



## DivYX 3.0 Análisis de vídeos digitales en la Web

Héctor Antonio González Flores, Osvaldo Aquines Gutiérrez, Enrique Mireles Gutiérrez  
Universidad de Monterrey, Av. Morones Prieto 4500 Pte, 66238 San Pedro garza García, N. L. México

### ARTICLE INFO

**Received:** September 10, agosto2017  
**Accepted:** August 10, 2017  
**Available on-line:** November 2, 2017

**Keywords:** Software educativo, Herramienta didáctica, Análisis de video digital, Didáctica de la Física, Herramientas cognitivas, Laboratorio basado en video.

**E-mail addresses:**

[hector.gonzalezf@udem.edu](mailto:hector.gonzalezf@udem.edu)  
[osvaldo.aquines@udem.edu](mailto:osvaldo.aquines@udem.edu)  
[enrique.mireles@udem.edu](mailto:enrique.mireles@udem.edu)

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education.  
All rights reserved

### ABSTRACT

DivYX is a cognitive video analysis tool which allows the user to study the kinematics of digitally recorded physical phenomena. It was initially developed run under the Windows XP platform and then extended to the latest Microsoft operating systems. After many upgrades, its third release is now a web based application making it accessible for both Microsoft and Apple users. Since no files have to be downloaded nor special libraries have to be present, it now has the advantage of having fewer restrictions making it more accessible and universal. Its usability and functionality have been improved using the latest web browser tools. To start the analysis, the user just drags and drops the video to the software's window and it is ready to begin. Afterwards DivYX 3.0 runs the video in determined time steps letting the user to mark the 2-dimensional coordinates of the specified object in the specific moments. Both the frame of reference and the size of the object can be redefined and the coordinates will be automatically recalculated. It also has a zoom tool, which allows more precise measurements. Finally, the generated data can be downloaded as a Microsoft Excel file extending possibilities for data analysis.

DivYX es una herramienta que permite realizar análisis cinemáticos de fenómenos cuya evolución esté disponible en un video digital. Originalmente fue desarrollado para ser ejecutado en Windows XP. Ha tenido múltiples actualizaciones y puede ser ejecutado bajo los nuevos sistemas operativos de Microsoft. En esta ocasión se presenta su tercera versión que lo posibilita a ser ejecutado completamente en un ambiente basado en la Web. Esto le permite romper la barrera del hardware y ser ejecutado en computadoras con el sistema operativo iOS de Apple, y además en computadoras con sistema operativo Windows de Microsoft. Su funcionalidad y usabilidad se ha incrementado aprovechando las ventajas estandarizadas que los navegadores ahora poseen. El usuario solo arrastra a la ventana de DivYX 3.0 el video que desea analizar y sigue el procedimiento recomendado para obtener las coordenadas posición en el espacio y en el tiempo del objeto a estudiar. Se le han adicionado nuevas capacidades; tales como poder cambiar la posición del sistema de referencia y también corregir o cambiar la magnitud del tamaño del objeto empleado para calibrar. DivYX 3.0 automáticamente recalculará las nuevas coordenadas, de acuerdo a estos ajustes. También dispone de una herramienta de zoom, lo que permite ser un poco más preciso en el momento de tomar los datos de posición. DivYX 3.0 finalmente produce una hoja de Microsoft Excel, la cual puede ser descargada tantas veces como el usuario lo considere necesario. En esta hoja de Excel se muestran los resultados de la captura para que se realice el tratamiento y el análisis pertinente a los datos.

## I. INTRODUCCIÓN

DivYX es una herramienta de software ampliamente empleada en el ambiente latinoamericano; tanto por docentes como por alumnos. (Perez 2008 y 2010) Mediante su empleo se pretende obtener las coordenadas cinemáticas que caractericen el movimiento de algún objeto de interés, cuyo movimiento se encuentre capturado en un video en formato digital. El proyecto DivYX se encuentra embebido dentro del proyecto Newtondreams. (Aquines 2014) Siendo este el principal proyecto relacionado con la didáctica de las ciencias Físicas y Matemáticas del Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad de Monterrey. DivYX a lo largo de su desarrollo ha recibido múltiples actualizaciones y su última versión disponible puede funcionar a partir de Windows 7. (González 2015) Sin embargo, había tenido la restricción de solo poder ejecutarse bajo los sistemas operativos de Microsoft y de necesariamente ser instalado en una computadora con el sistema operativo Windows y solo después de haber descargado el archivo correspondiente.

Actualmente estas restricciones ya no se encuentran presentes, DivYX en su versión 3.0 puede ser ejecutado completamente en un ambiente Web sin necesidad de instalar nada, y con la posibilidad de no depender del sistema operativo y por lo tanto tampoco de la plataforma de hardware utilizada. De tal manera que computadoras trabajando bajo los sistemas operativos de Microsoft y de Apple, son ahora igualmente adecuadas para aprovechar sus capacidades. Los navegadores tampoco serán un problema dado el nivel de estandarización que ahora tienen en cuanto a su funcionamiento.

DivYX 3.0  
Online video analysis.

| #  | t      | X       | Y       |
|----|--------|---------|---------|
| 36 | 0.1001 | 42.3471 | 56.8661 |
| 37 | 0.1335 | 47.5901 | 57.6727 |
| 38 | 0.1668 | 53.2364 | 56.8661 |
| 39 | 0.2002 | 58.8827 | 55.2529 |
| 40 | 0.2336 | 65.3355 | 52.0265 |
| 41 | 0.2669 | 70.9818 | 47.9934 |
| 42 | 0.3003 | 76.6281 | 43.1537 |
| 43 | 0.3337 | 81.8711 | 38.3141 |
| 44 | 0.367  | 87.5174 | 30.6512 |

**FIGURA 1.** Se muestra el ambiente que DivYX 3.0 le proporciona al usuario, en donde se pueden observar las herramientas disponibles que lo habilitan en la obtención de las coordenadas posición en el espacio y posición en el tiempo referidas al objeto en cuestión.

DivYX es una herramienta didáctica y ha sido diseñada tratando de emular lo que en un laboratorio tradicional ocurre. La captura de los datos no se realiza en forma automática, el usuario tiene que escoger el marco de referencia, proveer una escala de calibración, posicionar la herramienta que toma los datos él mismo. Y posteriormente deberá implementar un procedimiento adecuado al tratamiento de los datos obtenidos junto con los miembros de su equipo de trabajo. DivYX es una herramienta que funciona dentro del Laboratorio de Física del Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad de Monterrey, en conjunto con la estrategia tradicional basada en aparatos de medición; tanto análogos como digitales y la opción de familiarización con el fenómeno a estudiar mediante simulaciones computacionales. Siendo el proyecto *Newtondreams* (Aquines 2014) el que provee el marco para que estas herramientas sean usadas por los alumnos.

## II. DESCRIPCIÓN DE SU FUNCIONAMIENTO

Es necesario disponer de un archivo de video en formato mp4. Este archivo puede ser buscado en la computadora mediante el botón llamado “*Browse*” o simplemente “*arrastrándolo*” hacia la ventana de trabajo de DivYX. Cabe aclarar que ninguna información es importada al servidor en donde DivYX se encuentra, todos los archivos se quedan en la computadora empleada para realizar la experiencia.

DivYX usará las coordenadas posición del mouse para estimar las coordenadas espaciales del objeto en cuestión y el número de cuadros por segundo del video como la escala de tiempo a emplear.

DivYX automáticamente identificará el número de cuadros por segundo con el que el video fue grabado, sin embargo, le da la posibilidad al usuario de cambiar este valor, por si acaso lo cree conveniente.

La siguiente tarea a realizar es escoger la ubicación de un sistema coordenado de referencia. “*Set Axis*” permite realizar esta tarea. La posición del origen de este sistema coordenado puede ser en donde el usuario lo desee, incluso posteriormente podrá ser movido de lugar, dando como resultado que los datos capturados sean recalculados y el usuario podrá decidir descargarlos de nuevo.

Posteriormente lo que se necesita especificar es la escala del objeto al que se le obtendrán las coordenadas. El botón “*Set Ruler*” permitirá dimensionar la imagen en las unidades que el usuario lo crea conveniente. Aparecerá una “regla” a la cual se le podrá dar la dimensión deseada al sobreponerla a algún objeto que en el video aparezca y del que se conozcan sus dimensiones. Esto redundará en que los datos capturados adquirirán esta particular dimensión. Si posteriormente el usuario desea recalibrar lo podrá hacer en cualquier momento, dando como resultado la recalculación de los datos ya capturados. Esta operación parametriza la imagen de tal manera que las coordenadas de la posición del puntero del mouse pueden ser empleadas para medir los tamaños de los objetos que se encuentren en el mismo plano del objeto empleado para realizar la calibración, ya que ahora estas coordenadas están en las unidades que el usuario declaró para hacer la calibración de la imagen. Sin embargo habrá que tomar en cuenta la distorsión esférica que los lentes de la cámara puedan tener, es decir entre más se aleje del centro de la imagen la medición podrá ser no tan parecida a la realidad y claro que para evitar el paralaje se deberán emplear solamente objetos que se encuentren en el mismo plano del movimiento y no más adelante o atrás.

Con lo anteriormente descrito ya definido es que ahora el usuario podrá comenzar la captura de las posiciones del objeto que en el video aparece. El botón “*Add Marker*” lo posibilita a definir la posición en el espacio y en el tiempo del objeto en cuestión. Posicionando el mouse en algún lugar del objeto de interés y activando la herramienta de zoom si acaso le es conveniente. Donde click del mouse producirá una pareja de datos; la posición en el espacio y la correspondiente posición en el tiempo. El video avanzará un cuadro y el usuario invocara otro marcador y repetirá el procedimiento tantas veces como desee o le sea conveniente.

En cualquier momento es posible borrar uno de los marcadores dando como resultado que el conjunto de datos se actualice automáticamente.

En cualquier momento el usuario puede borrar lo que ha realizado y comenzar de nuevo.

El sistema coordinado, la regla y la herramienta de zoom pueden aparecer o desaparecer a gusto del usuario sin que esto afecte al conjunto de datos que se ha tomado o que se esté tomando.

### III. EJEMPLO DE APLICACIONES.

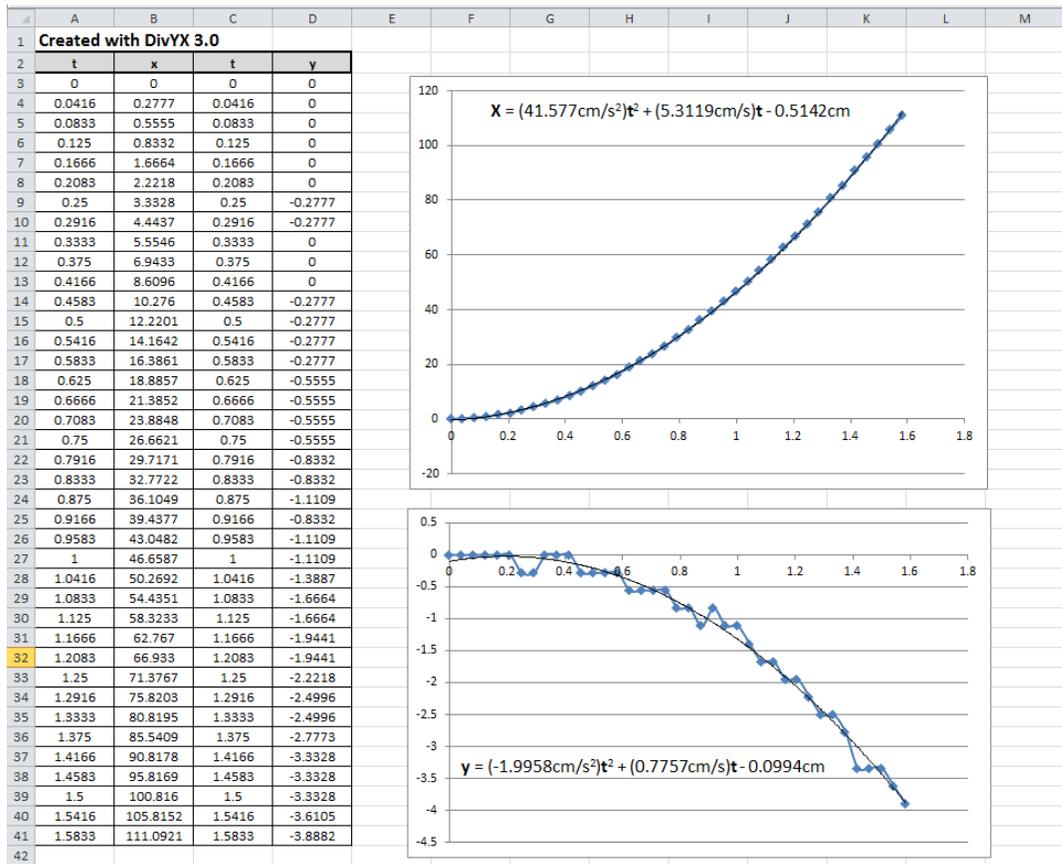
1) Se realizará un análisis cinemático de un carrito típico de laboratorio moviéndose sobre un riel de aire que le proporcionará un ambiente casi libre de fricción, ya que como todos sabemos el carrito se mueve sobre un colchón de aire. Lo que se muestra en el video es el arreglo tradicional del laboratorio de Física para analizar el movimiento acelerado. Se muestra el dispositivo que los alumnos emplean para producir chispas a intervalos regulares de tiempo y quemar un papel, que después tendrán que medir con una regla y de esta manera producir el conjunto de datos que emplearán en el posterior análisis. DivYX 3.0 proveerá de las herramientas necesarias para realizar la misma tarea.

| #   | t      | X       | Y       |
|-----|--------|---------|---------|
| 231 | 0.9583 | 43.0482 | -1.1109 |
| 232 | 1      | 46.6587 | -1.1109 |
| 233 | 1.0416 | 50.2692 | -1.3887 |
| 234 | 1.0833 | 54.4351 | -1.6664 |
| 235 | 1.125  | 58.3233 | -1.6664 |
| 236 | 1.1666 | 62.767  | -1.9441 |
| 237 | 1.2083 | 66.933  | -1.9441 |
| 238 | 1.25   | 71.3767 | -2.2218 |
| 239 | 1.2916 | 75.8203 | -2.4996 |

**FIGURA 2.** Se muestra el ambiente que DivYX 3.0 provee para realizar el análisis cinemático del carrito sobre el riel de aire.

Después de realizar el procedimiento descrito anteriormente en el apartado II de este documento se obtiene el conjunto de posiciones tanto en la dirección horizontal como en la dirección vertical.

**Tabla I.** Se muestra la hoja de Excel que produce DivYX 3.0 y que puede ser descargada desde la herramienta en línea.



Aquí podemos observar las correspondientes funciones de posición; tanto para el movimiento horizontal del carrito como para el movimiento vertical.

$$x = (41.577\text{cm/s}^2)t^2 + (5.3119\text{cm/s})t - (0.5142\text{cm})$$

$$y = (-1.9958\text{cm/s}^2)t^2 + (0.7757\text{cm/s})t - (0.0994\text{cm})$$

Además podremos calcular las correspondientes funciones de velocidad.-

$$v_x = (83.154\text{cm/s}^2)t + (5.3119\text{cm/s})$$

$$v_y = (-3.9916\text{cm/s}^2)t + (0.7757\text{cm/s})$$

Y sus funciones de aceleración.-

$$a_x = (83.154\text{cm/s}^2)$$

$$a_y = (-3.9916\text{cm/s}^2)$$

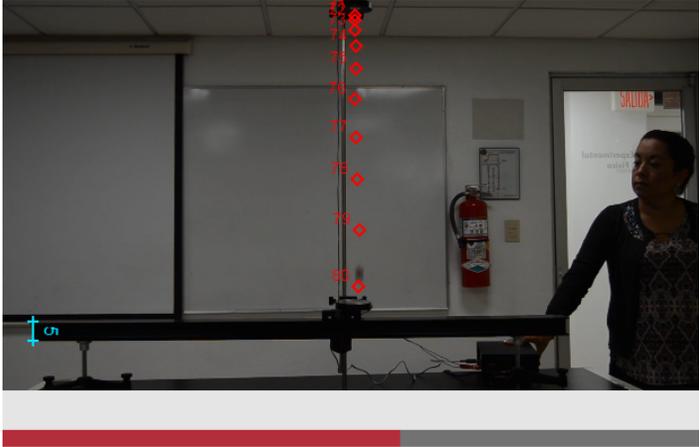
2) Se realizará un análisis cinemático de un objeto cayendo. Se tomara como escala de calibración el grosor de la barra mostrada que es de 5 cm.

## DivYX 3.0

Online video analysis.

Browse
Show Axis
Hide Ruler
Add Marker
Delete Marker
Set FPS
Zoom On
Clear

x: 0 y: 0 81 / 142 FPS: 24



⏮
▶
⏸
⏭
⏪

DivYX Data Export

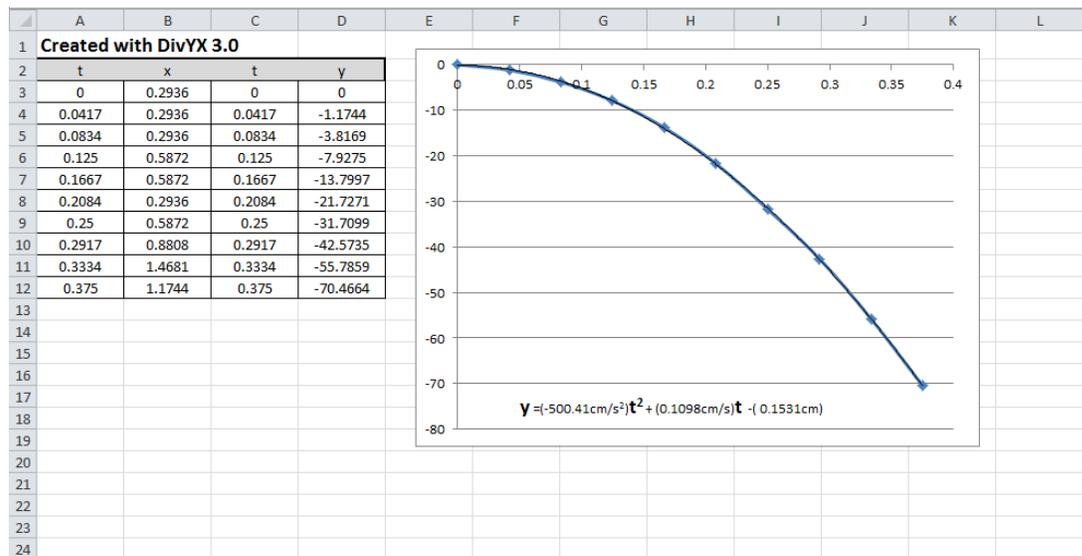
| #  | t      | X      | Y        |
|----|--------|--------|----------|
| 72 | 0.0417 | 0.2941 | -1.1765  |
| 73 | 0.0834 | 0.2941 | -3.8235  |
| 74 | 0.125  | 0.5882 | -7.9412  |
| 75 | 0.1667 | 0.5882 | -13.8235 |
| 76 | 0.2084 | 0.2941 | -21.7647 |
| 77 | 0.25   | 0.5882 | -31.7647 |
| 78 | 0.2917 | 0.8824 | -42.6471 |
| 79 | 0.3334 | 1.4706 | -55.8824 |
| 80 | 0.375  | 1.1765 | -70.5882 |

DivYX 3.0 Copyright © 2017 Department of Physics and Mathematics | Universidad de Monterrey  
Created by Héctor Antonio González Flores & Enrique Mireles Gutiérrez

**FIGURA 3.** Se muestra el ambiente que DivYX 3.0 provee para realizar el análisis cinemático de un objeto cayendo.

Los datos llevados a una hoja de Excel que DivYX 3.0 produce serían.-

**TABLA II.** Se muestra la hoja de Excel que produce DivYX 3.0 y que puede ser descargada desde la herramienta en línea.



Aquí podemos observar la correspondiente función de posición que representa el movimiento vertical del objeto que está cayendo.

$$y = (-500.41 \text{ cm/s}^2)t^2 + (0.1098 \text{ cm/s})t - (0.1531 \text{ cm})$$

Además podremos calcular la correspondiente función de velocidad.-

$$v_y = (-1000.82 \text{ cm/s}^2)t + (0.1098 \text{ cm/s})$$

Y la función de aceleración.-

$$a_y = (-1000.82 \text{ cm/s}^2)$$

Cabe aclarar que este procedimiento deberá de ser repetido por cada miembro del equipo de alumnos que se encuentre trabajando en el proyecto para dar el tratamiento adecuado a los datos y minimizar los errores aleatorios inherentes a las mediciones realizadas.

#### IV. CONCLUSIONES

Las herramientas cognitivas que auxilian a un profesor de Física se encuentran en constante evolución. Los avances en los sistemas computacionales, la convergencia y estandarización en cuanto a su uso está permitiendo el desarrollo de aplicaciones que pueden ser empleadas independientemente del hardware y del sistema operativo. Sistemas como DivYX han demostrado su utilidad a lo largo de su aplicación. DivYX presenta la conveniencia de ser una herramienta

muy simple que está diseñada para realizar exclusivamente la tarea de obtener las coordenadas cinemáticas de algún fenómeno particular que se encuentra video grabado. El tratamiento de los datos ya será responsabilidad del usuario. Y su otra ventaja es la posibilidad de ser empleado completamente en línea sin importar el hardware y el sistema operativo usado. Actualmente es ampliamente empleado en diversas partes del mundo y solo el tiempo revelará la magnitud de su utilidad.

## REFERENCIAS

González F. Héctor, Aquines G. Osvaldo, Canizalez L. Eder (2015) DivYX 2 software de análisis cinemático, actualización a Windows 8. *Lat. Am. J. Sci. Educ.* 2, 22042.

O. Aquines , H. Gonzalez , P. Perez. (Julio 2014). Operating System Independent Physics Simulations. GIREP-MPTL 2014 Conference Proceedings, 1, 533.

Pérez, L., Méndez, A. F., González, H. A. (2008). Implementación del software DivYX en el laboratorio de Mecánica. *Latin American Journal of Physics Education*, 2, 268-274.

Pérez, L., Méndez, A. F., Iturbide, J. M. (2010). Velocidad Terminal de una esfera descendente y la viscosidad de fluidos: diferencia entre fluidos newtonianos y no newtonianos. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4, 378-382.