

## Caracterización de DivYX 2, software de análisis cinemático de videos digitales

Héctor Antonio González Flores, Departamento de Física y Matemáticas, Universidad de Monterrey. Monterrey N.L. México.

Contacto: [hector.gonzalezf@udem.edu](mailto:hector.gonzalezf@udem.edu)

Oswaldo Aquines Gutiérrez, Departamento de Física y Matemáticas, Universidad de Monterrey. Monterrey N.L. México.

Contacto: [osvaldo.aquines@udem.edu](mailto:osvaldo.aquines@udem.edu)

Laura Patricia Camacho López, Departamento de Física y Matemáticas, Universidad de Monterrey. Monterrey N.L. México.

Contacto: [lcamacho5@udem.edu.mx](mailto:lcamacho5@udem.edu.mx)

### Resumen

DivYX es una herramienta de software que permite obtener las coordenadas cinemáticas posición en el espacio y posición en el tiempo correspondientes al movimiento de algún fenómeno previamente video grabado y disponible en algún formato digital. Recientemente ha recibido una actualización que le permite funcionar bajo los nuevos sistemas operativos de Microsoft (7,8 y 10). Ahora con el nombre de DivYX 2 pretende ser una herramienta de análisis que puede ser empleada por los estudiantes y los maestros de un curso básico de Física. En el presente artículo se describirán sus principales funciones y se reportará su aplicación en el análisis cinemático de varios fenómenos. Además con el objeto de caracterizar sus capacidades y consistencia se comparará su aplicación con los resultados obtenidos al analizar los mismos fenómenos empleando las técnicas del Laboratorio de Física tradicional.

**Palabras clave:** Análisis Cinemático, Video Digital, Medios Didácticos, Herramientas, Cognitivas, Laboratorios Virtuales, Software didáctico, Didáctica de la Física, Adquisición de datos.

### Abstract

DivYX is a physics educational software to determine specific object's x,y and time coordinates of an object in motion. It extracts the information from a digital video recording of the object's trajectory. It has recently been updated to run in the newest Windows OS platforms (7,8 and 10). Now named DivYX2 it pretends to provide an analysis tool for both physics students and teachers in the 21st century. In the following article we will describe its main function and its

application in the most common kinematical situations. Finally it is compared to other laboratory kinematical measurements to look for consistency between them.

**Keywords:** Kinematic analysis, Digital Video, Teaching media, Cognitive Tools, Virtual labs Educational software ,Data acquisition

## I. INTRODUCCIÓN

*“La computadora ha revolucionado la manera en que hacemos Física, pero sorprendentemente, no ha alterado significativamente la manera en que enseñamos Física”*. La anterior afirmación fue hecha por Jack M. Wilson y Edward F. Redish en 1989 (Redish, 1989). En la época en que fue hecha esta afirmación el impacto del uso de las computadoras en los salones de clase era mínimo, y las razones dadas dentro del contexto de la época eran; *“poco acceso a las computadoras, software con pocas capacidades y profesores inadecuadamente preparados para el uso de la computadora”* (Redish, 1989). Pero como todo material cultural, la herramienta computacional es susceptible a ser o no ser empleada en función de múltiples factores que en 1989 estaban dados de una forma que dificultaban su eficiente aplicación como herramienta didáctica, pero que en la actualidad están dados de otra manera y permiten su eficiente uso como herramienta didáctica. Incluso la dependencia del conocimiento de un lenguaje de programación, que antes era imprescindible, ahora ya no lo es tanto, además la necesaria implementación de las herramientas de software empleando un determinado sistema operativo y un determinado hardware, ya no es más una limitante (O. Aquines, 2014). En esta época la disposición de diversas plataformas de hardware para ejecutar herramientas de software es muy variada y cada vez más a disposición de la mayoría de los usuarios. El proyecto DivYX se encuentra embebido dentro del proyecto Newtondreams, que ha sido desarrollado desde 2014 por algunos profesores del Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad de Monterrey, en Monterrey, Nuevo León, México. El proyecto Newtondreams pretende explotar las posibilidades de las diferentes herramientas de hardware existentes actualmente para propósitos didácticos, específicamente la divulgación de herramientas cognitivas que promuevan el aprendizaje de los alumnos de cursos de Física básicos.

En lo que respecta a las herramientas de captura de datos cinemáticos basados en un video ha habido varios tipos de implementaciones a lo largo de la evolución del uso de la computadora como herramienta didáctica. Los primeros esfuerzos se remontan a nombres ahora tan reconocidos como Thoronton, Sokoloff, Zollman, Fuller, Laws Beichner entre otros y queda el final de la década de 1980 como el periodo de tiempo en donde empezaron a aparecer estos primeros esfuerzos (Beichner, 1996). Al

principio, de manera ahora considerada rudimentaria empleando acetatos sobre la pantalla de una computadora o televisor. O empleando el video disco laser que además necesitaba de un hardware especial para poder desempeñarse eficientemente como una herramienta de captura de datos. En la actualidad la posibilidad de video grabar fenómenos susceptibles a ser analizados posteriormente empleando herramientas computacionales es muy frecuente. DivYX 2 es una herramienta de software creada exclusivamente como una herramienta didáctica que ayuda a los alumnos de un curso de Física básico en la obtención de datos cinemáticos que les permite caracterizar un fenómeno, desde un punto de vista cinemático (Leonor Pérez Trejo, 2008) y posteriormente desde un punto de vista dinámico.

### **Funcionalidades de DivYX2.**

El ambiente que DivYX2 ofrece al usuario es uno en donde es posible desplegar una videograbación de algún fenómeno a estudiar. Analizarlo cuadro por cuadro, escoger un marco de referencia para realizar las mediciones, elegir si se desea capturar coordenadas en una dimensión horizontal, en una dimensión vertical o en dos dimensiones, entre otras cosas. DivYX2 toma nota del número de cuadros por segundo con el que fue grabado el video y emplea esto como su marco de tiempo. Ofrece la facilidad de seguir con el mouse el movimiento cuadro por cuadro de algún objeto que aparezca en el video y obtener sus coordenadas posición en el espacio y posición en el tiempo de manera sucesiva. Y dado que las posiciones serán en primera instancia obtenidas en unidades propias del software empleado para programar a DivYX 2, también se ofrece la facilidad de convertir estas coordenadas espaciales a las unidades que el usuario prefiera. Al final DivYX2 dará la facilidad de exportar esta lista de datos posición y tiempo a Microsoft Excel, para realizar el tratamiento de datos que sea conveniente.

### **Funcionalidades de DivYX2.**

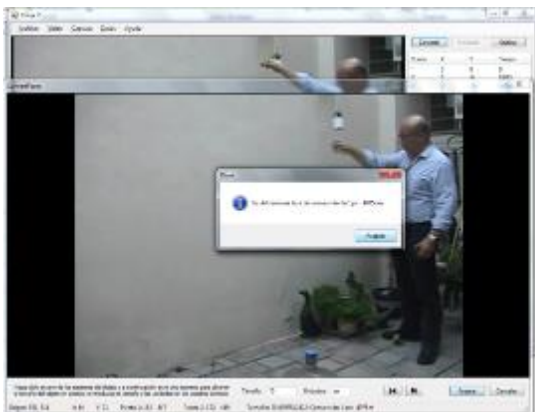
En esta ocasión se dejó caer un cepillo de limpieza y se usó para calibrar una pequeña maceta que estaba colgando en la pared cuyo diámetro es de 10 centímetros.



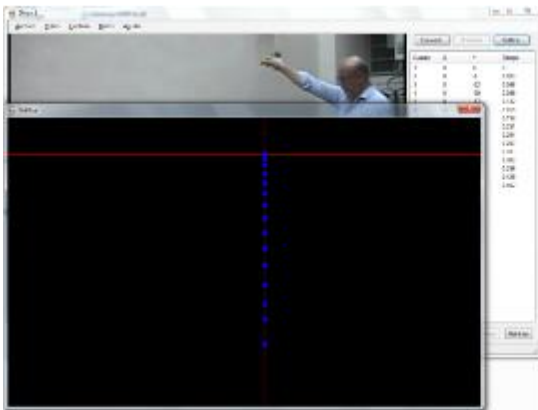
Fig#1  
Se elige la manera deseada de capturar los datos; en una o dos dimensiones.



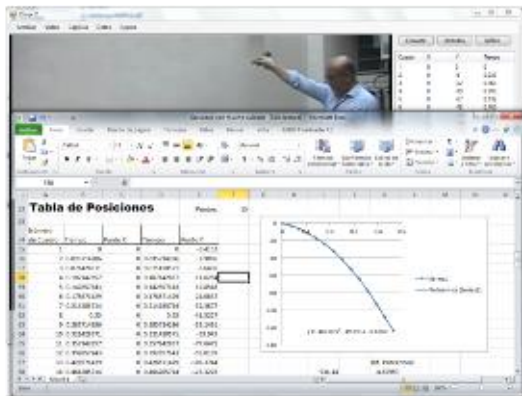
Fig#2  
Se procede a la captura de los datos empleando el mouse y cuadro por cuadro.



Fig#3  
Se procede a convertir las coordenadas anteriormente en pixeles a las unidades que se deseen. Para esto se tienen que conocer las dimensiones de algún objeto que aparezca en el video y aproximadamente a la misma distancia del objetivo de la cámara que el objeto en movimiento.



Fig#4  
Se puede desplegar una gráfica que representa los puntos en el espacio que fueron elegidos en cada cuadro del video.



Fig#5  
Se exportan los datos ya convertidos a Microsoft Excel y se realiza el tratamiento correspondiente. En esta ocasión la función de posición es

$$=-(467.07 \quad ) \quad -(49.251 \quad /) - 0.6362$$


Fig#6  
DivYX2 es un desarrollo del Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad de Monterrey y se encuentra embebido dentro del proyecto Newtondreams.

## Algunos Resultados

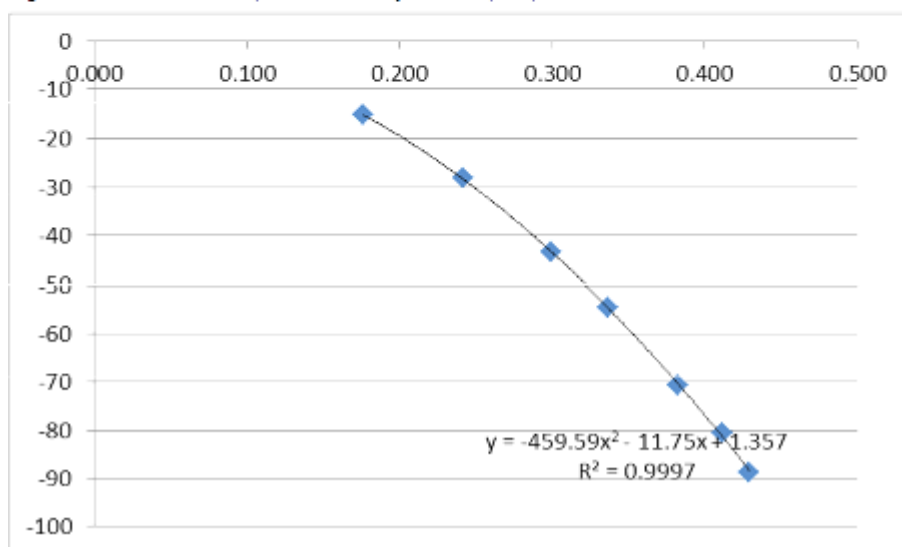
Mostraremos los resultados referentes a la estimación de la aceleración de los objetos que caen de manera aproximadamente libre. Para esto realizaremos el experimento típico de laboratorio, en donde un objeto se dejará caer desde diferentes alturas y mediremos el tiempo que invierte en su desplazamiento en cada uno de los casos. Nuestro aparato es uno tal que el objeto se dejará caer interrumpiendo la corriente en un electroimán y un cronometro medirá de manera automática el tiempo que invierte en caer sobre la placa detectora. Restaremos el diámetro del objeto para estimar su desplazamiento. Mediremos el tiempo en tres ocasiones para cada una de las diferentes alturas, lo promediaremos y lo correlacionaremos con el desplazamiento en cada caso. Graficaremos las parejas de datos; tiempo promedio y desplazamiento y lo ajustaremos a una función de posición cuadrática, suponiendo que la aceleración del objeto durante su caída se puede considerar una constante.

**TABLA I** Resultados del experimento de caída libre con aparatos regulares del Laboratorio.

Diametro del balón 2.74 cm

d (cm)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	t <sub>prom</sub> (s)	d (cm)
17.7	0.177	0.175	0.175	0.176	-14.96
30.8	0.241	0.241	0.242	0.241	-28.06
46.3	0.301	0.298	0.300	0.300	-43.56
57.2	0.336	0.337	0.336	0.336	-54.46
73.5	0.382	0.382	0.382	0.382	-70.76
83.3	0.417	0.408	0.410	0.412	-80.56
91.5	0.428	0.430	0.430	0.429	-88.76

Fig#7 Grafica de los desplazamientos y los tiempos promedio



gravedad	-919.18
----------	---------

En centímetros sobre segundo al cuadrado

Ahora realizaremos el mismo tipo de experimento pero usando cualquier objeto y video grabando su movimiento. Para luego analizar con DivYX2 la manera en que su posición cambia con respecto al tiempo. El proceso se encuentra ilustrado con las Figuras anteriormente mostradas acerca del procedimiento para emplear a DivYX2.

**TABLA II** Resultados del experimento de caída libre a partir de un video.

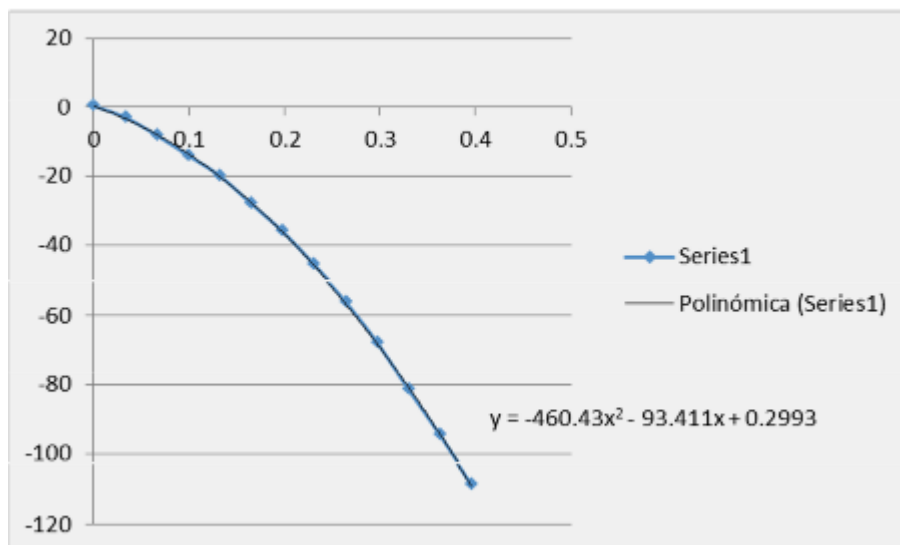
## Análisis Cinemático Obtenido con DivYX2

### Tabla de Posiciones

Puntos: 13

Número de Cuadro	Tiempo	Punto X	Tiempo (seg.)	Punto Y (cm)
1	0	0	0	0.3681
2	0.033	0	0.033	-2.9448
3	0.066	0	0.066	-8.0983
4	0.099	0	0.099	-13.988
5	0.132	0	0.132	-19.8777
6	0.165	0	0.165	-27.976
7	0.198	0	0.198	-36.0743
8	0.231	0	0.231	-45.645
9	0.264	0	0.264	-55.952
10	0.297	0	0.297	-67.7313
11	0.33	0	0.33	-81.3512
12	0.363	0	0.363	-94.603
13	0.396	0	0.396	-108.591

Fig#8 Grafica de las posiciones y tiempos obtenidos con DivYX2



gravedad  En centímetros sobre segundos al cuadrado.



Los resultados con ambas metodologías se muestran aproximadamente equivalentes y ambos procedimientos son susceptibles a errores tanto aleatorios como sistemáticos. En el caso del experimento de laboratorio inherentes a los aparatos de medición y en el caso del análisis empleando la video grabación tienen que ver con la manera en que se posiciona al mouse al realizar las estimaciones de la posición del objeto en movimiento, además de situaciones relacionadas con la velocidad de obturación de la cámara empleada e incluso con la distorsión esférica producida por la óptica de los lentes empleados para la realización de la grabación. Para disponer de imágenes más nítidas y sin corrimiento, se deben emplear las velocidades de obturación más rápidas o usar el modo de “deportes” de la video cámara. Independiente de la velocidad de obturación es el número de cuadros por segundo que la video cámara usa para realizar la grabación lo que se emplea como base del tiempo. El repetir el procedimiento para obtener las mediciones en cada uno de las metodologías usadas ha mostrado disminuir los errores inherentes a las mediciones y estimaciones. Y definitivamente el uso repetido de cada una de las técnicas podrá optimizar su aplicación.

## **CONCLUSIONES**

En esta época el empleo de herramientas basadas en la computadora está ampliamente difundido. Productos semejantes a DivYX2 se encuentran ampliamente establecidos, podríamos mencionar Traker, una de las herramientas ofrecidas por el proyecto Open Source Physics (<http://www.opensourcephysics.org/>)

En la Universidad de Monterrey hemos podido desarrollar nuestra herramienta de acuerdo a nuestras muy particulares necesidades didácticas. Y nos hemos preocupado de ofrecer a nuestros alumnos diferentes aproximaciones didácticas. Es por eso que tenemos bien establecido en nuestra clase de Laboratorio de Física la opción tradicional empleando los aparatos de medición usuales, además la opción de modelar empleando simulaciones independientes de la plataforma de hardware y software y la opción de análisis de video, que hemos encontrado es la más valiosa, ya que es la única que permite que los alumnos propongan sus propios experimentos y apliquen sus conocimientos de Física a los fenómenos que a ellos les interese. Responder preguntas tales como ¿a qué velocidad soy capaz de patear un balón de fútbol?, cuál es la aceleración que logra mi auto de radio control? ¿cuál es la aceleración que logra tal o cual aparato en un parque de diversiones? Disponer de herramientas que sean fáciles de usar y que tengan la versatilidad suficiente ha sido a lo largo del tiempo un aspecto motivante para nuestros alumnos que ha detonado su aprecio por el contenido que les ofrecemos en los cursos de Física que impartimos.



## REFERENCIAS

Beichner, R. J. (1996). The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. *American Journal of Physics*, 1272-1277.

Leonor Pérez Trejo, A. F. (2008). Implementación del software DivYX en el laboratorio de Mecánica. *Latin American Journal of Physics Education*, 268 – 274.

O. Aquines, H. G. (2014). Simulaciones Físicas Multiplataforma. *Latin American Journal of Science Education*, 22014-1.

Redish, J. M. (1989). Using Computers in Teaching Physics. *Physics Today*, 42(1), 34-41.