



## **Modelación con Tracker para el aprendizaje de movimientos en el plano**

Guillermina **Ávila** García  
CECyT 11, Instituto Politécnico Nacional  
México

[gavilag@ipn.mx](mailto:gavilag@ipn.mx)

Liliana **Suárez** Téllez  
CGFIE, Instituto Politécnico Nacional  
México

[lsuarez@ipn.mx](mailto:lsuarez@ipn.mx)

### **Resumen**

El estudio presenta un análisis reflexivo sobre la enseñanza de la Física I, en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológico No. 11 (CECyT No.11) “Wilfrido Massieu” del Instituto Politécnico Nacional (IPN), incluyendo los componentes de la Reforma Integral de Educación Media Superior y el Nuevo Modelo Educativo IPN, documentos que constituyen el marco educativo e institucional, para el trabajo se consideró la adecuación del alineamiento constructivo y la integración de TIC para lograr un aprendizaje profundo en los alumnos en Física I; el desarrollo de esta experiencia; considera la exploración del problema y posibles soluciones, en este caso las actividades de aprendizaje, objetivo curricular y las tareas de evaluación, se explora y realizan experimentos, así como el análisis de los movimientos con el software Tracker, el avance de los aprendizajes alcanzados de acuerdo con los niveles de comprensión, finalmente se considera realizar posibles modificaciones que permitan la mejora.

*Palabras clave:* Modelación, Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), Alineamiento constructivo, Tracker, Aprendizaje profundo.

### **La enseñanza de la Física en Nivel Medio Superior**

La Física hace énfasis en la formación y desarrollo de habilidades de razonamiento crítico y pensamiento científico, búsqueda de información, de trabajo en grupo y de resolución de problemas, teóricos y experimentales.

Su enfoque teórico-experimental permite abordar situaciones problemáticas que se le presentan al alumno, en las cuales establece planteamientos, realiza transformaciones

elementales de tal manera que reflexiona sobre los fenómenos naturales facilitando los procedimientos empíricos, deductivos e inductivos tanto para la aplicación de las leyes y principios de la Física, así como la solución de problemas relacionados con las temáticas.

En el aprendizaje de las ciencias es necesario profundizar en sus estructuras cognitivas para enriquecer y fomentar el aprendizaje profundo en los alumnos, a partir de la toma de conciencia y reconocimiento de las relaciones entre los modelos interpretativos que les proporciona la ciencia y sus propias concepciones alternativas.

En este trabajo, las actividades de aprendizaje son conjuntadas en la enseñanza y la integración de las TIC (en este caso el software Tracker).

La implementación del alineamiento constructivo, consistió en la adecuación del plan y programa de estudios de la unidad de aprendizaje: Física I, para después elaborar las actividades de enseñanza aprendizaje (AEA), con la integración del instrumento de mediación Tracker, software que permite el estudio de variables físicas, gráficos y tabulaciones de una manera interactiva; para observar los niveles de comprensión alcanzados por los alumnos, elaboración de instrumentos mediante los cuales se registrarán mediciones de la sesión expositiva y experimental, y de esta manera obtener resultados de evaluación y determinación del aprendizaje obtenido por los alumnos.

El enfoque profundo que menciona Biggs (2010), el que integra una transformación de la buena enseñanza adecuándola a conseguir que la mayoría de los alumnos utilicen los procesos de comprensión del nivel cognitivo superior.

Biggs (2010) argumenta

Un buen sistema de enseñanza alinea el método y la evaluación de la enseñanza con las actividades de aprendizaje establecidas en los objetivos, de manera que todos los aspectos de este sistema están de acuerdo en apoyar el adecuado aprendizaje del estudiante. Este sistema se denomina alineamiento constructivo, basado en los dos principios del constructivismo: aprendizaje y alineamiento en la enseñanza. (p. 29)

Considerando lo anterior, se tomó en cuenta una de las problemáticas a la que nos enfrentamos en el CECyT 11, en la enseñanza de la Física que es la tendencia de los alumnos hacia la memorización de las fórmulas para resolver un problema, que apunta a la parte teórica, también otra situación es el descuido de la parte práctica, la que es fundamental, para que el alumno mediante procesos experimentales logre comprender en qué momento aplicar una ecuación y entienda el fenómeno que ocurre.

Antes de iniciar con la implementación del cambio, se dará una breve explicación de la fundamentación propia de la unidad de aprendizaje, uno de los temas de mecánica clásica, tema central que se adecua al alineamiento constructivo. El plan y programa de estudios proponiendo una actividad de inicio para identificar todos los conocimientos previos que tiene el alumno y cómo lo relaciona con otras unidades de aprendizaje (Biggs, 2010).

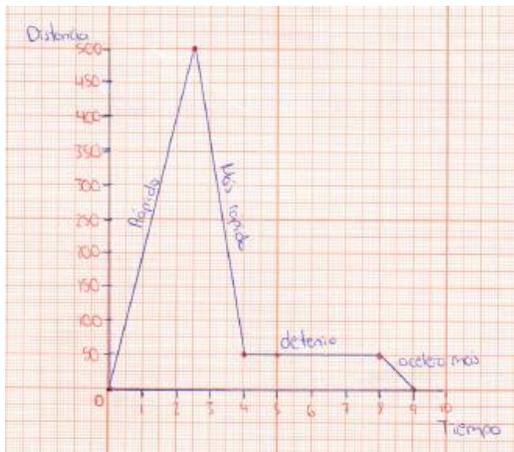
Una vez que el alumno soluciona el problema en papel, se propone que realice una actividad que debe inventar como una forma de aprendizaje en la Física y posteriormente ese experimento se lleva a cabo en el patio escolar para después analizarlo con la herramienta Tracker para el análisis de los movimientos en el plano.

La actividad que se propuso a los alumnos una situación inicial sobre movimiento,

mediante la lectura e identificación de las variables del problema, para después, de manera gráfica representar la solución.

La tarea inicial consiste en resolver un problema relacionado con el movimiento que realiza un personaje al que se nombró Ronning, donde los alumnos señalaron mediante el trazo de una gráfica, las trayectorias que recorrió dicho personaje, además de expresar el tipo de movimiento que realizó de acuerdo a los temas vistos en la clase, correspondiente a cinemática.

Se aplicó el aprendizaje activo con el siguiente enunciado de propuesta de problema “Ronning”, en adelante nos referiremos a “problema de Ronning”.



**Figura 1. Solución gráfica al problema de “Ronning”**  
Elaboración propia

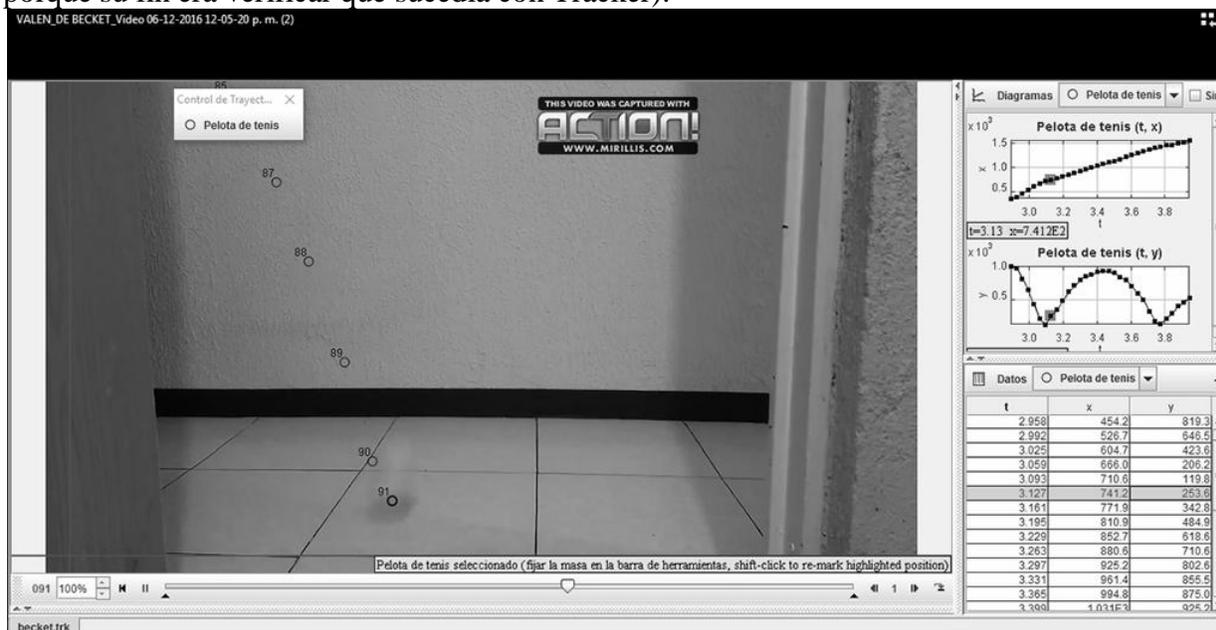
En la Figura 1 se encuentra el tipo de solución al problema presentado en forma textual, los estudiantes tienen que interactuar con la situación descrita, tomar decisiones sobre las variables, los ejes y los trazos que configurar la gráfica solicitada. En el texto de la actividad se les pide descargar el Tracker, simular el movimiento descrito en el problema y tomar un video para analizar la situación por medio de las gráficas y el análisis de los datos que se obtienen del Tracker. En el siguiente apartado se describe la tarea que hacen los estudiantes al reproducir el proceso de modelación con Tracker a partir de una situación que ellos inventan.

### **Construcción del conocimiento: actividad de los alumnos**

El avance de los alumnos se identifica por medio de las tareas del problema inventado por ellos mismos, donde describen la situación para darle una solución a través de los conocimientos previos y de la integración de conceptos de movimiento que incluye también la experiencia de solución a la actividad inicial y en esa medida el alumno es más reflexivo y sofisticado en su aprendizaje.

**Actividad del equipo 3 (conformado por 4 alumnos y 1 alumna). Problema de tiro parabólico**

Se lanza una pelota de tenis de una altura de dos metros, la cual hace una trayectoria parabólica. Verifique la parte experimental usando el programa de Tracker para conocer la trayectoria y tiempos. (Como puede observarse los alumnos cambiaron un poco la redacción, porque su fin era verificar qué sucedía con Tracker).



**Figura 2. Trayectoria del lanzamiento de la pelota de tenis, analizado con Tracker**

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse en la Figura 2, hay un rebote de la pelota tenis que es lo que podemos observar en la parte final de la gráfica y efectivamente, se comprobó con cronómetro en mano que, tardo 4 segundos en hacer la trayectoria. Mientras que Tracker hace una medición de tiempo más precisa. En la tabla 1, se observa las conclusiones de comparación que el equipo de trabajo realiza después del análisis realizado.

**Tabla 1. Comparación de la solución en Tracker y papel de la tarea inicial, equipo 3.**

Solución del problema en papel	Solución del problema en Tracker
<i>La tarea inicial nos sirve como referente para saber la trayectoria del móvil. El software Tracker es un excelente programa que permite observar los detalles mínimos del experimento.</i>	<i>Consideramos que el análisis en Tracker es muy preciso, nos facilitó mucho utilizar el software, porque permite observar los mínimos detalles de movimiento que realiza el objeto en cuestión.</i>

Fuente: Elaboración propia

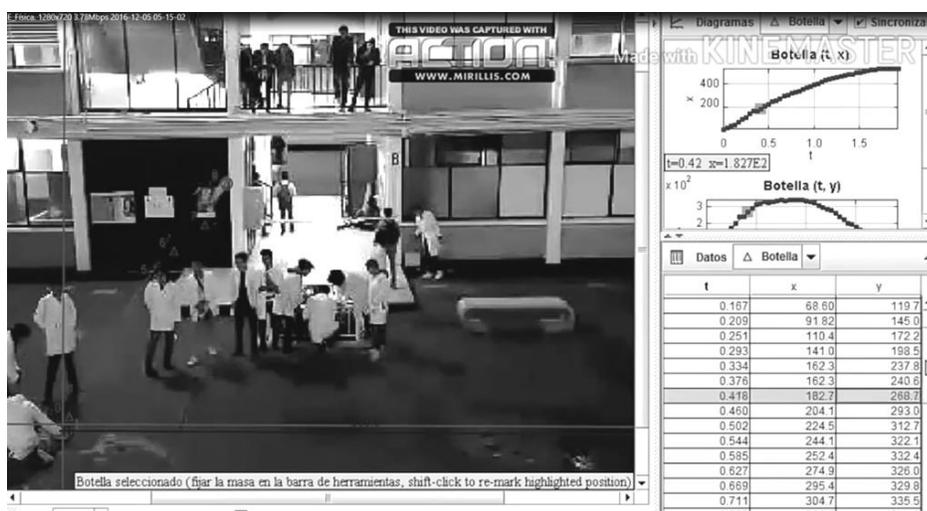
Se observa que los alumnos, no sólo se quedan con el análisis del movimiento uniforme acelerado, sino que además realizan el análisis de otros movimientos en el plano, constatando lo que se ve en clase de manera teórica. Las evidencias antes mostradas son concluyentes para

indicar que los alumnos ya no se encuentran en un nivel de aprendizaje superficial, han avanzado a niveles cognitivos superiores, en las conclusiones muestran argumentos fundamentados en la teoría con el conocimiento alcanzado.

### Experimento de “Cohete Hidráulico”

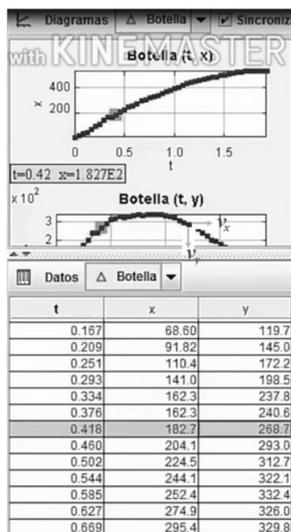
Posteriormente a los problemas inventados los alumnos realizaron el experimento de “Cohete Hidráulico”, el cual consiste en realizar un cohete hidráulico y grabar la trayectoria del cohete para analizarlo mediante el software de Tracker.

En los experimentos se puede observar los siguientes tipos de movimientos: caída libre, tiro vertical y tiro horizontal, tiro parabólico, este último como la combinación de los anteriores. Se muestran los experimentos que realizamos para el comparativo.



**Figura 3.** Primer lanzamiento del cohete hidráulico  
 Botella a ¼ litro de capacidad de agua  
 Fuente: Elaboración propia

Análisis



**Figura 4. Análisis de la trayectoria**

Fuente: Elaboración propia

El cohete siguió una trayectoria parabólica que sale del origen con cierta velocidad. El vector velocidad tiene sus componentes tanto en x como en y.

Y los datos que nos arroja en el punto final es su llegada al suelo. El tiempo de vuelo (subida y bajada es de 0.42 s).

Las componentes de la velocidad del cohete son:

$$v_x = v_i \cos \theta$$

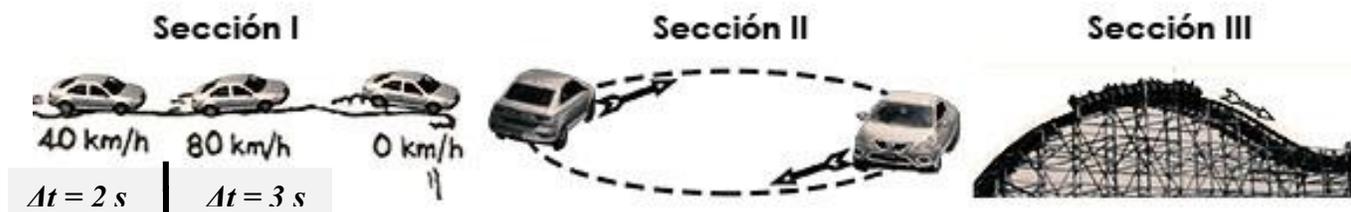
$$v_y = v_i \sin \theta$$

**Evaluación por medio de ítems**

Finalmente, se realizó una evaluación por ítems para verificar el avance del aprendizaje de los alumnos. A manera de ejemplo tomamos uno de los ítems trabajados.

**ÍTEM 2**

Observe la figura, la cual permitirá que analice y conteste cada uno de las preguntas propuestas en los incisos.



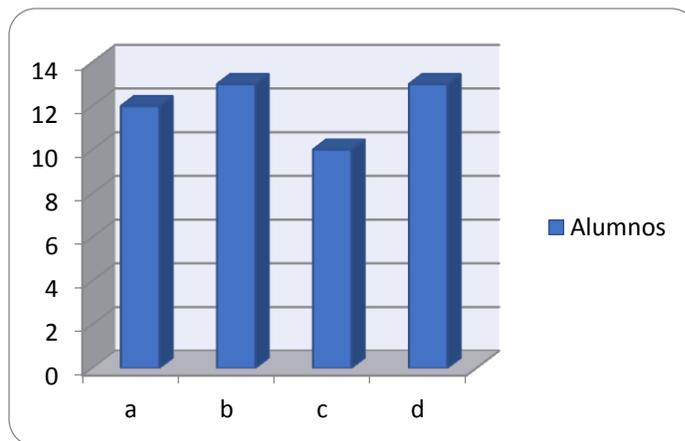
**Figura 5. Velocidad y dirección de un objeto**

Fuente: Hewitt, P. G., & Lira, J. A. F. (2004). Física conceptual (Vol. 6). Addison Wesley.

a) ¿En qué sección o secciones de la figura se muestra un cambio de velocidad?

- b) ¿En qué sección o secciones de la figura se muestra un cambio de dirección?
- c) Observe la sección I de la figura y establezca, ¿qué es aceleración?
- d) En la última sección de la figura, ¿la velocidad del cuerpo 1 es igual que la velocidad del cuerpo 2?

En la figura 6, se muestra la gráfica de los resultados obtenidos en el ítem 2, de acuerdo con los niveles de la taxonomía SOLO propuestos para la evaluación de tema.



**Figura 6. Gráfica de resultados obtenidos del ítem 2**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados del ítem aplicado, el 80% que corresponde a 12 alumnos contestan de manera correcta el inciso **(a)**, el cual se encuentra en el nivel uniestructural, relacionando todos los conceptos de manera inmediata, este nivel está caracterizado porque los alumnos por simple inspección de la imagen, observan el cambio de velocidad en la sección I y II.

En el caso de la respuesta al inciso **(b)**, solo 86.6% que corresponde a 13 alumnos responden de manera correcta, considerando que en la sección II se observa el cambio de dirección.

En el inciso **(c)**, el 66.66% que corresponde a 10 alumnos, responden de manera correcta, considerando que la aceleración es la variación de la velocidad de un móvil en cada unidad de tiempo, mientras que los otros 5 alumnos sólo escriben que es un cambio de velocidad, sin tomar en cuenta el tiempo.

En el inciso **(d)**, el 86.6% que corresponde a 13 alumnos, responden de manera correcta, analizando y deduciendo que el cuerpo 1 tiene mayor velocidad que el cuerpo 2. Mientras que otros alumnos responden que el cuerpo 2 tiene mayor velocidad que el cuerpo 1, esto es incorrecto.

## Conclusiones

En este trabajo se integraron problemas y situaciones, donde los alumnos realizaron un análisis profundo y señalaron en dichas situaciones qué ecuaciones debían ocupar, sin llegar a la memorización, algunos alumnos consideran de mayor importancia el sólo memorizar las ecuaciones para utilizarlas para la resolución de problemas, por lo cual, un ajuste de manera más detallada que se trabajará en un segundo momento, es permitir que el alumno entienda los problemas que analiza, de manera más profunda, permitirán recordar las ecuaciones de movimiento, sin la necesidad de memorizarlas.

Una vez que se ha experimentado el cambio y analizar los ajustes finos que se requieren, se deberá aplicar nuevamente, siempre tomando en cuenta la reflexión inicial, volviendo al primer paso, aunque ya con el conocimiento añadido de lo ocurrido.

Se logró:

- ✓ Destacaron las destrezas de los alumnos en el uso de Tracker.
- ✓ El trabajo colaborativo, al compartir las experiencias del uso de la herramienta tecnológica entre los alumnos.
- ✓ Fomento de la actitud crítica y reflexiva en el alumno, a través del uso de herramientas (en este caso Tracker).
- ✓ Investigación autónoma por parte del alumno para el aprendizaje y mejora continua de la herramienta tecnológica (uso del Tracker).
- ✓ La mayoría de los alumnos cuenta con los recursos tecnológicos que permitieron que desarrollaran su trabajo en Tracker.

## Referencias y bibliografía

- Arceo, F. D. B., Rojas, G. H., y González, E. L. G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. México: McGraw-hill
- Biggs, J. (2010). Calidad del aprendizaje universitario. España: Narcea ediciones.
- Gil, S. (2014). Experimentos de Física usando las TIC y elementos de bajo costo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor Argentino.
- Hewitt, P. G., y Lira, J. A. F. (2004). Física conceptual (Vol. 6). México: Pearson
- Instituto Politécnico Nacional (2004) Nuevo Modelo Educativo del IPN. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Red Onmidia LTDA. (2015). Diccionario ABC. Sao Paulo, Brasil. Recuperado el 10 de noviembre de 2016, de <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/lluvia.php>
- Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. Educación y educadores, núm. 7. Colombia: Red de Revistas Científicas.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H. D., y Freedman, R. (1999). Física universitaria vol. 1. México: Addison Wesley Longman.
- Suárez, L; Cordero, F; Daowz, P; Ortega, P; Ramírez, A; Torres, J L; (2005). De los paquetes didácticos hacia un repositorio de objetos de aprendizaje: un reto educativo en matemáticas. Uso de las gráficas, un ejemplo. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 8() 307-333. Recuperado el 10 de octubre de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331427204016>