

Trackeando la trayectoria: una propuesta didáctica basada en TIC para enseñar representaciones de movimiento

Tracking the trajectory: an ICT-based didactic proposal for teaching representations of motion

Nicolás Baudino Quiroga¹, Luciano Ferrufino¹ y Maricel Occelli²

¹ Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba. Argentina.

² Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Medina Allende y Haya de la Torre. Ciudad Universitaria, CP 5000, Córdoba. Argentina.

E-mail: nicolas.baudino@unc.edu.ar

Recibido el 30 de septiembre de 2022 | Aceptado el 24 de octubre de 2022

Resumen

El trabajo se enmarca en una investigación basada en diseño y tiene como objetivo identificar las representaciones gráficas de movimiento que desarrollan estudiantes de escuela secundaria a partir de un diseño didáctico para caída libre que integra el programa *Tracker*. La propuesta, en su primer ciclo de implementación y evaluación, tuvo lugar en un curso de 5.º año (16-17 años de edad) de una escuela secundaria de Córdoba (Argentina) compuesto por 37 estudiantes. A partir del análisis de la resolución de las actividades se expone cómo el estudiantado, mediante el uso de la aplicación, en el marco de un diseño didáctico específico, mejora sus gráficos de velocidad respecto al tiempo al representar una pelota en caída libre. A su vez, se analizan cuestiones del diseño didáctico que permitirán mejorar la propuesta y llevar adelante un segundo ciclo de implementación y evaluación.

Palabras clave: TIC; *Tracker*; Representaciones gráficas; Caída libre.

Abstract

The following work is carried out in the framework of a design-based research and aims to identify the graphic representations of movement developed by high school students from a didactic design for free fall that integrates the *Tracker* software. The proposal in its first cycle of implementation and evaluation, took place in a 5th year course (16-17 years old) of a high school in Cordoba (Argentina) composed of 37 students. From the analysis of the resolution of the activities, it is shown how the students, through the use of *Tracker* software within the framework of a specific didactic design, improve their velocity graphs with respect to time when representing a ball in free fall. At the same time, issues of the didactic design that will allow improving the proposal and carrying out a second cycle of implementation and evaluation are analyzed.

Key words: ICT; *Tracker*; Graphical representations; Free fall.

I. INTRODUCCIÓN

Esta propuesta didáctica es parte de un proyecto de investigación basada en diseño (IBD). Uno de los objetivos de este tipo de proyectos es acortar la brecha entre el conocimiento que genera la investigación acerca de cómo las personas aprenden y el conocimiento necesario para orientar los procesos de enseñanza (Rinaudo & Donolo, 2010). Las IBD incluyen el diseño de secuencias didácticas, su implementación y evaluación en ciclos iterativos a partir de los cuales es posible recolectar información, analizarla y aportar conocimiento teórico (Guissasola *et al.*, 2021). En esta primera etapa se realizó un diseño basado en evidencias para abordar el tema “caída libre” que fue implementado en el primer semestre de 2022 en un 5.º año de una escuela secundaria de Córdoba (Argentina).

La enseñanza de las ciencias está cada vez más mediada por el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Si bien estas herramientas son ampliamente utilizadas y valoradas por los estudiantes, esto no necesariamente implica una mejora en la enseñanza *per se* (Jimoyiannis, 2010). Más aún, el uso de las TIC no implica que se produzca un cambio en la metodología de enseñanza de quienes las implementan (Tondeur *et al.*, 2017). Considerando que la utilización de las TIC por sí solas no supone una mejora de los procesos educativos, ya que depende, entre otras cosas, de las estrategias empleadas, se plantea que la mejor manera de introducir en el aula una nueva herramienta tecnológica es realizando un diseño que tenga en cuenta lo que se sabe acerca de las ideas previas de los estudiantes y planificando de qué manera la nueva herramienta sirve para poner en tensión esas ideas de manera constructivista.

Este trabajo tiene como objetivo identificar las representaciones gráficas de movimiento que desarrollan estudiantes de escuela secundaria a partir de un diseño didáctico para caída libre que integra el programa *Tracker*.

II. METODOLOGÍA

La secuencia didáctica se diseñó en colaboración con un docente responsable de la asignatura de física de 5.º año de la orientación en Ciencias Sociales de una escuela secundaria para la cual se creó específicamente la propuesta. El curso elegido estaba compuesto por 37 estudiantes de entre 16 y 17 años. La escuela es de gestión privada y, usualmente en tercer año los estudiantes son divididos en función de tres orientaciones: Artes, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales y solo los estudiantes con mejores promedios pueden elegir la orientación. Tradicionalmente las dos orientaciones elegidas son las de Artes y Ciencias Naturales. De esta manera, quienes están en la orientación de Ciencias Sociales son quienes no pudieron elegir las otras dos. Esto genera un estigma que es reproducido tanto por la institución como por el grupo de estudiantes, que se consideran a sí mismos como los “no inteligentes” o “incapaces”. Es en este curso que se implementó la propuesta didáctica. Para la obtención de los datos se realizaron registros audiovisuales de las clases, se realizaron entrevistas a grupos focales y se recolectaron representaciones gráficas realizadas por los estudiantes. En este trabajo, nos centraremos puntualmente en las representaciones gráficas.

A. La aplicación *Tracker*

El programa utilizado para esta propuesta didáctica se llama *Tracker* (<https://physlets.org/tracker/>). Es una herramienta gratuita, diseñada para la enseñanza de la física. Es *liviana* para descargar y su diseño es intuitivo. Otra ventaja es que soporta una gran variedad de formatos de video, de manera que no se requiere una cámara especial sino que se puede filmar con teléfonos celulares y después subir las grabaciones al programa.

Una cualidad que tiene *Tracker* es que el usuario puede marcar el objeto a seguir y el programa lo rastrea de manera automática. Además se pueden hacer correcciones cuadro por cuadro. Una vez hecho esto, el programa realiza los gráficos de posición y velocidad tanto en x como en y (Marco *et al.*, 2022).

B. Ciclo de predicción observación y explicación (POE)

La propuesta de secuencia didáctica está inspirada en la estrategia POE. Esta técnica, propuesta inicialmente por White y Gunstone (1992) tuvo una fuerte influencia en la enseñanza de las ciencias. La idea central de esta metodología es que lejos de utilizar el experimento como una actividad demostrativa de la teoría, es deseable realizar una transposición didáctica del quehacer científico, en el que hay un trabajo previo de generación de hipótesis y un trabajo posterior en el que se buscan explicaciones de los resultados (figura 1).

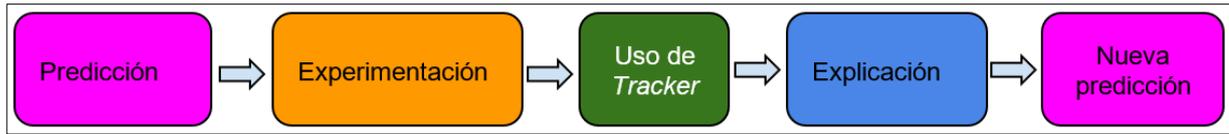


FIGURA 1: Diagrama de la modificación de la estrategia POE para las actividades propuestas en la secuencia didáctica.

III. RESULTADOS

A continuación, se sintetizan los resultados de una secuencia de varias clases en las que se solicitó al estudiantado que graficase la posición y velocidad en función del tiempo de una pelota en caída libre. Por tratarse de un movimiento unidimensional, al hablar de posición y velocidad, nos estaremos refiriendo a sus componentes en el eje y .

Una vez realizados los gráficos iniciales, se procedió a realizar los experimentos, es decir, ir al patio del colegio a lanzar pelotas y filmarlas con sus celulares para luego utilizar *Tracker* en la sala de cómputos. Después de generar los gráficos con el programa, se los analizó y se comparó con lo que habían predicho. Por último, el docente les solicitó que realizaran una nueva predicción. A continuación, se detallan los resultados encontrados para cada fase.

A. Primera predicción

En una primera instancia el docente les pidió a los estudiantes que se dividieran en grupos de a tres y les entregó una consigna abierta con el objetivo de conocer qué representaciones de movimiento tenían. La consigna entregada fue la siguiente: *“Una persona que está en un primer piso, deja caer una pelota. Grafique la velocidad y su posición en función del tiempo”*.

A partir de la bibliografía recabada (Oneka Auzmendi, 2017; McDermott *et al.*, 1987) supusimos que el estudiantado tendría dificultades para definir la velocidad inicial y su signo. Es decir, suponíamos que nos devolverían gráficos como los que realizaron dos de los grupos de estudiantes (figura 2):

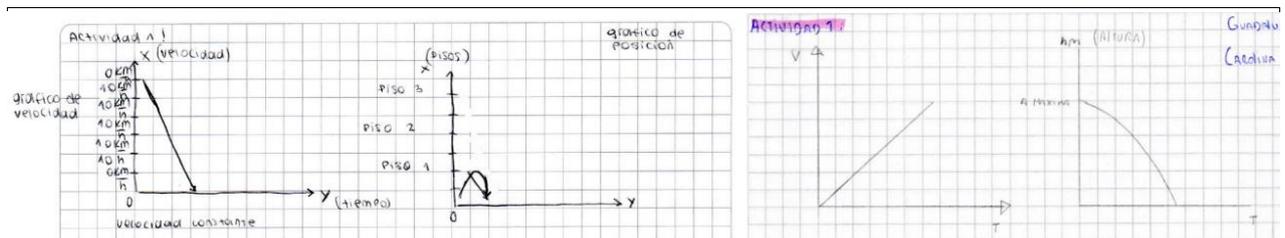


FIGURA 2: Gráficos realizados por dos grupos de estudiantes, los gráficos de la izquierda representan la velocidad en función del tiempo, los gráficos de la derecha representan la posición en función del tiempo.

Sin embargo, nos encontramos con que más de un 60% de los grupos graficó la posición y la velocidad de la pelota desde que era soltada hasta que se detenía, tal como muestra la figura 3.

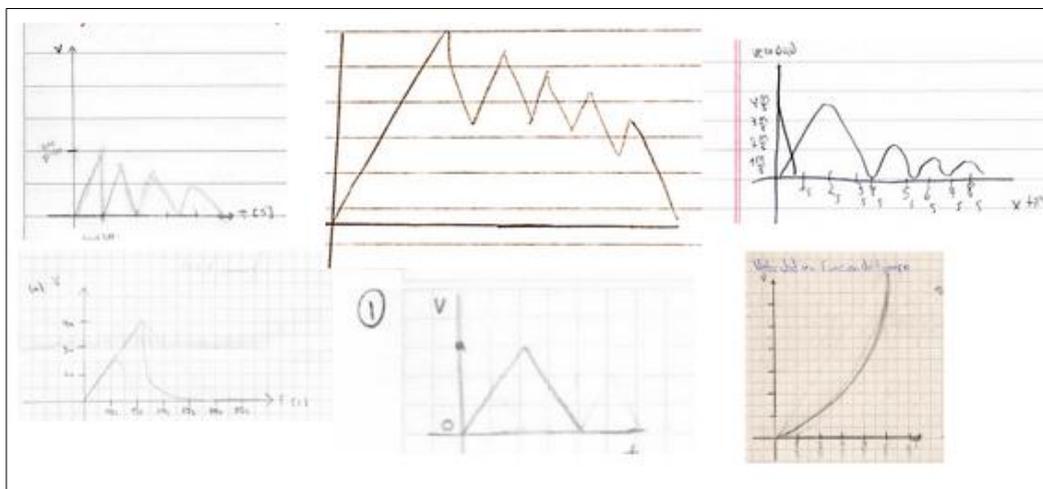


FIGURA 3: Representación de la velocidad en función del tiempo. Podemos ver la gran variedad de representaciones que aparecen a partir de una consigna abierta.

Los gráficos elaborados por los estudiantes fueron una sorpresa tanto para el docente como para los investigadores por la gran variedad de representaciones. A su vez, podemos notar que ninguno de los grupos graficó la velocidad negativa. También puede notarse que todos los grupos eligieron el mismo sistema de coordenadas, de modo que se decidió no centrar la atención en este aspecto.

Lejos de pedirles que se centrasen en lo que sucede antes de que la pelota llegue al suelo, decidimos que esta era una excelente oportunidad para que ellos pudieran poner en tensión sus ideas previas acerca de la representación de la velocidad en función del tiempo. Por eso se decidió incluir el rebote, a la hora de hacer los experimentos y de usar la aplicación.

B. Grabación de videos y uso de *Tracker*

En esta instancia el docente les solicitó a sus estudiantes que grabasen una serie de videos de pelotas de distintos tamaños soltadas a distintas alturas. Posteriormente, se utilizó el *software* sobre esas grabaciones, para obtener trayectorias de seguimiento de las pelotas. La figura 4 muestra el ejemplo de un video filmado por uno de los grupos. El hecho de poder visualizar en simultáneo la trayectoria de la pelota y los gráficos de posición en x e y , y sus respectivas velocidades, junto con una planilla con los datos, nos proporciona una gran diversidad de información, de la cual los alumnos pueden hacer uso para comprender lo que ocurre.

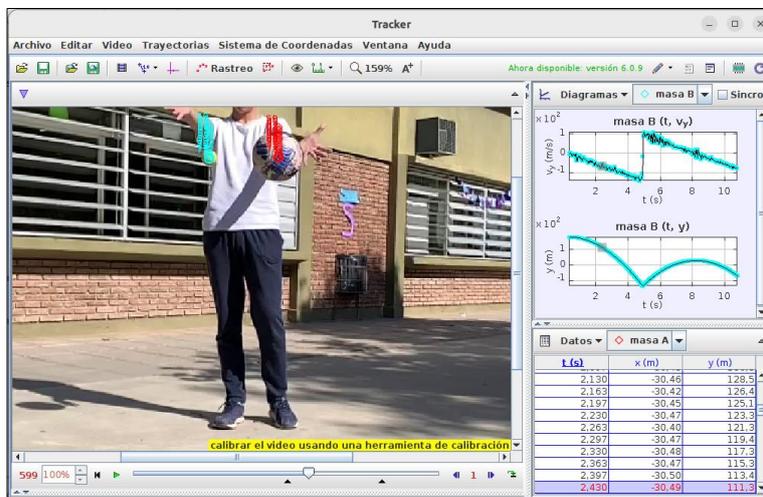


FIGURA 4: Los estudiantes filman el movimiento de las pelotas con sus celulares. Después, *Tracker* les devuelve los gráficos de posición y velocidad.

Los estudiantes grabaron videos dejando que la pelota rebotara una sola vez. Como se muestra en la figura 5, es posible ver en paralelo el gráfico de velocidad y de posición. Esto nos brinda la posibilidad de hacer diversos análisis. Por ejemplo, se puede ver que en los momentos en los que la pelota está en el punto más alto, la velocidad se hace cero. Se puede analizar la variación en el módulo de la velocidad antes y después del rebote. Finalmente, se puede ver que las rectas de las velocidades son paralelas debido a que la aceleración es la misma.

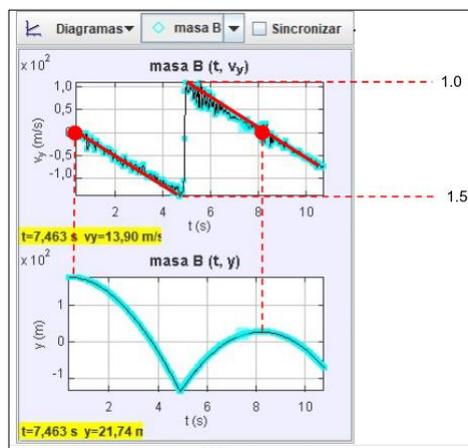


FIGURA 5: Análisis del gráfico obtenido con *Tracker*. Se pueden comparar con facilidad los gráficos de velocidad y posición.

C. Segunda predicción

En esta última etapa, se pidió al estudiantado que, teniendo en cuenta los resultados obtenidos con el programa para un solo rebote, volvieran a graficar la velocidad en función del tiempo, desde que se suelta la pelota hasta que se detiene. Los gráficos fueron los que se ilustran en la figura 6.

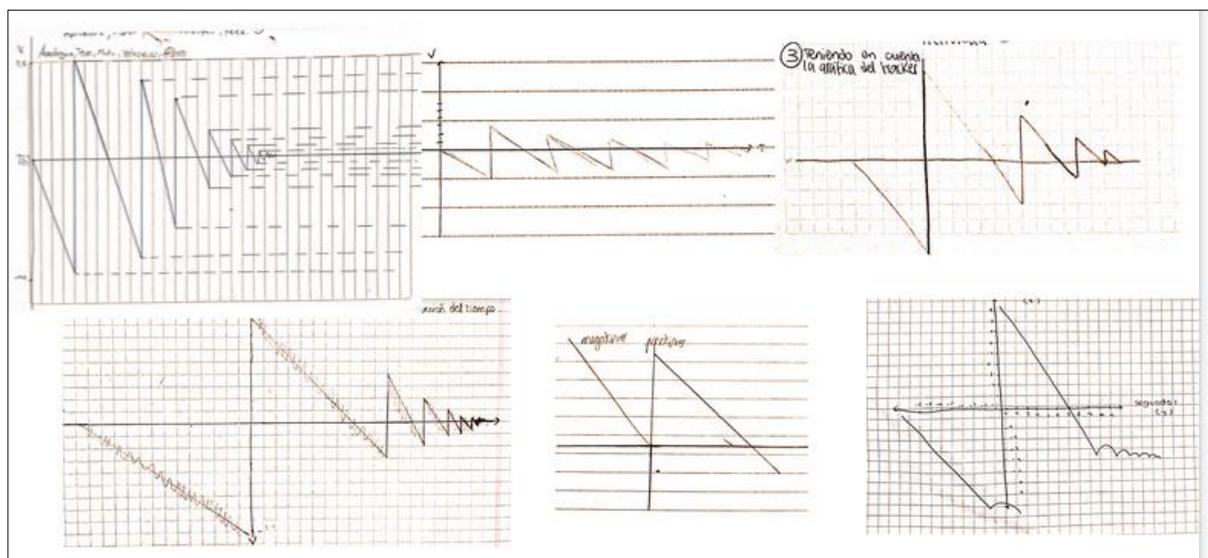


FIGURA 6: Nueva representación de la velocidad en función del tiempo. Si bien hay errores en las representaciones, se puede ver una sensible mejora respecto a sus primeras predicciones.

En la figura 6 podemos apreciar cómo los estudiantes realizan gráficos más similares a los que devuelve la aplicación. Si bien es necesario un análisis más profundo para evaluar cuán significativos fueron estos aprendizajes, sí podemos afirmar que se produjo un cambio respecto al significado de la velocidad negativa como al cambio abrupto de velocidades en el momento del rebote.

V. APORTES PARA UN NUEVO DISEÑO DIDÁCTICO

Este primer ciclo fue una etapa de mucho aprendizaje. Como se mencionó, las predicciones que se hicieron fueron más diversas que las que habíamos anticipado. Esta información con la que antes no contábamos, resulta un aspecto clave que será tenido en cuenta para una segunda etapa.

Además se considerarán aspectos técnicos, como que las filmaciones hechas a mano alzada tuvieron que ser descartadas, que la filmación en cámara lenta mejora sensiblemente la calidad de los gráficos y que en el colegio seleccionado las computadoras de la sala de cómputos son reseteadas automáticamente todos los días, por lo que el programa debía ser instalado en cada clase.

Estos contratiempos llevaron a que en la última etapa del diseño didáctico, las actividades de integración y síntesis tuvieran que desarrollarse de forma acelerada. Esto también será un aspecto a contemplar para el siguiente ciclo.

VI. CONCLUSIONES

En este trabajo se buscó identificar las representaciones gráficas elaboradas por el estudiantado y observar cómo estas se modifican luego de trabajar con el programa *Tracker*. Se puede notar un cambio entre los gráficos desarrollados en la etapa de predicción y los que se hicieron una vez que trabajaron con la aplicación.

A partir de esta experiencia encontramos que la integración de *Tracker* en la secuencia didáctica resulta una estrategia potente para fomentar entornos de aprendizaje respecto de las representaciones gráficas de movimiento. Permite realizar análisis y comparaciones entre la posición y la velocidad de los objetos rastreados. Además, se puede hacer un análisis cuadro por cuadro de la posición, la velocidad y la trayectoria.

Sin embargo, para conocer cómo pueden los estudiantes transferir estos conocimientos a nuevas situaciones se requieren de otras instancias de indagación que nos permitan obtener información acerca de cómo tienen lugar estos procesos, qué tipo de aprendizajes ocurren y qué situaciones logran resolver a partir de ellos. Los interrogantes que

surgen de este primer ciclo de indagación se constituyen en los principales aspectos que guiarán el rediseño de la secuencia didáctica y las estrategias de recolección de la información en el siguiente ciclo, que se espera llevar adelante para continuar con esta investigación.

REFERENCIAS

Auzmendi Aierbe, O. (2017). Propuesta de una unidad didáctica sobre movimiento rectilíneo para 2º de la ESO.

Guisasola J., Ametller J. & Zuza K. (2021) Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (1), 1801. doi: 0.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801

Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259-1269.

Liu, S. H. (2011). Factors related to pedagogical beliefs of teachers and technology integration. *Computers & Education*, 56(4), 1012-1022.

Marco, E. A., Ruiz, J. J. R. & Taroncher, J. R. P. (2022). La caída libre y el tiro parabólico: Propuesta didáctica con Tracker. *Alambique*, (109), 40-48.

McDermott, L. C., Rosenquist, M. L. & Van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55(6), 503-513.

Rinaudo, M. C. & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (22).

Tondeur, J., Van Braak, J., Ertmer, P. A. & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of qualitative evidence. *Educational technology research and development*, 65(3), 555-575.

White, R. y Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. (pp. 44-64) Nueva York: Routledge.