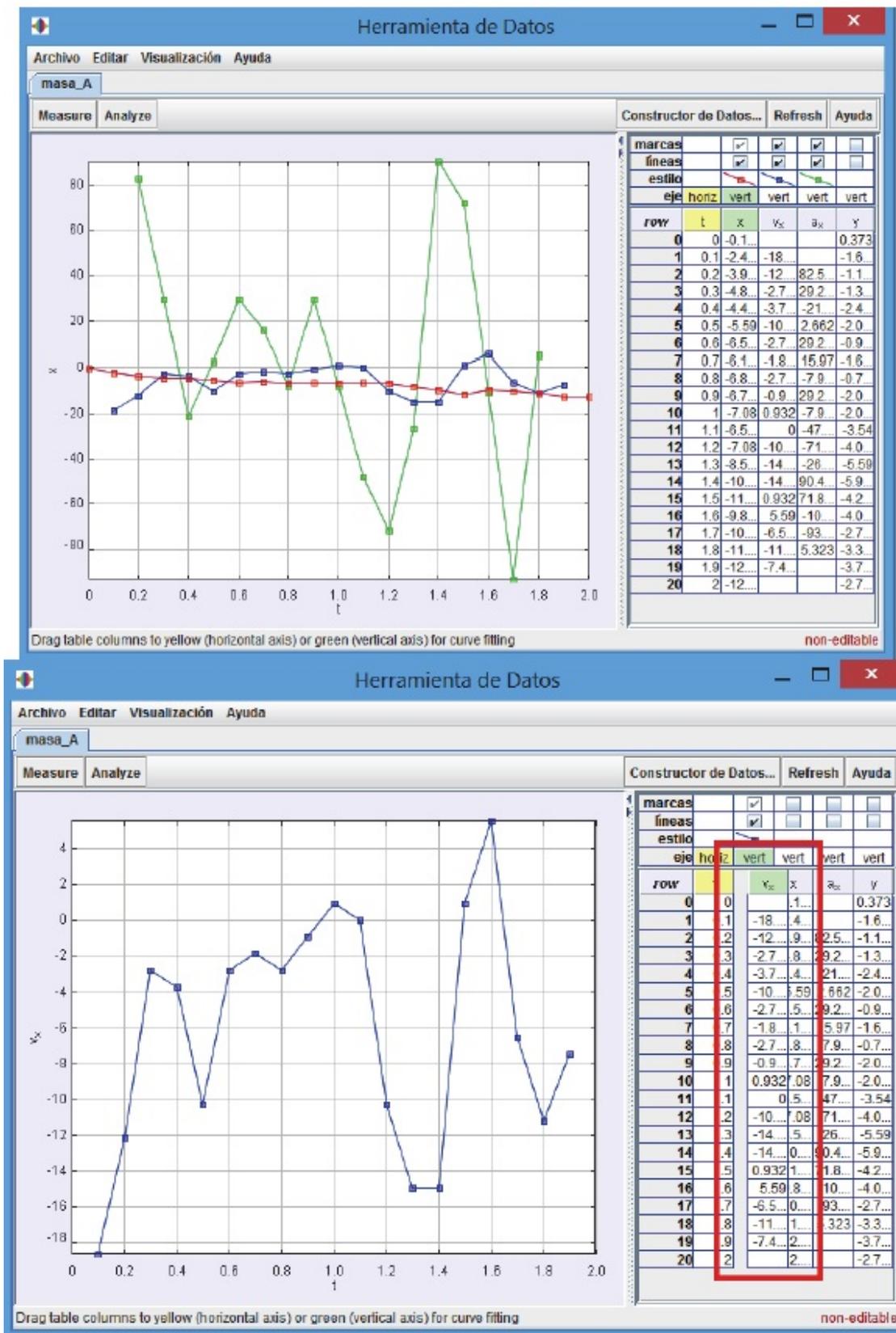


Figura 13